

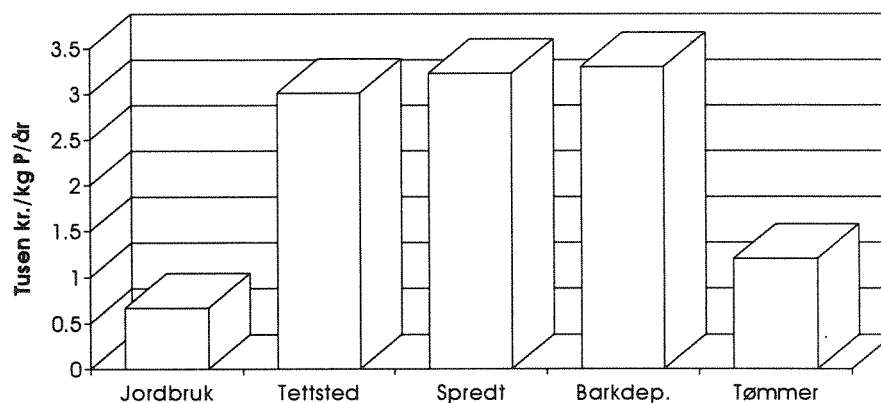


O-92134

# Farris - Siljanvassdraget

Tiltaksplan for reduksjon av fosfortilførsler

Kostnadseffektivitet



Prosjektnr.: O-92134	Undernr:
Løpenr.: 2873	Begr. distrib.:

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8	Televeien 1 4890 Grimstad	Rute 866 2312 Ottestad	Thormøhlensgt 55 5008 Bergen	Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509

<b>Rapportens tittel:</b> Farris - Siljanvassdraget. Tiltaksplan for reduksjon av fosfortilførsler	<b>Dato:</b> Mars 1993	<b>Trykket:</b> NIVA 1993
	<b>Faggruppe:</b> Vannressursforvaltning	
<b>Forfatter(e):</b> Hans Holtan Jon Lasse Bratli Kristin Magnussen Reidun Aspmo	<b>Geografisk område:</b> Larvik, Vestfold	
	<b>Antall sider:</b> 80	<b>Opplag:</b> 250

<b>Oppdragsgiver:</b> Fylkesmannen i Vestfold Miljøvernavdelingen	<b>Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):</b>
---	---

**Ekstrakt:**

I løpet av de siste 20-25 år har det vært en svak økning av fosfortilførslene til Farrisvann som er drikkevannskilde for ca 170.000 mennesker.

På bakgrunn av teoretiske beregninger og overslag tilføres vassdraget i dag vel 5400 kg fosfor pr. år hvorav ca 38% kommer fra ulike antropogene forurensningskilder i nedbørfeltet. Ved de foreslåtte tiltak kan den antropogene andelen reduseres med vel 1000 kg fosfor pr. år eller ca 55%.

Kostnadseffektivitet for de foreslåtte tiltak både innenfor landbruk, sanitært avløpsvann og industri er beregnet.

4 emneord, norske

1. Drikkevann
2. Vannkvalitet
3. Fosfortilførsler
4. Tiltaksanalyse

4 emneord, engelske

1. Drinking water reservoir
2. Water quality
3. Phosphorus loading
4. Abatement measure analysis

Prosjektleder

*Hans Holtan*

Hans Holtan

For administrasjonen

*Dag Berge*

Dag Berge

ISBN 82-577-2269-3

**O-92134**

**Farris - Siljanvassdraget**  
**Tiltaksplan for reduksjon av fosfortilførsler**

Oslo, mars 1993

Forfattere: Hans Holtan  
Jon Lasse Bratli  
Kristin Magnussen  
Reidun Aspmo

## Forord

*I brev av 17. juni 1992 fra Fylkesmannen i Vestfold, Miljøvernavdelingen (MVAV), ble Norsk institutt for vannforskning (NIVA) invitert til å inngi tilbud på utarbeidelse av en HANDLINGSPLAN for å redusere FOSFORTILFØRSLENE TIL FARRIS-SILJANVASSDRAGET.*

*Med forankring i MVAV's prosjektbeskrivelse av 6. juli 1992, utarbeidet NIVA i samarbeide med Senter for jordfaglig miljøforskning (JORDFORSK) et program (22. juni 1992) for utarbeidelse av en handlingsplan. I brev av 10. juli 1992 fra MVAV fikk NIVA beskjed om at Farrisutvalget hadde akseptert tilbudet fra NIVA/JORDFORSK.*

*Datagrunnlaget for arbeidet er blitt samlet fra berørte kommuner, miljøvernavdelinger og private institusjoner (Treskow-Fritzøe). Vi vil takke alle impliserte institusjoner og personer for godt samarbeide.*

*JORDFORSK ved avd.sjef Nils Vagstad og Cand. agric. Reidun Aspmo har vært ansvarlig for bearbeidelse av data og opplysninger om forurensninger fra jordbruket samt foreslått tiltak for å begrense fosfortilførselen. De økonomiske beregninger og kost/nytte- vurderinger av tiltakene er blitt utført av forsker dr. scient Kristin Magnussen.*

*Data og opplysninger angående fosfortilførsel fra tett og spredt bebyggelse er bearbeidet av forsker Jon Lasse Bratli og forskningsleder Gunnar Aasgård. Disse har også foreslått tiltak og kostnadsberegnet disse.*

*Forsker Hans Holtan har vært prosjektleder og hatt ansvaret for redigeringen av rapporten.*

*Overingeniør Gunnar Kleven og Seksjonsleder Werner Olsen begge ved MVAV har vært henholdsvis oppdragsgivers prosjektleder og prosjektansvarlig.*

*Vi takker alle som har deltatt i arbeidet for et godt og behagelig samarbeide.*

*Hans Holtan*

# Innhold

Forord.....	2
Innhold.....	3
1. Konkluderende sammendrag .....	6
2. Innledning .....	12
3. Målsetting .....	12
4. Arbeidsopplegg.....	13
4.1 Inndeling i delfelter.....	13
4.2 Datagrunnlag .....	14
5. Atmosfærisk fosforbidrag på vannflater .....	15
6. Tilførsel fra skog og fjellområder .....	16
7. Skogbrukets betydning for tilførsel av fosfor .....	17
7.1 Innledning .....	17
7.2 Skogarealer og skogsdrift .....	17
7.3 Skogsdriften som fosforkilde .....	18
7.4 Barkfyllinger .....	20
7.4.1 Deponering, bearbeidelse og forurensningstilførsler .....	20
7.4.2 Forurensningsbegrensende tiltak .....	21
7.5 Vanning av tømmer .....	21
7.5.1 Tømmeropplag og fosfortilførsler .....	21
7.5.2 Forurensningsbegrensende tiltak .....	23
8. Kalking av vann - betydning for fosfortilførsel .....	23
9. Fosfortilførsel fra jordbruk .....	25
9.1 Bakgrunn og problembeskrivelse .....	25
9.2 Grunnlagsdata.....	25
9.2.1 Arealer, arealbruk og husdyr .....	25
9.2.1.1 Dyrka jord .....	25
9.2.1.2 Husdyr .....	26
9.2.2 Tilstand tekniske anlegg .....	27
9.2.2.1 Gjødsellager.....	27
9.2.2.2 Siloanlegg.....	28
9.2.2.3 Melkerom .....	29
9.2.2.4 Hydrotekniske Anlegg .....	29
9.2.3 Driftspraksis.....	30
9.2.3.1 Gjødsling med husdyrgjødsel.....	30
9.2.3.2 Gjødsling med kunstgjødsel .....	30
9.2.3.3 Totalt gjødselforbruk .....	31
9.2.3.4 Jordarbeidingspraksis.....	31
9.2.3.5 Beiting .....	32
9.2.3.6 Rundballensilering .....	32
9.3 Avrenning av fosfor.....	32
9.3.1 Beregningsgrunnlag - dyrka mark .....	32
9.3.2 Beregningsgrunnlag - punktkilder i landbruket .....	33
9.3.2.1 Gjødsellager.....	33
9.3.2.2 Siloanlegg.....	33
9.3.2.3 Melkerom .....	34
9.3.2.4 Rundballer .....	34
9.3.3 Beregnet avrenning.....	34
9.3.3.1 Arealavrenning .....	34

9.3.3.2 Gjødse lager.....	35
9.3.3.3 Siloanlegg.....	35
9.3.3.4 Melkerom .....	36
9.3.3.5 Rundballepressaft .....	36
9.4 Tiltak.....	36
9.4.1 Beregningsgrunnlag.....	36
9.4.2 Effekter av tiltak - arealavrenning.....	37
9.4.2.1 Spredning av all husdyrgjødsel i vekstsesongen.....	37
9.4.2.2 Ingen høstpløying.....	37
9.4.2.3 Gjødselplanlegging.....	38
9.4.2.4 Beiting.....	38
9.4.3 Effekter av tiltak - punktutslipp.....	38
9.4.3.1 Gjødse lager.....	38
9.4.3.2 Siloanlegg.....	39
9.4.3.3 Melkerom .....	39
9.4.3.4 Lagring av rundballer.....	39
9.4.4 Samlet vurdering av tiltak og effekter .....	39
9.4.4.1 Punktkilder .....	39
9.4.4.2 Arealkilder.....	40
9.4.4.3 Annet.....	40
9.4.4.4 Sammenfatning .....	40
9.5. KOSTNADER OG KOSTNADSEFFEKTIVITET VED TILTAK MOT LANDBRUKSFORURENSNINGER .....	42
9.5.1 Generelt.....	42
9.5.2 Tiltak.....	43
9.5.2.1. Arealavrenning .....	43
9.5.2.1.1. Spredning av all husdyrgjødsel i vekstsesongen ..	43
9.5.2.1.2. Ingen høstpløying .....	45
9.5.2.1.3. Beiting.....	46
9.5.2.1.4. Annet .....	46
9.5.2.2. Punktutslipp .....	46
9.5.2.2.1. Gjødse lager .....	46
9.5.2.2.2. Siloanlegg.....	48
9.5.2.2.3. Melkerom .....	49
9.6 Samlet Kostnadseffektivitet Ved De Foreslåtte Tiltak (tabell 37) .....	50
10. Avløp i tett og spredt bebyggelse i nedslagsfeltet .....	51
10.1 Status og planlagte tiltak for kommunalt avløp i tett bebyggelse. ....	51
10.2 Dagens enkeltløsninger og forurensningstilførsler fra disse .....	52
10.3 Utredning av alternative tiltak for spredt bebyggelse.....	55
10.3.1 Alternative løsninger for Larvik kommune (delfelt 1) .....	56
10.3.2 Alternative løsninger for Porsgrunn kommune (delfelt 2).....	58
10.3.3 Alternative løsninger for Siljan kommune (delfelt 3-5) .....	58
10.3.4 Øvrige fellesløsninger.....	60
10.4 Anbefalte tiltak for spredt bebyggelse .....	61
10.5 Status og tiltak for hytter.....	63
10.6 Status og tiltak for fritidsbåter .....	64
10.7 Friluftsliv .....	65
11. Tilførsel av fosfor via overvann fra tette flater.....	65
12. Fosfortilførsler fra veier og jernbane .....	66
12.1 Veier.....	66
12.2 Jernbane.....	66
12.3 Konklusjon.....	67
13. Fosfortilførsler fra fast avfall .....	68

13.1 Konklusjon.....	68
14. Vassdragsreguleringer og deres betydning for fosfortilførselen til vassdraget.....	69
14.1 Konklusjon.....	71
Referanser .....	72
VEDLEGG 1: Områdeklassifisering for spredt bebyggelse. ....	74
VEDLEGG 2: Generelle beregningsparametre for rensetekniske løsninger for kloakk. ....	80

## 1. Konkluderende sammendrag

Resultatene fra overvåkingsundersøkelser av vannkvaliteten i Farrisvannet ( NIVA - rapport 0-91205, Overvåking av Farris-Siljanvassdraget 1991, NIVA-L.nr.2719) viser at det har vært en gradvis økning av algeveksten (eutrofieringen) i innsjøen i løpet av de siste 20 - 30 år. Årsaken til dette er en økende tilførsel av fosfor til innsjøen. Med bakgrunn i erfaringsmodeller og fosforkonsentrasjonen i Farrisvann i 1991, var fosfortilførselen dette år ca. 1000 kg for høy i forhold til det som i følge modellen er akseptabelt i eutrofieringssammenheng i denne type innsjøer. Ved vurdering av denne utvikling er det lagt vekt på at Farrisvann er drikkevannskilde for ca. 140,000 mennesker i Vestfold samt for ca. 30,000 (reservevannkilde) i Porsgrunn.

Hensikten med denne utredning har vært å finne frem til og kostnadsberegne forurensningsbegrensende tiltak som kan bringe fosfortilførselen til vassdraget ned på et akseptabelt nivå (årlig fosforreduksjon på ca. 1000 kg). Sanitære avløpsanlegg, avrenning fra jordbruksarealer og aktiviteter, mulige industrielle forurensningskilder, ulike former for friluftaktiviteter, reguleringsinngrep er vurdert.

I Farris-Silljanvassdraget er det mange innsjøer som bl. a. har betydning for omsetning og tilbakeholdelse av fosfor. Derfor har vi med utgangspunkt i de ulike innsjøers nedbørfelt delt inn Farrisvannets nedbørfelt i delområder og beregnet fosfortilførsel og tiltak for hvert enkelt delnedbørfelt. Fosfortilførselen fra naturlige så vel som antropogene kilder er teoretisk beregnet.

Datagrunnlaget for beregningene er samlet inn fra de aktuelle kommuner, fylkenes miljøvern-avdelinger og grunneiere (Treschow-Fritzøe). Dessuten er det anvendt koeffisienter om arealavrenning, fosfortilførsel fra befolkning osv. som er offentliggjort i SFT's siste publikasjoner om dette tema. Denne type beregninger må nødvendigvis gjelde et klimatisk/hydrologisk normalår. Variasjoner i klima, nedbør og andre uforesatte hendelser vil imidlertid medføre at tilførselene varierer fra år til år.

Som alltid ved slike teoretiske beregninger, knytter det seg betydelig usikkerhet til beregningsresultatene. Dette skyldes usikkerhet i beregningsgrunnlaget: fosforkildenes størrelse, de benyttede avrenningskoeffisienter som er av generell karakter, variasjon i nedbør og avrenningsforhold osv. Renseeffekter og kostnader er vurdert/beregnet ut fra generelle oppgaver og erfaringer - her kan det også ligge betydelige feilkilder. *Beregningsresultatene og konklusjonene må derfor i enhver sammenheng bare betraktes som veiledende eller orienterende.*

Beregningsresultatene av fosfortilførselene (med fosfor menes i hele rapporten total fosfor) fra ulike kilder i delnedbørfeltene er vist i tabell 1.1. Tilførselene til hele vassdraget er summert (u/Ret.) Dessuten er betydningen av de ulike kilder for Farrisvannet dvs. når retensjonen er tatt i betraktning, beregnet (m/Ret).



Tabell 1.1. Tilførsel av fosfor (kg/år) fra ulike arealer og kilder i delnedbørfeltene

Kilder	6	5	4	3	2	1		Farris
	Vane- buy.	Oppd vann	Gorn- ingen	Laks- sjø	Okk- ungen	Farris -vann	Sum u/Ret	Tot. m/Ret
Nedbør på vann	240	38	39	8	9	404	738	543
Avr. fjell, skog	657	308	369	98	408	903	2743	1882
Avr. jordbruk	4	126	284	56	23	178	671	453
Bosetting, spredt		78	228	64	33	202	605	438
Tettsted, Siljan			350				350	187
Avr. tette flater			35	5		15	55	38
Avr. fra barkf.						98	98	98
Avr. fra tømmeroppl.						110	110	110
Fosfor fra kalk			5			8	13	11
Fosfor fra jernbane						5	5	5
Hytter			10		1	8	19	14
Bad og rekreasjon						5	5	5
Båter						14	14	14
Sum	901	550	1320	231	474	1950	5426	3798

På bakgrunn av de tiltak vi er kommet frem til, vil tilførslene til de ulike delfelt, totalt til vassdraget og til Farrisvann bli slik tabell 1.2 viser. Vi har her anvendt tett tank som løsning for spredt bosetting, resultatene vil ikke vise store avvik selv om minirensanlegg legges til grunn for beregningene. Verdiene må bare betraktes som veiledende.

Tabell 1.2. Tilførsler av fosfor (kg/år) fra ulike kilder etter at tiltak er gjennomført.

Kilder	6	5	4	3	2	1		Farris
	Vane- buy.	Oppd .vann	Gorn- ingen	Laks- sjø	Okk- ungen	Farris -vann	Sum u/Ret.	Tot m/Ret
Nedbør på vann	240	38	39	8	9	404	738	543
Avr. fjell, skog	657	308	369	98	408	903	2743	1882
Avr. jordbruk	4	104	221	51	23	155	558	383
Bosetting, spredt		20	37	13	11	22	103	69
Tettsted, Siljan			56				56	28
Avr. tette flater			35	5		15	55	38
Avr. fra barkf.						0	0	0
Avr. fra tømmeroppl.						55	55	55
Fosfor fra kalk			5			8	13	11
Fosfor fra jernbane						0	0	0
Hytter			10		1	8	19	14
Bad og rekreasjon						3	3	3
Båter						10	10	10
Sum	901	470	772	175	452	1583	4353	3036

Med de foreslåtte tiltak vil den totale reduksjon av fosfor til vassdraget bli 1073 kg pr. år og til Farrisvann når retensjonen er regnet med, 762 kg pr. år. I tabell 1.3 er fordelingen på de ulike kilder satt opp. Her er også kostnadseffektiviteten dvs. årskostnadene pr. kg redusert fosfor beregnet.

Tabell 1.3. De ulike tiltakenes effekt (kg fosfor) og kostnadseffektivitet (kr/kg fosfor/år) for hele vassdraget og for Farrisvann når retensjonen er tatt med.

Kilde	Fosforred. hele vassdraget	Fosforred. Farrisvann	Kostnadseffekt hele vassdr.	Kostnadseffekt Farrisvann
Nedbør på vann	0	0	0	0
Avr. fjell, skog	0	0	0	0
Jordbruk	113	70	666	1076
Spredt bosetting	502	369	3229	4400
Tettsted, Siljan	294	159	3010	5566
Avr. tette flater	0	0	0	0
Avr. barkfylling	98	98	3300	3300
Avr. tømmeroppl.	55	55	1200	1200
Avr. kalk	0	0	0	0
Avr. jernbane	5	5	0	0
Avr. hytter	0	0	0	0
Avr. bad fril.liv	2	2	0	0
Forur. båter	4	4	0	0
Sum	1073	762		

Kostnadseffektiviteten for Farrisvann for tiltak i de ulike delfelter går frem av tabell 1.4, 1.5, 1.6 og 1.7.

Tabell 1.4 Tiltak/effekt - jordbrukssektoren.

Delnedbørfelt	Kostn. kr./år	Hele vassdraget		Rel.eff. i Farris	I Farris	
		effekt kr. P/år	kostn.eff. kr./kg P		effekt kg/år	kostn.eff. kr./kg P
Nr./navn						
1. Farris	-693	23	-30	1	23	-30
2. Oklungen	0	0	0	0,8	0	0
3. Laksjø	1338	5	268	0,85	4	335
4. Goringen	54537	63	866	0,54	34	1604
5. Oppdalsvann	20124	22	915	0,43	9	2236
6. Vanebuvann	0	0	0	0,36	0	0
SUM/MIDDEL	75306	113	666		70	1076

Tabell 1.5 Tiltak/effekt - spredt bebyggelse

Delnedbørfelt	Kostn. kr./år	Hele vassdraget		Rel.eff. i Farris	I Farris	
		effekt kr. P/år	kostn.eff. kr./kg P		effekt kg/år	kostn.eff. kr./kg P
Nr./navn						
1. Farris	595000	180	3300	1	180	3300
2. Oklungen	86000	22	3900	0,8	18	4800
3. Laksjø	156000	51	3000	0,85	43	3600
4. Goringen	605000	191	3200	0,54	103	5900
5. Oppdalsvann	179000	58	3100	0,43	25	7200
6. Vanebuvann	0	0	0	0,36	0	0
SUM/MIDDEL	1621000	502	3200		369	4400

Tabell 1.6 Tiltak/effekt - kommunale avløp

Delnedbørfelt	Kostn. kr./år	Hele vassdraget		Rel.eff. i Farris	I Farris	
		effekt kr. P/år	kostn.eff. kr./kg P		effekt kg/år	kostn.eff. kr./kg P
Nr./navn						
<u>1. Farris</u> Byområde Larvik						
<u>4. Goringen</u> Tettsted Siljan	885000	294	3010	0,54	159	5566
SUM/MIDDEL						

Tabell 1.7 Tiltak/effekt - industri

Delnedbørfelt	Kostn. kr./år	Hele vassdraget		Rel.eff. i Farris	I Farris	
		effekt kr. P/år	kostn.eff. kr./kg P		effekt kg/år	kostn.eff. kr./kg P
Nr./navn						
<u>1. Farris</u> Barkfylling	324000	98	3300	1	98	3300
Tømmerlager, land	68000	55	1200	1	55	1200
SUM/MIDDEL	392000	153	2600		153	2600

Ved å ta hensyn til retensjonen i de forskjellige innsjøer blir den nåværende tilførsel av total fosfor til Farrisvannet 3798 kg pr. år. Dette tilsvarer en konsentrasjon i innsjøen på 6.2 µg total fosfor. Med de foreslåtte tiltak vil den totale tilførselen til Farrisvannet bli 3036 kg fosfor pr. år og dette svarer til en konsentrasjon i innsjøen på 4.9 µg total fosfor. Innsjøen vil ved en slik fosforkonsentrasjon være i økologisk balanse og algeveksten (eutrofi) vil ikke være noe hinder for å bruke innsjøen som drikkevannskilde.

Ved å ta hensyn til retensjonen i vassdraget øker kostnadseffektiviteten for tilførsler til Farrisvannet av tiltak oppstrøms de forskjellige innsjøer i vassdraget. Dette gjelder spesielt

tiltak i Siljan dvs. oppstrøms Gorningen og Lakssjø. Tiltakene vil imidlertid bety en betydelig forbedring av vannkvalitetstilstanden i Gorningen og videre nedover i vassdraget. Når det gjelder den relativt høye kostnadseffektivitet for rehabilitering av kloakkrenseanlegget i Siljan, kan dette ha sammenheng med at vi i henhold til opplysninger fra teknisk etat i Siljan kommune, har regnet 40 % fosforfjerning ved nåværende anlegg. Erfaring fra tilsvarende anlegg andre steder viser at rensgraden er bare halvparten av dette. I så fall vil kostnadseffektiviteten bli mye mindre. Kostnadseffektiviteten ved anlegget vil også bli påvirket av fremtidig tilknytnings- og tilførings-grad.

Kostnadseffektiviteten for de foreslåtte tiltakene i jordbruket er beregnet til 666 kr/kg fosfor pr. år hele vassdraget tatt i betraktning og 1076 kr/kg fosfor pr. år for Farrisvannet. I alle fall er denne kostnadseffektiviteten lav sammenlignet med kostnader i forbindelse med tiltak for spredt bosetting.

For spredt bebyggelse er det beregnet kostnader og effekt i forhold til to alternative løsninger:

1. Utbedring av de lokale løsninger (infiltrasjon, minirensanlegg eller tett tank)
2. Fellesløsninger (tilknytning til kommunalt nett eller utpumping)

Det viser seg at oppgradering eller utbedring av de eksisterende enkeltløsninger er mest fordelaktig økonomisk sett. Kostnadseffektiviteten for disse tiltak er beregnet til fra 2000 til 6000 kr pr kg redusert total fosfor pr. år. I områder der infiltrasjonsmulighetene er dårlige og spesielt i nærområdene til vassdraget, vil vi anbefale minirensanlegg eller tett tank. Det forutsettes imidlertid en effektiv oppfølging og drift i begge tilfeller. Det skal imidlertid understrekes at biologiske toalettløsninger (f. eks. snurredass) kan være et aktuelt alternativ. Det forutsettes da at anleggene drives på en forskriftsmessig måte.

Sigevannet fra barkfyllingen i Vassvik bør ledes i eget rør eller sammen med det kommunale avløpsvannet i området frem til den kommunale avløpssystem i Larvik. Kostnadseffektiviteten ved det sistnevnte alternativ vil bli 3300 kr pr. kg total fosfor pr. år.

Kostnadseffektiviteten ved å lede vanningsvannet fra tømmeropplaget i sydenden av Farrisvannet til innsjøens utløp er anslagsvis beregnet til 1200 kr pr. kg total fosfor pr. år. Fosfortilførsel fra tømmeropplaget i vannet er det ikke mulig å gjøre noe med uten at denne praksis opphører.

Når det gjelder de friluftaktivitetene er det vanskelig å foreslå tekniske tiltak, men mer restriktive forordninger bør overveies f. eks. forbud mot vannklossetter på fritidsbåter, forbud mot innlagt vann på hytter, forbud mot bading osv. Dette også p. g. a. generelle forurensninger bl. a. bakterier.

Vi vil ikke anbefale å redusere fosforbidraget kalkingen forårsaker. Dette fordi bidraget er meget lite og fordi kalkingen er positiv i andre sammenhenger (økologisk) både for den aktuelle lokalitet og for vassdraget.

Reguleringsmagasinene, spesielt Gorningen og Farrisvannet bør fylles raskt opp om våren og det bør så langt som mulig holdes høy vannstand i disse magasiner utover sommeren, men dog ikke på en slik måte at dyrket mark oversvømmes.

I henhold til litteraturstudier bidrar skogsdriften lite med hensyn til fosfortilførsel til vassdrag. En kan imidlertid ikke se bort fra at den moderne skogsdriften med bruk av store, tunge

maskiner, bygging av veier osv. kan ha en viss betydning. Med bakgrunn i foreliggende kunnskap har vi ingen mulighet for å kvantifisere eventuelle slike bidrag.

De totale årlige kostnader for de foreslåtte tiltak beløper seg til ca. 2,7 millioner kroner. Den midlere kostnadseffektivitet blir ca. 2500 for hele vassdraget og vel 3500 kr./kg total fosfor/år for Farrisvann

## 2. Innledning

Resultatene av overvåkingen av Farris- Siljanvassdraget i 1991 viste meget høye konsentrasjoner av fosfor i Farrisvannet i forhold til i 1990. Det var også en klar økende trend i vannets innhold av fosfor i tidsperioden 1970 - 1990. Farrisutvalget som består av representanter fra: Fylkesmennene i Vestfold og Telemark (miljøvern avdelingene), Larvik, Siljan, Skien og Porsgrunn kommuner, Vestfold Interkommunale Vannverk, Vestfold kraftselskap og Treschow Fritzøe, bestemte derfor å analysere tilstanden og fremskaffe bakgrunnsmateriale for iverksettelse av tiltak for å redusere fosfortilførselen til vassdraget.

Analysen er utført på bakgrunn av innsamlede data og opplysninger fra kommuner, fylker, bedrifter og andre om bosetting og rensenanordninger, jordbruk og driftsrutiner, industri- forurensninger, fritidshus og ulike rekreasjonsaktiviteter osv.

Det knytter seg en del betydelige usikkerheter til denne type teoretiske beregninger. Arbeidet er utført på bakgrunn av tilgjengelig og aktuell litteratur samt kvalifisert skjønn ut fra tilsvarende arbeider tidligere. Resultatene må betraktes som retningsgivende i en videre forvaltningsmessig og politisk behandling.

## 3. Målsetting

I henhold til overvåkningsresultatene fra 1991 (Holtan 1992), blir vassdraget tilført ca 1 tonn fosfor/år for meget for at drikkevannskvaliteten skal tilhøre kl. 1 med hensyn på virkning av næringssalter (fosfor). Med bakgrunn i dette har målsettingen for tiltaksanalysen fått følgende målsetting:

- Sikre vannverkene tilfredsstillende råvannskvalitet dvs. i samsvar med SIFF's normer.
- Holde Farrisvann innenfor forurensningsklasse 1 m. h. p. virkningstypen eutrofiering (kfr. SFT's vannkvalitetskriterier).
- Beskrive tiltak som representerer en samlet fosforreduksjon til Farrisvann på størrelsesorden 1 tonn fosfor pr. år.
- Prioritere tiltakene i forhold til deres kostnadseffektivitet m. h. p. redusert fosfortilførsel til Farrisvann.

## 4. Arbeidsopplegg

### 4.1 Inndeling i delfelter

Vassdragets nedbørfelt er på ca. 484 km<sup>2</sup> og danner en rekke innsjøer fra Myklevann i nord til Farrisvann i sør. Dette betyr bl. a. at fosfor som tilføres vassdraget i de fjernere områder av nedbørfeltet i betydelig grad blir holdt tilbake (retensjon) i de ulike innsjøer slik at bare en del når frem til Farrisvann. For i noen grad å ta hensyn til dette er det nødvendig å dele inn feltet på en slik måte at retensjonen i de ulike innsjøer kan bli tatt hensyn til. En slik inndeling ble også gjort i forbindelse med utarbeidelsen av "Vannbruksplan for Farris-vassdraget" (Åstebøl m. fl. 1987). Av praktiske grunner fant vi det naturlig å opprettholde denne inndeling. Inndelingen er vist på kartskisse fig 1. Arealfordelingen innenfor de ulike delområder går frem av tabell 1.

Tabell 1. Farrisvassdraget. Arealfordeling i km<sup>2</sup> innfor de ulike delområder (Etter Åstebøl m. fl. 1987, arealene for dyrket mark er justert i henhold til situasjonen i 1992).

Nr	Felt	Dyrket mark	Tettsted	Vannflater	Skog	Impediment	Sum	%
6	Vanebuv	0,079	0	16,000	95,3	17,125	128,504	26,7
5	Oppdalsv	1,669	0	2,500	45,122	7,017	56,308	11,6
4	Gorningen	3,621	0,7	2,590	50,257	3,883	61,051	12,6
3	Lakssjø	0,834	0,1	0,501	13,569	0,197	15,201	3,1
2	Oklungen	0,387	0	0,589	54,768	5,398	61,142	12,6
1	Farrisv.	2,912	0,3	26,911	123,900	7,452	161,475	33,4
	<b>Sum, km<sup>2</sup></b>	9,502	1,1	49,091	382,916	41,072	483,681	100
	<b>%</b>	2,0	0,2	10,1	79,2	8,5		100

For å kunne ta hensyn til retensjonen i innsjøene er grensene for delnedbørfeltene trukket ved utløpet av innsjøene. Erfaringsmessig har det vist seg at retensjonen av fosfor i innsjøer er en funksjon av vannets teoretiske oppholdstid i de respektive innsjøer. I tabell 2 er det gitt noen innsjøhydrologiske data for de aktuelle innsjøer.

Tabell 2. Morfometriske og hydrologiske data for innsjøer i Farris- Siljanvassdraget (NIVA, 1985, sp. avrenning justert i henhold til NVE, 1987).

	Vanebu vann	Oppdal vann	Gorningen	Lakssjø	Farrisvann	Oklungen
Nedbørfelt, km <sup>2</sup>	128,5	184,8	245,8	261,1	483,7	61,1
Høyde over havet, m	252	102	74	39	22	
Overflateareal, km <sup>2</sup>	0,384	0,770	2,59	0,501	23,05	ca. 0,2
Største dyp, m	20,0	24,5	47,0	15,3	140,0	ca. 15
Volum, mill m <sup>3</sup>	3,6	8,9	65,8	5,92	740,0	ca. 3,0
Midlere dyp, m	9,3	11,6	25,4	11,8	32,1	ca. 8
Sp. avrenning, l/s/km <sup>2</sup>	25	25	24	24	22	24
Årlig avløp, mill. m <sup>3</sup>	107,6	154,5	186,0	197,6	335,6	46,2
Teoretisk oppholdstid, år	0,03	0,06	0,35	0,03	2,21	0,06
Retensjonskoeff. ( P )	0,15	0,2	0,37	0,15	0,6	0,2

Det empiriske uttrykk for retensjon ( R ) for fosfor er:  $R = 1/( 1 + 1/T_v)$  hvor  $T_v$  er vannets teoretiske oppholdstid i innsjøen.

## 4.2 Datagrunnlag

NEDBØR OG KLIMATISKE FAKTORER: Tilførselsberegningene for fosfor gjelder et normalår, dvs. at normalverdier for nedbør og avrenning er lagt til grunn. Dette er nødvendig ved slike teoretiske beregninger hvor det ikke foreligger måleresultater av hva variasjoner i vannføring etc. betyr. Siljanvassdraget er regulert i kraftverksammenheng og dette har ført til at sommervannføringen i elva er mindre enn under naturlige forhold, mens vintervannføringen er større. Betydningen av dette i forurensningssammenheng er ikke undersøkt, men generelt sett vil en reduksjon av sommervannføringen føre til en økning i konsentrasjoner av fosfor i innsjøenes overflatelag på denne tid og følgelig blir algeveksten stimulert. I de senere år er det blitt foretatt reparasjoner av flere demninger, bl. a. i Gorningen. Vannstanden er av denne grunn blitt holdt spesielt lavt. Dette kan også ha hatt innflytelse på de senere års algevekst (se Holtan 1992).

Data om FORURENSNINGSKILDER OG FORURENSNINGSTILFØRSLER er hentet inn fra tekniske etater og landbrukskontorer i de berørte kommuner ( Larvik, Siljan, Skien og Porsgrunn). I den delen av nedbørfeltet som ligger i Kongsberg kommune (delfelt 6 ) er det bortsett fra skogsdrift og en viss rekreasjonsaktivitet, liten menneskelig aktivitet og vi har derfor ikke samlet inn forurensningsdata herfra. Data angående skogsdrift er hentet inn fra Fritzøe`s Skog, Fritzøe`s Fiber og Fritzøe Barkprodukter A/S. Miljøvernavingene i Vestfold og Telemark har også bidratt med data.

I det følgende blir det beregnet fosfortilførsler fra følgende kilder/arealer og aktiviteter:

- atmosfærisk bidrag på vannflater
- avrenning fra skog og fjellområder
- avrenning fra dyrket mark og ulike jordbruksaktiviteter
- tilførsler via sanitært avløpsvann fra spredt bebyggelse og tettsteder
- overflateavrenning fra tettbebyggelser
- tilførsler fra hytter og friluftaktiviteter
- tilførsler fra båter
- tilførsler fra industri (barkdeponi og tømmeropplag)
- fosfortilførsler fra bark
- fosfortilførsler fra jernbanetrafikk

Dessuten er den kvantitative betydning av ulike tiltaksløsninger blitt vurdert og kostnadsberegnet.



## 5. Atmosfærisk fosforbidrag på vannflater

Atmosfæriske tilførsler av fosfor til vann- og landområder er lite undersøkt i Norge. Finske undersøkelser i 1970-årene viste at fosforbidraget via nedbøren varierte fra 6 til 22 kg totalfosfor pr. km<sup>2</sup> og år. (Haapala 1977). Ahl og Wiederholm (1977) angir en kvotient på 20 kg total fosfor pr. km<sup>2</sup> og år i Sverige. Ved undersøkelser NIVA utførte i Telemark i 1978, ble middelverdien for 20 målestasjoner funnet å være 34.1 kg totalfosfor pr. km<sup>2</sup> og år (Rognerud m. fl. 1979). Ved en tilsvarende undersøkelse i Tyrifjordområdet i slutten av 70 -årene, varierte det atmosfæriske fosforbidrag fra 13 til 30 kg totalfosfor pr km<sup>2</sup> og år -middelverdier fra fire observasjonssteder (Berge 1983). Ved en undersøkelse i Maridalen i de senere år av fosforinnholdet i nedbør, ble det funnet en variasjonsbredde fra 12 til 22 kg totalfosfor pr. km<sup>2</sup> og år (upublisererte data). Det viste seg ved denne undersøkelse at konsentrasjonen var lavere i nedbørprøver som ble samlet inn ute på vannet enn tilsvarende prøver samlet inn på land. Dette kommer sannsynligvis av at prøvetakere som er plassert på land lett får tilført støvpartikler, pollen osv. fra nærområdet. Dette er det blitt tatt hensyn til i vårt valg av koeffisient. Vi antar således i våre beregninger at vannflaten tilføres 15 kg total fosfor pr. km<sup>2</sup> og år.

Resultatet av beregningene er vist i tabell 3.

Tabell 3. Atmosfærisk fosforbidrag (tot P) direkte på vannflater (vannarealer) i de ulike delnedbørfelt. Den siste kolonnen viser P-tilførselen når retensjonen er beregnet.

Delfelt	Område	Vannareal, km <sup>2</sup>	kg tot P/år	Tot. tilf./år
6	Vanebuvann	16.0	240	240
5	Oppdalsvann	2.5	38	242
4	Gorningen	2.59	39	233
3	Lakssjø	0.501	8	155
2	Oklungen	0.589	9	9
1	Farrisvann	26.911	404	543
Sum		49.091	738	

Tabellen viser at Farrisvann tilføres 543 kg fosfor pr år som atmosfærisk bidrag til vannflatene i hele nedbørfeltet. Dette bidrag er naturlig betinget.

## 6. Tilførsel fra skog og fjellområder

Tilførsler av fosfor via nedbør og tørravsetninger til landområder, blir bundet opp (adsorbent) av jordsmonnet og vil bare i mindre grad nå vassdrag. Fosforet som transporteres med vannet er i vesentlig grad bundet til humusstoffer og erosjons-produkter.

De ulike bergartstyper og løsavsetninger inneholder i varierende grad fosfor. Ved fysisk og/eller kjemisk forvitring, vil fosfor med en slik opprinnelse nå vassdrag. Skog og vegetasjon innvirker ved fosforopptak, nedbrytningsprosesser og frigivelse av fosfor (stoffomsetning). Det naturlige fosforbidraget fra fjell og skogområder kan således variere både p.g.a. varisjon av nedbørens innhold av fosfor, berggrunnens/løsavsetningenes mineralsammensetning og arealenes vegetasjonsdekke (myr og skog).

I "Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til fjorder og vassdrag (SFT 1991-TA- 774), er følgende koeffisienter angitt:

- fra fjellområder mellom 2 og 5 kg totalfosfor pr. km<sup>2</sup> og år.
- fra skogområder mellom 6 og 7 kg totalfosfor pr. km<sup>2</sup> og år.

Med bakgrunn i vårt kjennskap til berggrunn og løsavsetninger i området, har vi valgt 5 kg fosfor pr. km<sup>2</sup> og år for "fjellområder" i hele nedbørfeltet.

For avrenning fra "skog" har vi valgt 6 kg fosfor pr. km<sup>2</sup> og år for delfelt 5 og 6 og 7 kg pr. km<sup>2</sup> og år for de nederste feltene. Resultatene er gitt i tabell 4. Den siste kolonnen i tabellen viser den toale tilførsel av fosfor fra skog og fjellområder til de ulike vannforekomster når det er tatt hensyn til retensjonen i innsjøene. Elvestrekningene er korte og vi antar derfor at tilbakeholdelsen (retensjonen) av fosfor i disse er tilnærmet lik null.

Tabell 4. Tilførsel av total fosfor fra skog og fjellområder.  
(Retensjon beregnet i siste kolonne)

Delfelt	Område	Skog, km <sup>2</sup>	Fjell, km <sup>2</sup>	Total avrenning kg tot fosfor/ år fra delområder	Total tilførsel av kg tot fosfor/år fra alle arealer ovenfor
6	Vanebu.	95.36	17.025	657	657
5	Oppdalsv	45.122	7.5	308	866
4	Gorning	50.257	3.4	369	1062
3	Lakssj.	13.569	0.6	98	767
2	Oklung	54.768	4.950	408	408
1	Farrisv.	123.9	7.115	903	1882
Sum		382.916	40.590	2743	

Farrisvannet tilføres ca. 1882 kg fosfor pr. år fra fjell, skog og utmark

## 7. Skogbrukets betydning for tilførsel av fosfor

### 7.1 Innledning

Med skogbruk menes her selve skogsdriften såvel som industrielle aktiviteter knyttet til denne dvs. grøfting, bruk av sprøytemidler, gjødsling, transport inklusiv veibygging, hogst, tilplanting, barking og barkdeponier/handtering av bark, tømmerlager i vann og vanning av tømmer.

Ca. 66 % av skogsarealene i Farrisvannets nedbørfelt tilhører Fritsøe's Skoger. Med bakgrunn i redegjørelse fra denne bedrift angående driftspraksis, har vi nedenfor diskutert i hvilken grad skogsdriften og aktiviteter knyttet til denne innvirker på fosfortilførselen til Farrisvassdraget.

### 7.2 Skogarealer og skogsdrift

Med bakgrunn i opplysninger fra berørte kommuner og "VANNBRUKSPLAN FOR FARRIS-VASSDRAGET" (Åstebøl m. fl. 1987), er det totale skogsarealet i nedbørfeltet ca. 383 km<sup>2</sup>. Fordelingen på de ulike delfelter går frem av tabell 5. Fritsøe's Skoger oppgir å eie 240 km<sup>2</sup> produktiv skogsmark og 14 km<sup>2</sup> myr dvs. ca 66 % av det totale skogsareal i nedbørfeltet. 56 % av Fritsøe's Skogers produktive skogsmark ligger i nedbørfeltet til Farrisvann. Med bakgrunn i denne prosentandel har Fritsøe's Skoger beregnet sin sannsynlige virksomhet innen nedbørfeltet og utviklingen i denne slik det går frem av tabell 5.

Tabell 5. Utviklingen i skogsvirksomheten i Fritsøe's Skogers skogarealer i Farrisvannets nedbørfelt.

År	Avvirkning m <sup>3</sup>	Avvirkning areal, da	Glyfosat 1. forbruk kg/år	Nyanlegg skogsbilvei km	Nyanlegg traktorvei km	Nyplanting Antall planter
1991	63000	2600	550	16	29	269000
1990	70000	3100	575	6	35	258000
1989	72000	3000	625	4	50	246000
1988	76000	2700	775	5	38	227000
1987	69000	3000	875	4	39	274000
1986	80000	3800	1025	6	14	314000
1985	79000	3800	1025	3	44	287000
1984	72000	3900	1200	2	40	305000
1983	87000	4000	1150	2	58	304000
1982	85000	3500	1450	2	70	330000
1981	124000	5600	900	4	69	524000

Det drives helårsdrift i skogen med størst aktivitet på avvirkningssiden i perioden november - mars.

### 7.3 Skogsdriften som fosforkilde

#### GRØFTING:

I "gamle dager" ble våtlendt terreng i noen grad grøftet. Etter 1972 har det vært lite nygrøfting, men grøfterens finner fortsatt sted. Vi antar derfor at denne aktivitet har liten betydning med hensyn til fosfortilførsel til vassdraget.

#### GJØDSLING:

I 1983 ble et lite areal på Grorud gjødslet. Siden er gjødsling ikke blitt praktisert.

#### SPRØYTEMIDLER:

Før hogstflatene blir tilplantet, sprøytes de med ugressmidlet Glyfosat fra helikopter. I Fritzøe's Skoger blir et 50-meters belte langs de største vassdrag og innsjøer ikke sprøytet.

Glyfosat er et fargeløst, krystallinsk stoff med kjemisk formel  $C_3H_8NO_5P$ . Stoffet som er klassifisert i fareklasse C, er lite giftig, og det er i følge SIFF (1987) ikke påvist negative effekter ved langtidseksponering av små doser. Det er lett nedbrytbart i jord og vann. Det finnes ingen grenseverdier for tillatt konsentrasjon av glyfosat i drikkevann i Norge. I Canada oppgis en grenseverdi på 280  $\mu\text{g/l}$  for drikkevann og 65  $\mu\text{g/l}$  i økologisk sammenheng (Trotter et al. 1990).

I Fritzøe's skoger sprøytes 2000 - 3000 da pr. år med glyfosat. Forbruket har stadig avtatt utover i 80-årene. I 1991 ble det brukt 550 kg. Dette tilsvarer en fosformengde på ca. 100 kg. Når vi tar i betraktning binding til jord og partikler, vil fosformengden som tilføres vassdrag p. g. a. denne aktivitet bli minimal - kanskje 1 - 2 kg fosfor pr. år.

#### HOGST:

Utviklingen når det gjelder avvirket areal går frem av tabell 5. I 1991 ble det avvirket ca. 2600 da. Skogbruket drives etter moderné prinsipper med flatehogst og bruk av tunge maskiner. De avvirkede arealers beliggenhet bestemmes av gjenvekst og hogststrategi. Følgelig vil hogstflatenes beliggenhet i forhold til vannforekomstenes nærhet variere. Hogstflater som ligger i nærheten av selve hovedvassdraget (Farrisvannet) vil teoretisk sett ha størst betydning. Ellers vil jordsmonnet spille en rolle i denne sammenheng.

Etter hogst avtar evapotranspirasjonen (fordampningen) fra avvirkningsfeltet. Følgelig øker avrenningen. Haveraaen (1981) som har foretatt undersøkelser av dette i Andebu, oppgir at avrenningen økte med 300 mm/år fra en snauhogd flate fra dette området. Dette førte igjen til at vannets kjemiske sammensetning i avrenningsvannet endret seg. Vannets surhetsgrad endret seg lite, mens konsentrasjonen av ulike mineralsalter økte. Nitratavrenningen økte 10 - 20 ganger og selv 4 år senere, var nitratkonsentrasjonen 3 ganger høyere enn før hogst.

Haveraaen fant at økningen i vannets innhold av fosfor var minimal. Dette er i overensstemmelse med konklusjonene til Berge og Traaen (1985) som har foretatt en litteraturgjennomgang om dette tema. I brattlendt terreng er mulighetene i enkelte områder til stede for økt erosjon og følgelig økt tilførsel av partikulært fosfor. En kvantifisering av eventuelle slike bidrag krever imidlertid omfattende undersøkelser.

Skogsdriften foregår i dag etter moderne prinsipper med bruk av store og tunge maskiner.

Dette kan bety økt erosjon og avrenning som følge av store sår i terrenget og tettpakket jordsmonn. Økt tilførsel av erosjonsfosfor kan være et resultat, men foreløpig er ikke dette dokumentert.

#### BYGGING AV VEIER /TRANSPORT:

I tabell 5 er det gitt opplysninger om utviklingen når det gjelder anlegg av nye skogsbil- og traktorveier.

I 1991 ble det i følge denne tabell bygd 16 km skogsbilvei og 29 km traktorvei i Fritzøe's skoger. Slike anlegg betyr økt erosjon og følgelig en fare for økt tilførsel av partikulært fosfor til vassdraget. Imidlertid foreligger det ingen holdepunkter for å kvantifisere eventuelle slike fosforbidrag.

Økt bruk av maskinelt utstyr, øker faren for oljesøl og oljeforurensninger, både fra kjøretøyene og eventuelle lagringsplasser for olje. Vi antar at skogeierne er oppmerksom på dette og tar de nødvendige foranstaltninger. Dette er spesielt viktig i nedbørfeltet til en drikkevannskilde.

#### BARKING OG FLØTING:

Så lenge barkingen foregikk i skogen, under selve skogsarbeidet, representerte den ingen forurensning. Det er etter at barken ble samlet til et sted, at forurensningen begynte.

Henleggelse av kvist og avfall i bekker og vannpytter kan være uheldig både med hensyntil økt fosfortilførsel, men også med hensyntil utløsning av organiske stoffer.

Fløtningen i Siljanvassdraget ble nedlagt i 1966. Deretter har buntefløting i Farrisvannet vært gjennomført i liten målestokk. Uten nærmere kjennskap til tømmerkvantum og tømmerets oppholdstid i vannet, er det ikke mulig å kvantifisere eventuell fosforbidrag fra denne virksomhet. I alle fall må et eventuelt bidrag være langt mindre nå enn tidligere da fløtning pågikk i stor stil.

#### NYPLANTING:

Utviklingen når det gjelder nyplanting på hogstfeltene går frem av tabell 5. I 1991 ble det plantet 269000 granplanter på de gamle hogstfelter. Bortsett fra bruk av glyfosat før plantingen tar til, vil denne aktivitet neppe ha noen vesentlig betydning.

#### KONKLUSJON:

Bortsett fra eventuelt økt tilførsel av erosjonsfosfor p. g. a. veibygging og bruk av store og tunge skogsmaskiner, er det vanskelig å se at selve skogsdriften har noen vesentlig betydning for tilførsel av fosfor til vassdraget. Dette er i overensstemmelse med hva Haveraaen (1981) og Berge og Traaen (1985), som har laget en utredning om sogbrukets betydning i forurensningssammenheng, kom frem til.

Det forutsettes at skogbruket drives på en slik måte at søl av olje og tilførsel av bakterier til vassdrag i størst mulig grad unngås.

## 7.4 Barkfyllinger

### 7.4.1 Deponering, bearbeidelse og forurensningstilførsler

Barkfyllingen ved Vassvik har lenge vært i søkelyset som forurensningskilde for Farrisvann.

Bruken av området (Sky) for deponering av bark tok til i 1962 og frem til 1978 ble det på dette sted deponert ca. 20000 m<sup>3</sup> bark årlig. Totalt ble det altså deponert ca. 320000 m<sup>3</sup> i nevnte periode.

I 1978 begynte Fritzøe Barkprodukter A/S å bearbeide og foredle barken til salgsprodukt. Gjenvinningsanlegget er plassert oppå det gamle deponiet. Stadig mindre bark ble deponert og høsten 1986 opphørte deponeringen fullstendig. All råbark blir nå foredlet på Sky.

Angående behandling og produksjon, gir Fritzøe Barkprodukter A/S følgende opplysninger:

Råstofftilgang pr. år (1991):

-fra Fritzøe Tre	25800 m <sup>3</sup>
-fra Fritzøe Fiber	2200 m <sup>3</sup>
<u>-fra eksterne leverandører</u>	<u>26500 m<sup>3</sup></u>
Totalt	<u>54500 m<sup>3</sup></u>

Produksjon (1991)

-fersk bark til dekking (toppbark) - salg løsmasse	40000 m <sup>3</sup>
-foredling/pakke i sekker	10000 m <sup>3</sup>
<u>-kompostering</u>	<u>4500 m<sup>3</sup></u>
Totalt	<u>54500 m<sup>3</sup></u>

Firmaet opplyser at komposteringsmengden pr år synker. Det er investert i nye maskiner og bark som tidligere ble kompostert, blir nå brukt til dekking. Det taes sikte på å øke sekkeproduksjonen og redusere bulksalget.

Under komposteringen brukes følgende kvanta Urea (46% N) og superfosfat (9% P):

		1990	1991
Kompostert masse	m <sup>3</sup> /år	4150	3200
Urea, totalt forbruk:	kg N/år	5354	4278
	kg N/m <sup>3</sup>	1.29	1.33
Superfosfat, totalt forbruk:	kg P/år	1310	684
	kg P/m <sup>3</sup>	0.31	0.21

Fritzøe Fiber A/S foretar målinger av vannføringen i bekken nedenfor (V-overløp). Det er i tidsrommet 1982 - 1991 tatt prøver av vannet (4 prøver pr. år) som er analysert hos Papirindustriens Forskningsinstitutt (PFI). Analyseresultatene (middelverdier) er vist i tabell 6.

Tabell 6. Anlyseresultater (middelverdier) fra Vassvikbekken.

År	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
COD, mg O <sub>2</sub> /l	255	157	160	143	151	162	123	102	98	130
Fosfor, mg P/l	1,3	1,5	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,55	1,0

Midlere vannføringen ved målestede oppgis å være 187 l/min. i et normalår. Tar vi utgangspunkt i dette og fosforkonsentrasjonen i 1991, blir fosfortransporten fra barkfyllingen:

**98.2 kg/år**

I 1991 ble det tatt prøver fra bekkens utløp i Farrisvannet. Prøvene ble analysert ved Næringsmiddellaboratoriet for Larvik og Lardal. Det ble tatt månedlige prøver. Middelskonsentrasjonen var 99.8 µg P/l. Nedbørfeltet til Vassvikbekken er funnet å være ca. 1.75 km<sup>2</sup> og spesifikk avrenning er av Norges vassdrags og energiverk oppgitt til 18 l/s.km<sup>2</sup>. Under disse forutsetninger blir transporten av fosfor til Farrisvannet via Vassvikbekken i et normalår:

**99.1 kg/år**

Transportverdiene er således av samme størrelsesorden ved begge målinger og beregninger. Av tabell 6 går det frem at COD-verdiene eller vannets innhold av organisk stoff er meget høyt, men bekkens vannføring er liten og følgelig blir den totale årstransport tilsvarende liten.

#### 7.4.2 Forurensningsbegrensende tiltak

Både barkdeponiet og behandlingsanlegget er uheldig plassert med hensyn til forurensningstilførsler til Farrisvann. Ideelt sett vil det med tanke på Farrisvannet som drikkevannskilde, vært ønskelig å flytte begge deler til et sted utenfor nedbørfeltet. Vi antar imidlertid at det praktisk/økonomisk vil by på store problemer å flytte ihvertfall barkdeponiet.

Vi vil derfor foreslå at muligheten for å lede sigevannet ut av feltet vurderes. Dette kan muligens skje via en fellesledning med det kommunale avløpsvannet (se kap. 10.3.4)

### 7.5 Vanning av tømmer

#### 7.5.1 Tømmeropplag og fosfortilførsler

Erfaringsmessig medfører vanning av tømmer og tømmeropplag i vann betydelig tilførsel av fosfor til vannforekomstene. Dette skyldes sannsynligvis bakteriologisk omsetning av organisk stoff i bark og dermed frigivelse av bl. a. næringsalter.

For å kunne studere dette noe nærmere i Farrisvannet har vi innhentet følgende opplysninger om tømmeropplag på land og i vann i/ved sydenden av innsjøen:

Opplag i vann:

Fritzøe Tre A/S:	
Skurtømmer barket:	middel 3000 m <sup>3</sup>
Fritzøe Fiber A/S:	
Ubarket gran	middel 7000 m <sup>3</sup>

Opplag på land:

Fritzøe Tre A/S	
Ubarket skurtømmer (vannes)	middel 10000 m <sup>3</sup>
Fritzøe Fiber A/S	
Ubarket bjørk og osp (vannes ikke)	middel 4000 m <sup>3</sup>

Vannforbruket er 100 m<sup>3</sup> pr. time ved maks lager, og det vannes fra mai til august. Vannet tæs fra Farrisvann og renner tilbake til dette.

Det er ved 2 anledninger (30/6 og 21/7 1992) tatt prøver av avrenningsvannet fra tømmeropplaget på land. Prøvene er analysert ved Næringsmiddeltilsynet i Larvik og Lardal. Resultatene var som vist i tabell 7.

Tabell 7. Næringsalter og bakterier i avrenningsvann fra tømmeropplag i sydenden av Farrisvann.

Dato	Tot. fosfor, µg P/l	Tot. nitrogen, µg N/l	Termotolerante koliforme bakterier antall/100ml
30/6 1992	180	485	>1600
21/7 1992	200	622	1600

Ved å anvende middelveiden for fosfor ( 190 µg P/l ) samt at det vannes med 100 m<sup>3</sup> vann pr. time i 4 mndr., tilføres Farrisvannet **54.7 kg** total fosfor fra tømmeropplaget på land. Bruker vi de samme koeffisienter for utlaking av fosfor fra tømmerlagret som ligger i vann, tilføres vannet tilsvrende fosformengde (**ca. 55 kg**) fra dette opplag. Tilsammen tilføres vannet i følge dette

**ca. 110 kg total fosfor pr. år**  
fra tømmeropplaget (land + vann).

Tømmeropplaget både på land og i vann, ligger nær Farrisvannets utløp.

Hvis vanningsvannets temperatur er høyere enn temperaturen i Farrisvannets overflate, vil det flyte oppå overflaten. Er vinnretningen mot utløpet, vil vanningsvannet raskt forlate Farrisvannet, men ved motsatt vindretning (sønnvind), blir vanningsvannet brakt oppover i Farrisvannet og vil kunne bidra til å stimulere algeproduksjonen.

Vanningsaktiviteten gir seg tydeligvis lite utslag på nitrogenkonsentrasjonen som er av samme størrelsesorden som i Farrisvann. Bakterieinnholdet (termotolerante koliforme bakterier) er imidlertid meget høyt. Vi har lite grunnlag for å antyde årsak til dette, men det kan tyde på at tæs fra en meget forurenset lokalitet ( bekk eller avstengt bukt av Farrisvannet).



### 7.5.2 Forurensningsbegrensende tiltak

En mulighet for å redusere forurensningstilførselen fra tømmeropplaget på land er å føre avløpsvannet via grøfter og ledninger til inntaksledningen for kraftverket ved Farrisvannets utløp.

Selv om vannet er forsorrikt sammenliknet med Farrisvann, vil det neppe kunne renses mer i et fremtidig avløpsanlegg. Utløpskonsentrasjonene fra slike anlegg ligger på omtrent samme konsentrasjon som avvanningsvannet fra tømmeropplaget, ca 200µg P/l.

Vi regner her med at det bygges ca 500 m med grøfter og ledninger til en enhetsprids på 700 kr pr. løpende meter. Det er ikke regnet med at vannet behøver å pumpes. Dette gir en investeringskostnad på 350.000,- kr. Det er regnet driftsutgifter med 10% av investeringene. Dette gir:

Årskostnad (tusen kr)	Effekt (ant kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)
68	55	1,2

Kostnadseffektiviteten er god.

Forurensningsmessig sett ville det vært en fordel om også tømmeret som ligger i vannet kan tas på land og avvanningsvannet ledes i samme grøfte- og ledningssystem. Kostnadseffektiviteten for et samlet tiltak for alt tømmeret vil da bli enda bedre enn anslått ovenfor. Så lenge tømmeret lagres i vann er det ikke mulig å redusere forurensningstilførselen.

## 8. Kalking av vann - betydning for fosfortilførsel

Det er blitt reist spørsmål om i hvilken grad kalking av vann har betydning for fosfortilførselen til vassdrag. For det første kan kalken inneholde mer eller mindre fosfor og for det andre kan kalken medføre utløsning av fosfor fra jord og bunnsedimenter ved at pH endres.

For å få en oversikt over problemets størrelse i Farrisvannets nedbørfelt har vi fra Miljøvern-avdelingene i Vestfold og Telemark fått tilsendt oppgaver over forbruket av kalk til dette formål i de deler av nedbørfeltet som ligger i Buskerud og Vestfold fylker (tabell 8). Kalkingspraksisen i de forskjellige innsjøer varierer. Enkelte lokaliteter kalkes hvert år andre annethvert osv. I tabell 8 har vi forsøkt å stipulere den årlige tilførsel.

Tabell 8. Kalking i nedbørfeltet til Farrisvann.

Innsjø	Areal nbf. km <sup>2</sup>	Delnbf. nr.	CaCO <sub>3</sub> tonn	Kalkmel tonn	Koralgr. tonn	År
Fagervann	5.9	6	22.6			1992
Kanonlivann		6	1.7	3		1992
Omholthfj, 5 vann	1.8	6	5.6	12		1992
Velevassdraget	12	6	39	56		1992
Store Surte	2.1	1	7	12.3	10	1992
Anundsjø		1	4			1992
Store Movann	0.72	1	4			1992, hv. 2 år
Store Limtjern	0.5	1	6.3			1992
Laubu	2.167	1	9			1992
Storhaugtjern	0.3	1	2			1992, hv. 2 år
Hallingdalsvann	0.1	1	2.2			1990/1991, hvert 3. år
<b>Sum, Vestfold</b>	<b>25.587</b>		<b>103.4</b>	<b>83.3</b>	<b>10</b>	
Movann			20.4			1991
Lommetj, syd			3.5			1985
Romsdalstjern			1			1992
Smalvann			0			1992
Lyetjern			0			1992
Venevann			4.3			1992
Lometjern nord			10.2			1992
<b>Sum, Telemark</b>			<b>39.4</b>			

Tilsammen tilføres årlig ca. 236 tonn kalk til ulike innsjøer i Farrisvannets nedbørfelt.

I henhold til Atle Hindar (pers. opplysninger) som er NIVA's ekspert på kalking av vann, kan kalken inneholde fra 20 til 100 µg tot fosfor pr. g kalk. Hindar opplyser også at i enkelte vannforekomster har fosforkonsentrasjonen økt med fra 0.2 til 3 µg tot P/l som følge av kalkingen. Dette gjelder mindre klarvannssjøer i fjellområder.

På bakgrunn av opplysningene ovenfor om kalkmengde og kalkens innhold av fosfor, tilføres vannforekomstene mellom 5 og 24 kg total fosfor pr. år tilsammen. I delområde 1 (Farrisvann) tilføres mellom 2 og 8 kg total fosfor pr. år. Når vi tar i betraktning retensjonen i vassdraget, vil bidraget til Farrisvannet bli meget lite og skjønnsmessig setter vi det her til ca 8 kg fosfor pr. år, mens vi antar at Gorningen tilføres ca 5 kg fosfor pr. år p. g. a. kalking.

Vi antar at bidraget som skyldes utløsning av fosfor fra jord og sedimenter er meget lite. En kvantifisering av et eventuelt slikt bidrag, vil kreve en betydelig forskningsmessig innsats.

#### **KONKLUSJON:**

Fosforbidraget er lite og da kalking er posetivt i økologisk sammenheng fraråder vi å redusere fosforbelastningen ved tiltak i denne sammenheng.

## 9. Fosfortilførsel fra jordbruk

### 9.1 Bakgrunn og problembeskrivelse

Jordbruket i Farrisvassdragets nedbørfelt er allsidig med en blanding av korn- og husdyrproduksjon av ulike slag. Det er mange små driftsenheter og de fleste driver nokså ekstensivt. I de nordlige delene av feltet er det en del bruk som driver mer intensivt.

Det meste av jordbruksarealet kan karakteriseres som moderat eller lite erosjonsutsatt. Det er ingen forhold ved landbruket i dette området som skulle tilsi spesielt store forurensningsbidrag. Fra landbruks- og miljømyndighetenes side har det de siste årene vært lagt ned en betydelig innsats for å få gjennomført tiltak mot landbruksforurensninger.

Tilstanden på gjødsellagere og siloanlegg som er i bruk i området er gjennomgående god. For de anleggene som fortsatt har mangler foreligger det i mange tilfeller planer om utbedringer og en del av dem er under utbedring. Det meste av kornarealene blir nå vårpløyd, og det er de minst erosjonsutsatte arealene som blir høstpløyd.

Det ser ut til at de fleste brukerne i Farrisvassdragets nedbørfelt viser forståelse for at de har sitt yrke i et sårbart område m.h.t. drikkevannskilden Farris. Landbruket i dette området er derfor kommet et godt stykke på veg mot å minimalisere stofftilførslene. Det er imidlertid fortsatt rom for en del utbedringer, og dette kapitlet drøftes ulike alternativer for å gjøre landbrukets bidrag av fosfor enda mindre.

### 9.2 Grunnlagsdata

Data om arealer, husdyrbruk, driftspraksis og tekniske anlegg i de ulike delnedbørfeltene er hentet inn fra landbrukskontorene i Siljan, Skien, Porsgrunn og Larvik. Fylkesmannen i Vestfold har gitt opplysninger om enkeltbruk som er kontrollert av miljøvernavdelingen. Opplysningene som er gitt, er delvis detaljerte, dels gitt som generelle sammenstillinger, og det har vært nødvendig å gjøre en del skjønn omkring endel av dataene.

#### 9.2.1 Arealer, arealbruk og husdyr

##### 9.2.1.1 Dyrka jord

I tabell 9 er det satt opp en fordeling av dyrka arealer med ulike vekster i delnedbørfeltene.

Tabell 9. Jordbruksareal i daa fordelt på ulike vekster i de ulike delnedbørfeltene.

Vekst	Delnedbørfelt						Sum
	1	2	3	4	5	6	
Gjødsla eng	1280	297	601	1076	617	65	3936
Gjøds. beite	350	65	-	135	20	14	584
Korn	777	-	215	2300	762	-	4054
Grønnsaker	-	-	-	-	24	-	24
Potet m.m.	193	25	18	100	216	-	552
Brakk	312	-	-	10	30	-	352
Sum	2912	387	834	3621	1669	79	9502

Det dyrkes ikke høstkorn i Farrisvannets nedbørfelt. Nesten all landbruksproduksjon foregår i liten avstand fra vassdraget ca. 0 - 700 m. Jorda er ikke jordsmonnkartlagt.

Den dyrka jorda i Siljan kommune ligger i all hovedsak på marine sedimenter. Øvre del av Siljan mot Oppdal er dominert av sjøldrenert sand/finsand. Jorda blir mer siltig lengere nedover og det er overganger til lettleire i sørenden av Siljan.

I Farrisvannets nedbørfelt er det mer varierte jordarter, men mineraljord dominerer.

I Kjose er det for en stor del grusjord, mens det ellers er innslag både av grus, sand og leire. På de mest erosjonutsatte jordartene dyrkes det gras.

Det finnes ingen data om jordanalyser i Jorddatabanken i hele Farrisvannets nedbørfelt. 47 prøver fra bruk i Siljan som landbrukskontoret har tatt, viser at gjennomsnittlig PAL er rundt 11,7 (klasse stort innhold). På kornbruk er PAL litt lavere og husdyrbruk litt høyere enn gjennomsnittet.

I delnedbørfelt 1 er det ut fra lokalkjennskap vurdert at fosfortilstanden i den dyrka jorda ligger hovedsakelig i klasse middels eller stort innhold.

### 9.2.1.2 Husdyr

I tabell 10 er dyretall og dyretetthet i de ulike delnedbørfelt presentert. Sett for Farris og delnedbørfeltene under ett, er det rikelig med spredeareal pr. gjødseldyrenhet. Trekker en fra gårder med kun planteproduksjon, blir bildet noe annet.

I Siljan (delområde 3,4,5,6) er det gjennomsnittlig 7 dekar dyrka jord pr. gjødseldyrenhet. På enkeltbruk er disponibelt areal enda lavere. I delområde 1 (Larvik inkl. et par bruk i Siljan) er det i gjennomsnitt 7,5 dekar pr. gjødseldyrenhet på bruk med husdyr.

Tabell 10. Antall dyr av ulike husdyrslag og totalt antall gjødseldyrenheter fordelt på delnedbørfelt.

Dyreslag	Delnedbørfelt						Sum	Sum gj.dyr enheter
	1	2	3	4	5	6		
Melkekyr	84	7	30	68	51		240	240
Storfe								
>12mnd	88	13	53	103	75	9	341	114
<12 mnd	90	12	36	134	55	11	338	113
Gris								
avlsgris	6			155	22		183	61
slaktegris	77	2		900	90		1069	134
Sau	95		80	150	200		525	88
Slaktekylling	5000	15		1200			6215	12
Høner	30	20	1600				1650	14
Hester	39	3					42	17
Anna	(3)			(4)	(10)			
Antall dekar gjødseldyrenh.	14,7	22,7	9,7	10,7	11,7	11,3		12,0
Sum gjødseldyrenheter	198	17	86	339	146	7	-	793

I tabell 11 er det satt en oversikt over total nitrogen- og fosfor-produksjon i de ulike delnedbørfelt basert på opplysninger om dyretall.

Tabell 11. Produserte mengder fosfor i kg i husdyrgjødsel i de ulike delnedbørfeltene. Beregningene er basert på opplysninger om dyretall i de ulike delnedbørfeltene.

	Delnedbørfelt						Sum nedbørf
	1	2	3	4	5	6	
Total P-produksjon	4327	379	1237	7836	2395	129	16303
Total N-produksjon	20.110	1813	7515	29891	13714	771	73814

## 9.2.2 Tilstand tekniske anlegg

### 9.2.2.1 Gjødsellager

Det er tildels gitt detaljerte opplysninger om de enkelte lagere. Tilstanden er forsøkt oppsummert i tabell 12. Landbrukskontoret i Siljan har klassifisert lagrene selv, mens det er

gjort en skjønnsmessig fordeling av lagrene ut fra tilgjengelige data for Larvik og Porsgrunn. Delnedbørfelt 1 er derfor delt i Siljan og Larvik i tabellen. Bruk som har arbeid på gang eller skal ha utbedret sine anlegg i 1993 er i tabell 12 satt opp i tilstandsklasse tett lager.

Tabell 12. Tilstand for gjødsellager i de ulike delnedbørfeltene, representert ved aktuelt antall m<sup>3</sup> husdyrgjødsel fordelt på tilstandstype.

Tilstand lager	Delnedbørfelt						Sum
	1(Siljan)	1(Larvik)	2	3	4	5	
Tett lager med dren. uten dren.	350	] 1220 ]	] 320 ]	1300	3660	2310 300	] 9460 ]
Små lekkasjer med. dren. uten dren.		] 500 ]			800 2200	600 450	] 4450 ]
Med plankeport med dren. uten dren.							
M. pl.p.storfegj med dren. uten dren.				600	200		800
M. pl.p. grisegj. med dren. uten dren.		] 70 ]			180		] 250 ]
Store lekkasjer med dren. uten dren.						150	150
Sum	350	1790	320	1900	7040	3810	15210

I Larvik (delområde 1) har alle husdyrholdere gjødselhåndtering som er godkjent av Fylkesmannen. Det er 17 bruk med gjødsellager, mens 5 bruk har andre godkjente ordninger (løsninger med talle, mellomagringsplasser/kompostering). Svært mange bruk har fått utarbeidet miljøplaner og en god del utbedringer er allerede foretatt eller er under arbeid.

I rapport fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Vestfold (1991) om kontroller i nedbørfeltet til Farrisvann (16 stk) er konklusjonen, sitat: "Pr. i dag synes miljøstatusen for landbruket ved Farris god. Generelt syntes gjødselhåndteringen tilfredsstillende. Endel anlegg var noe nedslitt, men sett under ett var forholdene bra. Allikevel er det viktig med løpende oppfølging av den tekniske standarden på siloanleggene. Selv i Farrisvannets nedbørfelt representerer disse anleggene et forurensningspotensiale av betydning for en drikkevannskilde".

2 bruk har pålegg fra fylkesmannen om å utbedre anlegg. Begge brukene har utarbeidet miljøplan og er ventet å ha bedret sine anlegg i 1993.

#### 9.2.2.2 Siloanlegg

I tabell 13 er det satt opp en oversikt over tilstanden på silolagrene i de ulike delnedbørfeltene representert ved antall m<sup>3</sup> silo innlagt masse. Det aller meste befinner seg i siloanlegg med god standard og små lekkasjer. Det er ingen som har direkte utslipp, men noe infiltreres eller slippes ut på bakken. Anlegg hvor det foregår utbedringer på, er ført opp i klasse "høy

standard".

Tabell 13. Tilstand på silolager i de ulike delnedbørfeltene. Tallene angir m<sup>3</sup> silo nedlagt masse i de ulike tilstandsklasser (Fylkesmannen i Vestfold 1992, Landbrukskontorene).

Delnedbørfelt	Antall m <sup>3</sup> nedlagt fôr	Tilstand			
		Høy stand. ikke lekk.	Lekkasjer	Direkte utslipp	Utslipp på bakken/infil
1	1285	1285	-	-	-
2	20	-	20	-	-
3	1100	1100	-	-	-
4	2500	1200	800	-	500
5	2500	2500	-	-	-
6	-	-	-	-	-

### 9.2.2.3 Melkerom

I tabell 14 er antall melkekyr fordelt på ulike avløpsløsninger i de ulike delnedbørfelt ført inn. De aller fleste melkeproduksjonsbruk har avløp til gjødselkjeller. Dette er regnet som en god løsning der kjelleren er tett. Det brukes mest fosforfattige og fosforfrie vaskemidler.

Tabell 14. Antall melkekyr fordelt på ulike disponeringsmåter for melkeromsavløp i de ulike delnedbørfelt.

Avløpsløsning	Delnedbørfelt					
	1	2	3	4	5	6
Avløp gjødsellager	38	-	30	68	31	-
Infiltrasjon i grunn	20	7	-	-	-	-
Direkte utslipp	21	-	-	-	-	-

### 9.2.2.4 Hydrotekniske Anlegg

Det er gjennomført tiltak for å kontrollere vann på arealene i Siljan i hele 70- og 80-årene, slik at det i dag ikke er store mangler eller aktuelle områder å sette igang nye tiltak på. I Larvik er det på de aller fleste eiendommer i området laget miljøplaner. I den forbindelse har de gått over de hydrotekniske anleggene sammen med brukerne. Tilstanden er vurdert å være god. Det er svært lite jorderosjon i området. Jordteigene er for en stor del ganske små og det er lite overvann. På de bratteste arealene dyrkes gras.

## 9.2.3 Driftspraksis

### 9.2.3.1 Gjødsling med husdyrgjødsel

De fleste arealene i Siljan ligger med helling mot hovedvassdraget, dette gjelder også arealer hvor det blir spredd husdyrgjødsel. Ofte blir det spredd husdyrgjødsel helt ned til vannkanten, noe som innebærer fare for forurensning. Det er antatt at det blir spredd husdyrgjødsel på ca. 2000 dekar pr. år og at 5-600 av disse ligger i nær tilknytning til vassdraget. Det forekommer ikke vinterspredning og all høstspredning blir nedmoldet.

I Siljan har ca. 60% av brukene gjødselplaner, og det er oppdaterte jordprøver på alle bruk.

I Larvik blir husdyrgjødsel for det mest spredd om våren, men noe spres om høsten etter at vekstsesongen er over. Alt blir pløyd (moldet) ned. Resten blir spredd om våren eller i vekstsesongen. Tallegjødsel blir lagt opp i haug og kompostert før den spres ut. Svært lite av arealet hvor det spres gjødsel ligger ned mot Farris. Det meste av arealet som tilføres husdyrgjødsel er forholdsvis flatt. Landbrukskontoret i Larvik lager gjødselplaner til ca. 10% av brukene hvert år, i tillegg kommer de som får gjødselplaner fra forsøksringen.

I nedbørfelt 2 (Porsgrunn) er det ett bruk med husdyr og 100 daa som tilføres husdyrgjødsel. Landbrukskontoret vurderer at det ikke vil være spesiell forurensning fra husdyrgjødsel i dette området.

I alle delnedbørfelt der det dyrkes korn i kombinasjon med husdyrproduksjon, er det vanlig å bruke 3-4 tonn husdyrgjødsel til korn. I Siljan gis det opp til 10-12 tonn med husdyrgjødsel til fôrvekster (raigras og raps). Inntrykket er at det blir gjødslet noe svakere i Larvik.

I tabell 15 er det satt opp en prosentvis fordeling av husdyrgjødsel spredd på ulike tidspunkt i de ulike delnedbørfeltene. Det er forholdsvis små mengder husdyrgjødsel som spres om høsten i alle delnedbørfelt.

Tabell 15. Prosentandel av husdyrgjødsel spredd om våren, i vekstsesongen og om høsten i de ulike delnedbørfeltene.

Spredetidspunkt	Delnedbørfelt					
	1	2	3	4	5	6
Vårspredd + nedmolda	80	↑	65	75	70	
Vårspredd på eng		100				100
På eng i vekstsesongen	10	↓	25	15	20	
Høstspredd og nedmolda	10		10	10	10	

### 9.2.3.2 Gjødsling med kunstgjødsel

Gjennomsnittlig forbruk av kunstgjødsel til de ulike vekster i de ulike delnedbørfelt er anslått av landbrukskontorene og satt opp i tabell 16.



Tabell 16. Middel forbruk av nitrogen og fosfor i kunstgjødsel i kg pr.dekar til ulike vekster i de ulike delnedbørfeltene.

Delomr.	Eng		Korn		Potet	
	Nitrogen	Fosfor	Nitrogen	Fosfor	Nitrogen	Fosfor
1	15	2	11	1,5	11	4
2	15	2			12	4
3	14	2	10	2	12	5
4	12	1,5	10	2	12	5
5	12	2	10	2	12	5
6	15	3				

### 9.2.3.3 Totalt gjødselforbruk

Tabell 17 viser gjennomsnittlig mengde totalnitrogen og fosfor i husdyrgjødsel og i kunstgjødsel pr. arealenhet som spres i de ulike delnedbørfeltene, samt en beregning av gjennomsnittlig tilførsel av nitrogen og fosfor. Det er gjort fratrukk for gjødsel fra 2 gårder som frakter husdyrgjødsel ut av Farrisvannets nedbørfelt. Beregningen er foretatt på bakgrunn av opplysninger om kunstgjødsel gitt til de ulike vekster og beregnet mengde husdyrgjødsel som spres i de ulike feltene.

Tabell 17. Gjennomsnittlig mengde fosfor pr. dekar fulldyrket areal i drift i de ulike delnedbørfeltene.

Delnedbørfelt	Husdyrgjødsel		Kunstgjødsel		Husdyrgj. + kunstgjøds.	
	Nitrogen	Fosfor	Nitrogen	Fosfor	Nitrogen	Fosfor
1	6,9	1,5	12,1	1,8	19,0	3,3
2	4,4	1,0	14,9	2,1	19,3	3,1
3	9,0	1,5	12,9	2,1	21,9	3,6
4	8,3	2,2	10,7	1,9	19,0	4,1
5	8,4	1,4	9,4	1,7	17,8	3,1
6	10,9	1,0	15,0	3,0	25,9	4,0

### 9.2.3.4 Jordarbeidingspraksis

I Siljan (felt 3,4,5) er det i stor grad innført endrede jordarbeidingsrutiner, og mesteparten av kornarealet blir vårpløyd. Høsten 1992 ble det innvilget tilskudd til 2100 dekar kornareal og det ser ut til at det meste av ikke innvilget areal (450 dekar) også ligger i stubb vinteren 92/93. I desember 1992 er det kun observert 100-200 dekar som er pløyd i hele kommunen.

Ca. 3500 daa i Siljan er permanent eng. De arealer som høstpløyes er for å få moldet ned husdyrgjødsel p.g.a. for liten lagerkapasitet (et bruk). Disse arealene er vurdert som lite erosjonsutsatt. Arealene pløyes rundt 1.oktober.

Det dyrkes gras på ca. 65 % av det dyrka arealet i nedbørfeltet til Farrisvann. Ca. 50% av kornarealet fikk innvilget tilskudd til endret jordarbeiding høsten 1992. Resten, ca. 350 dekar

blir høstpløyd. 80-90% av dette arealet blir pløyd i oktober og november. Det er svært lite av arealene som er direkte bratt og erosjonsutsatt. På det mest erosjonsutsatte arealet dyrkes det gras.

#### 9.2.3.5 Beiting

I Siljan går de fleste ungdyr og sau på utmarksbeite fra 1.mai. til ca.1.oktober. I område 2 holder Siljan beitelag til og her går det ca. 60 melkekyr og 40 ungdyr under 1 år på ca. 200 daa hele sommerhalvåret. Beiteområdet ligger helt inntil vassdraget og er flatt. Forøvrig beites det på arealer som ligger i tilknytning til vassdraget ca. 50 melkekyr og 20 -30 hester. Gjenvekst etter 2. slått som ikke blir brukt til silo blir beitet. Det er svært lite gjenvekst som overvintrer.

I Farrisvannets nedbørfelt går ingen beitedyr helt ned mot vannet. Både innmarks- og utmarksarealer blir benyttet. Det er kun en besetning som benytter åpen bekk som drikkevann. Siste siloslått blir tatt ganske seint og beitesesongen varer til først i oktober. Det blir lite "grasstubb" som står igjen. I dette delnedbørfeltet er det minst 312 dekar jordbruksareal som ikke blir høstet.

#### 9.2.3.6 Rundballensilering

Siljan oppgir 11 bruk med rundballer tilsammen ca. 1400 m<sup>3</sup> surfor. Det alt vesentlige er vurdert å ligge plassert med liten fare for forurensning. 600 m<sup>3</sup> ligger for nære bekk og kan medføre forurensningfare.

I Larvik har 4 brukere rundballer, tilsammen ca 420 rundballer à 400 kg. De har fortørking av graset og dermed lite pressaft. Ballene blir lagret og åpnet like ved driftsbygningene, et godt stykke unna åpent vann. Landbrukskontoret mener at det er liten fare for at silopressaft skal komme ut i vassdraget. Jordarten der ballene blir lagret er sand/grusjord.

## **9.3 Avrenning av fosfor**

### **9.3.1 Beregningsgrunnlag - dyrka mark**

Fosforavrenning fra dyrket mark er beregnet etter følgende koefisienter:

Eng:	55 g fosfor pr.dekar x år
Korn:	65 "
Anna åpenåker:	75 "
Brakk:	30 "

Tallet er fastsatt både på grunnlag av målinger på Ås (Uhlen 1989), flerårige avrenningsmålinger i Siljan (Lundekvam 1983) og skjønsmessige vurderinger etter kjennskapet til arealenes kvalitet.

Det er ikke regnet med ekstra avrenning av fosfor fra gjenvekst da siste slått blir tatt svært seint og at husdyra vanligvis beiter ned den gjenvekst som blir igjen etter høyproduksjon eller siloslått.

På bakgrunn av data om praksis ved spredning av husdyrgjødsel, er det beregnet hvor store mengder nitrogen og fosfor som blir spredt om høsten. Ut fra opplysninger om arealer med vårspredning med nedmolding og spredt på eng i vekstsesongen, er det anslått en maksimal midlere utnyttingsgrad av nitrogen for plantevekst på 41 % dersom en kunne nytte disse verdistoffene i vekstsesongen. Beregninger av dette er vist i tabell 18.

Tabell 18. Antall kg nitrogen og fosfor spredt i husdyrgjødsel om høsten, samt erstatningstall for nitrogen i husdyrgjødsel ved eventuell vårspredning.

Næringsstoff	Delnedbørfelt						Sum
	1	2	3	4	5	6	
Fosfor	378	-	124	783	240	-	1525
Nitrogen	1782	-	752	2989	1371	-	6894
Effektivt nitrogen	730	-	301	1196	549	-	2776

Ved høstspredning av husdyrgjødsel er det regnet med at 82% av nyttbart nitrogen årlig går tapt til luft eller ved avrenning (Hole 1990). Det er da regnet med at det vil gjennomsnittlig ta 2 dager fra utkjøring til nedmolding. Avrenning av fosfor er satt til 2% av totalt utkjørt fosfor i husdyrgjødsel (Vagstad 1991).

### 9.3.2 Beregningsgrunnlag - punktkilder i landbruket

#### 9.3.2.1 Gjødsellager

Oversikt over gjødsellager, størrelser, mengde lagret gjødsel og tilstand på lager er innhentet fra landbrukskontorene og Fylkesmannen i Vestfold, Miljøvernavdelingen. Avrenning av fosfor fra husdyrgjødsellager er beregnet på grunnlag av lagringskapasitet og tilstand på det enkelte gjødsellager (Landbrukskontorene 1992, Fylkesmannen i Vestfold 1992). Ut fra beregnet mengde lagret gjødsel er det beregnet fosforavrenning etter gjødsellagernes tilstand. Avrenningskoeffisienter er hentet fra Holtan et al. (1990).

#### 9.3.2.2 Siloanlegg

Data for siloanlegg er innhentet på samme måte som for husdyrgjødsel. Det er forutsatt en gjennomsnittlig tørrstoffprosent i innlagt fôr på 21%. Ut fra anleggenes tilstand og data om innlagt masse, er aktuell avrenning beregnet. Dette er en noe høyere prosent enn det som har vært regnet med tidligere (Åstebøl et al. 1986), men de senere årene er det blitt vanligere med fortørking av graset slik at en dermed kan regne med en generelt lavere avrenning fra silo.

### 9.3.2.3 Melkerom

Data for melkeromsavløp er beregnet ut fra antall melkekyr og type avløp fra det enkelte lager, samt koeffisienter for fosforavrenning etter Holtan et al. (1990). På grunn av at de fleste melkeprodusenter i dag bruker fosforfritt eller fosforfattige vaskemidler i melkerom, er fosforinnholdet i melkeromsavløpet redusert med 30% til 0,0665 kg fosfor pr. melkeku pr. år.

### 9.3.2.4 Rundballer

Ifølge forskriften for silopressaft fastsatt av Miljøverndepartement 1. september 1986 gjelder forskriften også pressaft fra rundballer. Ved fortørking av graset opp mot 30-35% tørrstoff vil det ikke bli avrenning. Slik fortørking blir mer og mer vanlig, men innhøstingsforholdene det enkelte år avgjør hvor høy tørrstoffprosenten blir. Ikke alle bruk benytter fortørking.

Fra strekkfilmpakkete rundballer vil eventuell siloproessaft lekke gradvis ut av ballen utover høsten. I sekkepakkete baller vil det bli en konsentrert avrenning idet sekken åpnes. Noen åpner rundballene ute, andre innendørs.

Det er ikke mulig å anslå den aktuelle avrenningen fra rundballer i nedbørfeltet ut fra den kunnskapen som finnes. Det er imidlertid stilt følgende forutsetninger til grunn for de mengder rundballer som er oppgitt:

- fosforinnhold i pressaft på 0,4 kg/tonn (Håland 1979)
- gjennomsnittlig tørrstoffinnhold på 20 %
- hver rundballe veier i utgangspunktet 650 kg.

## 9.3.3 Beregnet avrenning

### 9.3.3.1 Arealavrenning

I tabell 19 er det satt opp en oversikt over avrenning av fosfor fra ulike vekster i de ulike delnedbørfelt.

Tabell 19. Beregnet avrenning av fosfor i kg pr. år fra dyrket mark i de ulike delnedbørfelt.

Areal	Delnedbørfelt						Sum
	1	2	3	4	5	6	
Eng/beite	90	21	33	67	35	4	250
Korn	51	-	14	150	50	-	265
Anna åpenåker	14	2	1	8	18	-	43
Areal ute av drift	9				1		10
Sum	164	23	48	225	104	4	568

### 9.3.3.2 Gjødslager

I tabell 20 er beregnet fosforutslipp fra gjødslager satt opp. Der landbrukskontorene har gitt opplysninger om at arbeid pågår eller at utbedringer vil skje i 1993, er lageret ført opp i klasse tett lager.

Tabell 20. Utslipp av fosfor i kg pr. år fra gjødslager i de ulike tilstandsklasser.

Lager	Delnedbørfelt						Sum
	1(Siljan)	1(Larvik)	2	3	4	5	
Tett lager med dren. uten dren.	1	1	<1	2	5	3 <1	12
Små lekkasjer med dren. uten dren.		1			4 3	3 1	12
Med pl.p.storfe med dren. uten dren.				1	<1		1
Med pl.p. grisevj. med dren. uten dren.		2			2		4
Store lekkasjer med dren. uten dren.						3	3
Sum	1	4	<1	3	14	10	32

Et tett lager i delområde 6 er ikke tatt med i tabellen. I tillegg til gjødsel som går til gjødslager kommer ca. 110 m<sup>3</sup> talle fra ulike delområder som mellomlagres/ komposteres utendørs før spredning. Dette er ordninger som er godkjent av fylkesmannen.

### 9.3.3.3 Siloanlegg

I tabell 21 er det foretatt en beregning av årlig utslipp av fosfor til vassdrag fra siloanlegg i de ulike delnedbørfelt. Det er små tilførsler av fosfor i felt 1-3 og ingen i 6 hvor det ikke er noen siloanlegg i bruk. 3 siloanlegg i delnedbørfelt 4 bidrar imidlertid med noe fosfor og bør utbedres. På 2 anlegg i felt 5 foregår det utbedringer, og disse to anleggene er ført opp i klasse "høy standard". I felt 5 vil det i realiteten ikke være nevneverdig avrenning fra siloanlegg når de 2 anleggene er utbedret.

Tabell 21. Beregnet utslipp av fosfor i kg pr. år fra siloanlegg i de ulike tilstandsklasser.

Delnedbørfelt	Tilstand				Sum delnedbørfelt
	Høy stand. ikke lekkasjer	Lekkasjer	Direkte utslipp	Utslipp på baken/infilt	
1	2	-	-	-	2
2	-	<1	-	-	<1
3	2	-	-	-	2
4	2	12	-	26	40
5	4	-	-	-	4
6	-	-	-	-	-
Sum	10	12	-	26	48

#### 9.3.3.4 Melkerom

I tabell 22 er det beregnet årlig utslipp av fosfor fra melkerom med ulike avløpsløsninger. Desimaler er tatt med kun for å få fram at det er lekkasjer, men at mengdene er svært små.

Tabell 22. Beregnet utslipp av fosfor i kg pr. år fra melkerom med ulike utslippsløsninger.

Disponeringsmåte	Delnedbørfelt					
	1	2	3	4	5	6
Avløp til gjødsellager	0,3	-	0,2	0,4	0,3	-
Infiltrasjon i grunn	0,4	0,1	-	-	-	-
Direkte utslipp	2,0	-	-	-	-	-
Sum utslipp felt	2,7	0,1	0,2	0,4	0,3	-

#### 9.3.3.5 Rundballepressaft

Tilsammen blir ca. 1180 tonn gras lagt i rundballer pr. år. Det gir etter forutsetningene i punkt 8.3.1.2.4 følgende regnestykke for rundballepressaft:

$$1180 \text{ tonn} \times 8\% \text{ avrenning /tonn} = 94,4 \text{ tonn, dvs. ca } 94 \text{ m}^3 \text{ pr år.}$$

Dersom dette lekker ut, representerer det et årlig fosforbidrag på ca. 38 kg. En del av pressaftfosforet vil sannsynligvis bindes til jorda og ikke nå vassdraget. Hvis 50% av pressafta havner i vassdraget, vil dette utgjøre et fosforbidrag på 19 kg pr. år. Regnestykket er imidlertid svært usikkert.

## 9.4 Tiltak

### 9.4.1 Beregningsgrunnlag

I tabell 23 er det satt opp en oversikt over beregnet årlig fosfortilførsel fra dyrka mark, ulike punktkilder og rundballer i de ulike delnedbørfelt. Tilførslene må sies å være små, og det er svært lite å hente på punktkildene.

Tabell 23. Beregnet tilførsel av fosfor i kg pr. år til de ulike delnedbørfelt i Farrisvassdragets nedslagsfelt fra de ulike kildene.

Kilde	Delnedbørfelt						Sum
	1	2	3	4	5	6	
Dyrka mark	164	23	50	225	104	4	570
Gjødsellager	5	-	3	14	10	-	32
Siloanlegg	2	-	2	40	4	-	48
Rundballer	5	-	1	5	8		19
Melkerom	2	-	-	-	-	-	2
Sum punktkilder	9	-	5	54	14	-	82
Sum jordbruk	178	23	56	284	126	4	671

## 9.4.2 Effekter av tiltak - arealavrenning

### 9.4.2.1 Spredning av all husdyrgjødsel i vekstsesongen

I tabell 24 er det foretatt en beregning av fosfortap i kg pr. år forårsaket av husdyrgjødsel som blir spredt om høsten. Avrenningen er beregnet til totalt 33 kg pr. år.

Tabell 24. Beregnet årlig avrenning av antall kg fosfor fra høstspredt husdyrgjødsel i de ulike delnedbørfelt.

	Delnedbørfelt						Sum
	1	2	3	4	5	6	
Fosfortap	9	-	3	16	5	-	33

En del husdyrgjødsel blir spredt om høsten for å jevne ut arbeidstopper fra våren. En annen grunn er spredning p.g.a. for liten lagerkapasitet. Dette gjelder så vidt en har erfart kun et lager i Siljan dersom en regner 8 måneder som tilstrekkelig lagerkapasitet.

Ved en utbygging av det ene gjødsellageret til større lagerkapasitet, vil all husdyrgjødsel kunne spres om våren. Dette vil gjøre det mulig å fjerne alle disse 33 kg fosfor som en regner lekker ut ved høstspredning.

### 9.4.2.2 Ingen høstpløying

Det meste av arealene som høstpløyes er p.g.a. nedmolding av husdyrgjødsel. Jordartene i hele Farrisvannets nedbørfelt tilsier at det ikke er noe i veien for at det meste av arealene kan vårpløyes uten avlingsmessige konsekvenser for bonden. En begrunnelse for å høstpløye, kan likevel være for å flate ut arbeidstopper gjennom året.

På grunn av at de arealene som blir høstpløyd i dag er små og forholdsvis lite erosjonsutsatt, vil effekten imidlertid bli forholdsvis liten av å slutte med høstpløying. Beregnet effekt i de ulike delnedbørfelt er vist i tabell 25.

Tabell 25. Beregnet effekt i kg fosfor pr. år ved overgang til vårpløying på resterende høstpløyd areal i kg pr. år i de ulike delnedbørfelt.

	Delnedbørfelt						Sum
	1	2	3	4	5	6	
Fosfortap	7	-	←-----	3	-----→		10

#### 9.4.2.3 Gjødseplanlegging

God planlegging av gjødslingen, særlig på bruk med mye husdyr, har stor betydning for utnytting av det fosfor som er tilgjengelig i husdyrgjødsel. I Siljan har ca. 60% av brukene gjødseplaner. I Larvik lager landbrukskontoret gjødseplaner for rundt 10% av brukene hvert år.

Det er ikke framkommet opplysninger som gir grunnlag for å si at det foregår uriktig eller overdreven gjødse i feltet. Av dataene kan en imidlertid se at det er nokså store disponible mengder fosfor i husdyrgjødsel i distriktet. På bruk med husdyr er det i Siljan i gjennomsnitt 2,8 kg fosfor pr. dekar fulldyrket areal bare i husdyrgjødsel. I tillegg gjødsles det med kunstgjødsel. En del av disse brukene har også en del korn, en vekst som krever forholdsvis lite fosfor. Det spinkle jordanalyse materialet som forligger om letttilgjengelig fosfor, tyder på at en god del av den dyrka jorda kan tilføres mindre fosfor enn det normen tilsier.

Ut fra forskrifter om dyretetthet, er situasjonen under ett forsvarlig, men det kan være enkelte bruk som i virkeligheten har forholdsvis små spredearealer, spesielt med tanke på fosfor, da en vet at mange bruk drives svært ekstensivt.

Konklusjonen på dette må være at fosforgjødslingen trolig er i overkant av det nødvendige på enkelte bruk. Landbrukskontorene bør derfor følge opp hvert enkelt bruk for å se om husdyrgjødsel kan disponeres bedre. Bruk med for store mengder fosfor i husdyrgjødsel i forhold til det totale behovet på bruket bør vurdere om det er mulig å få spredt noe av husdyrgjødsel på bruk som ikke har husdyr.

#### 9.4.2.4 Beiting

Beiting helt ned til vannkildene bør unngås og drikkevannsforsyning til beitedyrene bør foregå minimum 50 meter fra vannkant. Det er ikke beregnet noen effekt av dette, men bør være et generelt råd til alle som har beitedyr ned til drikkevannskilder som drenerer til Farrisvann.

### **9.4.3 Effekter av tiltak - punktutslipp**

#### 9.4.3.1 Gjødsellager

Heving av standarden på alle gjødsellagere i alle delnedbørfelt til "tett lager", vil senke tilførselen av fosfor til de ulike delnedbørfeltene med 14 kg pr. år.



### 9.4.3.2 Siloanlegg

Heving av standarden på siloanlegg til klasse "høy standard" i delnedbørfelt 3,4 og 5 vil redusere fosforavrenningen i disse delnedbørfeltene med tilsammen 35 kg.

### 9.4.3.3 Melkerom

Utslipp av fosfor fra melkerom er svært lite i alle delnedbørfelt. Et anlegg som har direkte utslipp bidrar med ca. 2 kg fosfor pr. år i Farrisvannets nedbørfelt.

### 9.4.3.4 Lagring av rundballer

Et grovt anslag for potensiell avrenning av silopressaft fra rundballer er 38 kg fosfor pr år. Hvis 50% av dette lekker ut i Farrisvannet representerer dette et fosforbidrag på 19 kg pr år. Det er likevel grunn til å ta på alvor den potensielle forurensningfare som kan oppstå ved runballeensilering. En bør derfor ta visse forholdsregler for å unngå at pressaft fra rundballer renner ukontrollert av (Bardalen, pers. medd.):

- \* lagringen bør skje i god avstand fra vassdrag
- \* ikke lagring over drens-systemer mot vassdrag
- \* kontrollert avrenning fra lagringsplass (nye forskrifter kommer)
- \* bortledning til gjødselkjeller eller spredning på jordet
- \* hvis ikke kontrollert avrenning, lagre på forskjellige steder fra år til år.

Lagring av rundballer på forsvarlig måte, vil kunne redusere avrenningen av fosfor til vassdraget ulike med 19 kg pr. år.

## **9.4.4 Samlet vurdering av tiltak og effekter**

Det er arealene som bidrar med den største tilførselen av fosfor til Farris. Dyrking av jord med tilførsel av gjødsel, jordarbeiding og andre aktiviteter, tilsier en økt omsetning av næringsstoffer og større utvasking enn fra et areal i urørt tilstand. Det må derfor aksepteres at jordbruket bidrar noe med fosfor og andre næringsstoffer til Farrisvassdraget så lenge en godtar at det skal drives jordbruk i området.

Gjennomgangen foran viser at jordbruket i Farrisvassdragets nedbørfelt, tross tidligere innsats for å redusere forurensninger, fortsatt kan bidra med noe. Hvilke kilder det lønner seg å investere i blir diskutert i neste kapittel, og det blir derfor ikke tatt stilling til dette her.

### 9.4.4.1 Punktkilder

Når det gjelder punktkildene, er det små, men kanskje nødvendige investeringer som skal til for å redusere fosfor fra anlegg som lekker. På gjødsel- og siloanlegg kan en enda redusere fosfortilførslene med ca 50 kg pr. år ved å utbedre disse. Et bruk som har melkeromsavløp på bakken, kan fjerne 2 kg fosfor ved å slette denne type avløp. Disse tiltak i tillegg til et godt vedlikehold og små eller ingen uhell, vil gjøre situasjonen svært god for disse kildene framover.

#### 9.4.4.2 Arealkilder

For arealene er det i hovedsak tre tiltak som bør settes inn (ikke prioritert rekkefølge):

- 1) Unngå all spredning av husdyrgjødsel utenom vekstsesongen. Helst ikke spre gjødsel etter 15. august. Tabell 24 viser at en kan redusere tilførslene i de ulike delnedbørfelt med tilsammen 33 kg fosfor pr. år med dette tiltaket.
- 2) Vårpløing av all jord som lar seg vårpløye. Tiltaket vil redusere den totale fosfortilførselen med 10 kg pr. år, jfr. tabell 25.
- 3) Bedre utnytting av husdyrgjødsel. Redusere bruk av fosfor i kunstgjødsel der husdyrgjødsel dekker vekstenes behov. Redusere den totale fosfortilførselen der høye PAL-tall tilsier redusert gjødsling med fosfor. Datamaterialet gir ikke grunnlag for beregning av effekt av dette tiltaket.
- 4) Sikre lagringsplasser for rundballer slik at det ikke blir ukontrollert avrenning fra slike plasser. Hvis forutsetningene som er beskrevet foran holder i praksis vil dette kunne redusere avrenningen med 19 kg fosfor pr. år.

#### 9.4.4.3 Annet

Det er også andre tiltak som kan redusere avrenning av fosfor til Farrisvannet. Vi har vært inne på beiting, men dette tiltaket kan ikke tallfestes.

Endel steder er det dyrket helt ned til vannkant. Det kan ha en effekt på avrenning av fosfor at det får vokse seg til med kratt i en sone på minst 5 meter fra vannkant.

#### 9.4.4.4 Sammenfatning

I tabell 26 er effekten av de foreslåtte tiltak innenfor jordbrukssektoren med hensyn til årlig tilførsel av fosfor summert opp. Tabellen viser også den nåværende og fremtidige teoretiske tilførsler til de ulike delnedbørfelt.

Tabell 26. Samlet oversikt over reduksjon av fosfortilførselen ved de foreslåtte tiltak, samt den totale tilførsel før og etter tiltak. Benevning: kg fosfor pr. år.

Tiltak	Delnedbørfelt						Sum
	6	5	4	3	2	1	
Vårgjødsling		5	16	3		9	33
Vårpløying			3			7	10
Gjødsellager		6	8				14
Silo		3	31	1			35
Melkerom						2	2
Rundballer		8	5	1		5	19
Sum		22	63	5		23	113
Tilf. før tilt.	4	126	284	56	23	178	671
Red. fosfor		22	63	5		23	113
Tilf. etter tilt	4	104	221	51	23	155	558

Av tabellen går det frem at de foreslåtte tiltak tilsammen representerer en fosforreduksjon til vassdraget (delfeltene) på 113 kg pr. år. Tar vi hensyn til retensjonen i vassdraget vil reduksjonen av fosfortilførselen til Farrisvannet bli på ca. 70 kg fosfor pr. år.

## 9.5. KOSTNADER OG KOSTNADSEFFEKTIVITET VED TILTAK MOT LANDBRUKSFORURENSNINGER

### 9.5.1 Generelt

Beregningene er utført som en form for samfunnsøkonomisk nettokostnadsanalyse.

Brutto kostnad = Årlig brutto samfunnsmessig merkostnad eller redusert inntekt som følge av tiltaket.

Brutto inntekt = Årlig brutto samfunnsmessig merinntekt eller redusert kostnad som følge av tiltaket. Nettokostnad framkommer som bruttokostnad fratrukket bruttoinntekt (kostnadsbesparelse) ved tiltaket.

Kostnadseffektivitet er beregnet som nettokostnad i kroner pr. kg redusert fosfor (P).

Når vi benevner analysen "en form for" samfunnsøkonomisk nettokostnadsanalyse betyr det at det ikke er gjennomført en fullstendig samfunnsøkonomisk analyse, men som det vil framgå, er det gjort noen justeringer utover rent foretaksøkonomiske betraktninger.

Økonomiske virkninger oppstår dels som investeringskostnader og dels som årlige drifts- og vedlikeholdskostnader, og eventuelt som innsparinger. Investeringene er omregnet til årlige kostnader ved å amortisere etter annuitetsmetoden. Som samfunnsøkonomisk kalkulasjonsrentefot brukes 7%, som anbefalt av Finansdepartementet (1978). Den økonomiske levetiden for investeringer er satt til 10 år for maskiner og redskaper, 20 år for investeringer i siloanlegg og 30 år for andre bygningsmessige investeringer. Dette er i hovedsak de samme avskrivningstider som brukes i NILF's driftsgranskinger.

Beregningene baserer seg på opplysninger fra landbrukskontoret i Skien, Porsgrunn og Siljan, landbrukskontoret i Larvik og fylkesmannen i Vestfold. Som det vil framgå, er kostnadene og dermed kostnadseffektiviteten for en del tiltak følsomme for opplysninger om antall enheter som trenger utbedring, antall daa med høstspredning av husdyrgjødsel, høstpløying etc. Tallene kan derfor variere betydelig mellom ulike delnedbørfelt. Fordi det i Farrisvannets nedbørfelt er relativt få og små enheter, har vi allikevel valgt å basere beregningene på disse opplysningene i stedet for å velge grove gjennomsnittstall. Det er imidlertid viktig å være klar over at beregningene ikke kan bli mer nøyaktige enn de grunnlagsdataene de bygger på.

Beregningene er utført med utgangspunkt i 1992-priser på produkter og innsatsfaktorer i henhold til "Håndbok i driftsplanlegging 1992/93" (NILF, 1992). Det er ulike oppfatninger om hva som er samfunnsøkonomisk riktig verdsetting av jordbruksprodukter. De relativt høye produktprisene i Norge kan tas som et uttrykk for en betalingsvilje for norsk jordbruksproduksjon. Denne betalingsviljen er i så fall politisk bestemt og knyttet til at landbruket oppfyller visse mål (bl.a. sysselsetting, distriktpolitikk og matvareberedskap). Dette taler for å bruke innenlandske priser også i samfunnsøkonomiske analyser. På den annen side kan det hevdes at Norge kan importere landbruksprodukter slik at endringer i produktmengdene bør verdsettes til verdensmarkedspriser. Vi har her valgt å gjennomføre beregningene med basispriser til produsent som produktpriser. Det vil si at vi tar utgangspunkt i innenlandsk prisnivå eksklusive tilskudd. Produksjonstillegg o.l. er holdt utenfor. Dette er de samme priser som er valgt i beregningene i forbindelse med "Nordsjøplanen om 50% reduksjon

i utslipp av nitrogen og fosfor" (Magnussen og Sandberg, 1989; Sandberg, 1991).

Verdi av husdyrgjødsel er satt lik tilsvarende mengder næringsstoffer i handelsgjødsel. Verdi av nitrogen og fosfor i handelsgjødsel er beregnet ut fra prisene på fullgjødsel (21-4-10), fullgjødsel (25-3-6) og fullgjødsel (22-2-12). Det gir følgende tilnærmede priser (Sandberg, 1991):

Nitrogen: kr 6.5 pr. kg  
Fosfor: kr 11,- pr. kg

## 9.5.2 Tiltak

### 9.5.2.1. Arealavrenning

#### 9.5.2.1.1. Spredning av all husdyrgjødsel i vekstsesongen

Dette tiltaket innebærer, hvis nødvendig, utbygging slik at alle husdyrgjødsellager har tilstrekkelig lagerkapasitet. Med dagens praksis i Farris-området, antar vi at dette tilsier minimum 8 måneders lagerkapasitet.

A) I Magnussen og Sandberg (1989) benyttet de en enhetspris ved utvidelse av gjødsellager på kr 750,- pr m<sup>3</sup>. Registreringer over gjennomførte utvidelser av gjødsellager i 1990 viste en gjennomsnittlig enhetskostnad på kr 759,- pr m<sup>3</sup> (Sandberg, 1991). Sandberg (1991) antar at de gjenværende anlegg med behov for utvidelse vil være mindre anlegg med høyere kostnader pr m<sup>3</sup>, og benytter en enhetskostnad på kr 800,- pr m<sup>3</sup>. Denne enhetskostnaden må multipliseres med antall m<sup>3</sup> husdyrgjødsel som spres på høsten pga for liten lagerkapasitet i ulike delnedbørfelt

Her har vi tatt utgangspunkt i gjennomsnittskostnader for utbedring av gjødsellagre som det framgår av miljøplaner i Siljan. Gjennomsnittskostnaden er oppgitt til ca. kr 63.000 (Trond Ballestad, pers.medd.,1992). I følge enhetskostnadene over tilsvarer det i gjennomsnitt en lagerutvidelse på 80 m<sup>3</sup> pr. bruk. Det synes bare nødvendig med lagerutvidelse på ett bruk i delnedbørfelt 5 i Siljan. For Larvik er det ikke regnet at det er nødvendig med lagerutvidelse for å unngå høstspredning. Dette kan være tilfelle på ett bruk, avhengig av videre driftsopplegg. For de øvrige brukene er det ut fra opplysninger fra landbrukskontoret og fylkesmannens miljøvernavdeling antatt at lagrene er store nok eller at det er gitt pålegg om utvidelser som vil bli gjennomført i 1993. Lageret avskrives over 30 år, slik at årlig kostnad blir ca kr. 5100.

Tabell 27. Kostnader ved utbedring av gjødsellagre.

	Delnedbørfelt						SUM
	1	2	3	4	5	6	
Kostnad pr. enhet (kr)	5100	5100	5100	5100	5100	5100	
Antall lager					1		
Kostnad					5100		5100

B) Overgang fra høstspredning til vårspredning av husdyrgjødsel medfører en såkalt rett-tidskostnad, fordi det blir flere arbeidsoperasjoner som må utføres på våren, med forsinket såtid som følge (tabell 28).

Vi følger kostnadsberegningene som er foretatt i Sandberg (1991) og som bygger på Magnussen og Sandberg (1989). Her settes avlingsnedgangen til 2.5 kg pr daa pr dag og utsatt såtid settes til 4 dager. Samlet rett-tidskostnad blir dermed: 2.5 kg pr. daa x dag x 4 dager x 2.28 kr pr. kg x daa ( i ulike delnedbørfelt). Vi antar at alt areal som i dag høstpløyes da vil gå over til vårpløying. Dette er en forenkling i det noe av høstpløyingen sannsynligvis skyldes andre forhold enn for liten lagerkapasitet, men feilen er antagelig ikke så stor.

Tabell 28. Kostnader ved forsinket såtid.

	Delnedbørfelt						SUM
	1	2	3	4	5	6	
Kostnad pr.enhet (kr)	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80	
Antall enheter (daa)	50	0	45	120	70	0	285
Kostnad	1140	0	1026	2736	1596	0	6498

C) I tillegg beregnes en kostnad som skyldes avlingstap pga økt jordpakking (tabell 29) og som er anslått til 5% avlingstap (Sandberg, 1991).

Kostnaden blir dermed : (gjennomsnittlig byggavling) 379 kg pr. daa x 5% x 2.28 kr/kg x (berørt areal) daa

Byggprisen er 2.28 kr pr. kg for korn med 15% vann (gjeldende i perioden 1.6.92 - 31.5.93) (NILF, 1992), og gjennomsnittlig byggavling, 1980-90 for alle bruk var 379 kg pr. daa.

Tabell 29. Kostnader av økt jordpakking.

	Delnedbørfelt						SUM
	1	2	3	4	5	6	
Kostnad pr.enhet (kr)	43.20	43.20	43.20	43.20	43.20	43.20	
Antall enheter (daa)	50	0	45	120	70	0	285
Kostnad	2160	0	1944	5184	3024	0	12312

D) Ved at gjødsla blir spredt i vekstsesongen, får den større gjødselverdi (tabell 30). Det sees

som en kostnadsreduksjon ved gjennomføring av tiltaket. Antall kg nitrogen og fosfor som blir bedre utnyttet i ulike delnedbørfelt er oppgitt i kap. 9.4.2.

Tabell 30. Kostnadsbesparelse ved gjødsling i vekstsesongen.

	Delnedbørfelt						SUM
	1	2	3	4	5	6	
Spart kostnad pr.enhet (kr)N-P	N:6.5 P:11	N:6.5 P:11	N:6.5 P:11	N:6.5 P:11	N:6.5 P:11	N:6.5 P:11	
Antall enheter (kg)N-P	N:599 P:9	N: P:	N:246 P:3	N:981 P:16	N:450 P:5	N: P:	N:2276 P:33
Spart kostnad	3993		1632	6553	2980		15158

Nettokostnad og kostnadseffektivitet blir dermed (tabell 31):

Tabell 31. Nettokostnad og kostnadseffektivitet ved gjødselspredning i vekstsesongen.

	Delnedbørfelt						SUM
	1	2	3	4	5	6	
Kostnad (kr) (A+B+C)	3300		2970	7920	9720		23910
- Spart kostnad (kr) (D)	3993		1632	6553	2980		15158
Netto-kostnad	-693		1338	1367	6740		8752
Redusert P (kg)	9		3	16	5		33
Kostn.eff (kr/kg P)	-77		446	85	1348		265

#### 9.5.2.1.2. Ingen høstpløying

Sandberg (1991) har satt opp endring i kostnader ved å vente med jordarbeiding til våren og ved kun å harve åkeren om høsten. Ved vårpløying er det i oppstillingen kun avlingen som har betydning for endring i kostnader. Kostnadene er beregnet ved å anta i gjennomsnitt 5% avlingsreduksjon. Med gjennomsnittlig avling og dagens byggpris, gir denne beregningen en kostnad på  $(379 \times 5\% \times 2.28)$  kr/daa = 43.20 kr/daa. Denne kostnaden må multipliseres med antall daa som blir overført til vårpløying. På en del jordarter vil en imidlertid ikke vente avlingsnedgang, og på en del (siltjord) har en funnet avlingsøkning i en del forsøk. En må inn med nøyere vurdering av jordartene i ulike områder for nærmere å vurdere konsekvensene av dette tiltaket. I følge våre foreløpige vurderinger er det ikke grunn til å regne med

avlingsnedgang som følge av dette tiltaket (tabell 32).

Tabell 32. Kostnadseffektivitet ved ingen høstpløying

	Delnedbørfelt						SUM
	1	2	3	4	5	6	
Redusert P (kg)	7			3			10
Kostn.eff (kr/kg P)	+			+			+

#### 9.5.2.1.3. Beiting

Beiting helt ned til vannkilden bør unngås.

For å gjøre nærmere vurderinger av dette tiltaket må vi vite mer om hvor stort areal dette dreier seg om, hva arealet kan/skal brukes til i stedet, hvor mye gjerdning e.l. som må til etc. Slike detaljerte vurderinger har vi ikke anledning til å gjøre i denne sammenhengen.

Det samme gjelder anbefalingen om at drikkevannsforsyning til beitedyr bør være minimum 50 meter fra vannkanten.

I begge tilfeller gjelder at tiltakene bør utformes slik at de økonomiske konsekvensene minimaliseres samtidig som avrenningseffekten opprettholdes.

#### 9.5.2.1.4. Annet

##### Rundballer:

Vi antar at det i første omgang vil være aktuelt å lagre rundballene i god avstand fra vassdrag og ikke over drengssystem mot vassdrag og håndtere rundballene på en slik måte at en unngår unødig avrenning. Slike tiltak krever først og fremst omtanke, og vi har derfor ikke beregnet kostnader ved dette. Dersom det blir aktuelt å kreve kontrollert avrenning fra lagringsplass eller bortledning til gjødselkjeller e.l. som vil kreve investeringer i form av støping av platting for lager eller oppsamling- og rørsystem e.l., vil dette medføre investerings- og arbeidskostnader som i tilfelle må beregnes som kostnader ved tiltaket.

#### 9.5.2.2. Punktutslipp

##### 9.5.2.2.1. Gjødsellager

Tiltaket forskriftsmessige gjødsellager er siktet inn på gjødsellagre med lekkasje. Lager av husdyrgjødsel skal være helt tett. Det skilles mellom lekkasje fra gjødselport og annen lekkasje fra gjødsellager. Portlekkasje kan utbedres ved innsetting av ny prefabrikert port. Tetting av annen lekkasje kan være mer omfattende. Et aktuelt tiltak kan f.eks. være innvendig behandling av lageret med sprøytebetong. Kostnadene til tetting av gjødsellager er knyttet til bygningsmessige investeringer.

I Stalleland (1992) anslås gjennomsnittlige kostnader ved utbedring av gjødsellager å ligge



mellom kr 50.000 og kr 80.000 (kr 70.000 for Romerike). Her har vi benyttet tall som er oppgitt av landbrukskontoret i Siljan på bakgrunn av utarbeidete miljøplaner i området. Kostnadene synes noe høye fordi den beskjedne reduksjon i fosforavrenning tyder på at lekkasjene er ganske små. Vi har imidlertid ikke kunnet gå inn på hvert enkelt bruk i denne sammenheng. For lagre i nedbørfelt 1 og 3 er de registrerte lekkasjer så små at vi ikke har funnet det hensiktsmessig å vurdere tiltak. Gjødsmengde som innspares er oppgitt i kap. 9.4.2. Mengden nitrogen og fosfor som gjøres nyttbart, gis en verdi lik tilsvarende mengder næringsstoff i handelsgjødsel. Kostnadsbesparelsen forutsetter at gårdsbruket har et areal som husdyrgjødsel kan nyttes på.

A) Investeringskostnader ved utbedring av gjødslager: kr 42000 Årlige kostnader: kr 42000x 0.0806 = ca. kr 3400 (tabell 33).

Tabell 33. Investeringskostnader ved utbedring av gjødslager.

	Delnedbørfelt						SUM
	1	2	3	4	5	6	
Kostnad pr. enhet (kr)				3400	3400		
Antall lager				12	4		16
Kostnad				40800	13600		54400

B) Tiltaket medfører også kostnadsbesparelser ved at husdyrgjødsel som tidligere gikk tapt, etter utbedringen kan erstatte handelsgjødsel. Antall kg nitrogen og fosfor som samles opp på denne måten er oppgitt i kap. 9.4.2.

B) Reduserte kostnader til handelsgjødsel (tabell 34):

Tabell 34. Reduserte kostnader for handelsgjødsel.

	Delnedbørfelt						SUM
	1	2	3	4	5	6	
Spart kostnad pr. enhet (kr)N-P	N:6.5 P:11	N:6.5 P:11	N:6.5 P:11	N:6.5 P:11	N:6.5 P:11	N:6.5 P:11	
Antall enheter (kg)N-P	N: P:	N: P:	N: P:	N:31 P:8	N:23 P:6	N: P:	54 14
Spart kostnad				290	216		506

Nettokostnad og kostnadseffektivitet blir dermed (tabell 35):

Tabell 35. Nettokostnader og kostnadseffektivitet ved utbedring av gjødsellager.

	Delnedbørfelt						SUM
	1	2	3	4	5	6	
Kostnad (kr) (A)		0		40800	13600	0	54400
- Spart kostnad (kr) (B)				290	216		506
Årlig netto-kostnad				40510	13384		53894
Redusert P (kg)				8	6		14
Kostn.eff (kr/kg P)				5064	2231		3850

#### 9.5.2.2.2. Siloanlegg

Silolekkasjer omfatter både lekkasjer fra siloer og lekkasjer fra pressaftanlegg. Det kan tenkes flere alternative tiltak for å bekjempe silolekkasjer. I tillegg til utbedring av eksisterende siloanlegg kan overgang til andre ensileringsmetoder (f.eks. totrinnshøsting) være et alternativ. Det er imidlertid her kun beregnet kostnader for utbedring av eksisterende anlegg. Det er kun 3 siloanlegg, alle i nedbørfelt 4, der det er behov for utbedringer.

A) Utbedring av siloanlegg er tenkt gjennomført ved å tette lekkasjer fra siloer, eventuelt ved å tette, utvide eller bygge nytt pressaftanlegg. Gjennomføring av tiltaket krever investeringer. Berger og Johnsen (1988) har beregnet kostnadene til nytt pressaftanlegg til kr 15.300 (1987-priser). Her bruker vi tall fra landbrukskontoret i Siljan. Disse bygger på utarbeidede miljøplaner i området. Gjennomsnittlig kostnad er beregnet til kr 37.000 pr anlegg. Avskrevet over 20 år, tilsvarer dette en årlig kostnad på  $\text{kr.}(37.000 \times 0.0944) = \text{kr } 3500$  pr bruk. Samlet årlig kostnad blir dermed kr 10.500.

B) Vedlikehold og driftskostnader er, som i Sandberg (1991) satt til kr 1000,- pr. anlegg pr. år. Samlet kostnad blir kr 3000 pr. år.

C) Tiltaket medfører en kostnadsbesparelse ved at all pressaft blir samlet opp og dermed kan nyttes. Pressaft kan nyttes enten som for eller som gjødsel. Størrelsen på kostnadsbesparelsen er beregnet ved å verdsette nyttbare næringsstoffer i pressafta lik tilsvarende næringsstoff i handelsgjødsel. Mengden nyttbart næringsstoff er gitt av kap. 9.4.2. Kostnadsbesparelsen forutsetter at gårdsbruket har areal hvor en kan nytte pressaft som gjødsel. Antall kg nitrogen og fosfor som da tas bedre vare på og kan utnyttes som gjødsel, er anslått til henholdsvis 70 og 35 kg/år.

Reduserte kostnader til handelsgjødsel pr. år:  $(35 \text{ kg} \times 11 \text{ kr/kg}) + (70 \text{ kg} \times 6.5 \text{ kr/kg}) = \text{kr}$

840,-

Nettokostnad og kostnadseffektivitet blir dermed (tabell 36):

Tabell 36. Nettokostnader og kostnadseffektivitet ved utbedring av siloanlegg.

	Delnedbørfelt						SUM
	1	2	3	4	5	6	
Investert kostnad (kr) (A)				10500			10500
Driftskostnad (kr) (B)				3000			3000
- Spart kostnad (kr) (C)				840			840
Årlig nettokostnad (kr) (A+B-C)				12660			12660
Redusert P (kg)				35			35
Kostn.eff (kr/kg P)				362			362

#### 9.5.2.2.3. Melkerom

Utslipp av fosfor fra melkerom er svært lite i alle delnedbørfelt, og vi har derfor ikke vurdert kostnader ved tiltak.

## 9.6 Samlet Kostnadseffektivitet Ved De Foreslåtte Tiltak (tabell 37)

Tabell 37. Samlet kostnadseffektivitet ved de foreslåtte tiltak i jordbruken.  
(Kostnad: kr pr. år. Effekt i kg fosfor pr. år)

		Delnedbørfelt						
TIL-TAK		1	2	3	4	5	6	SUM
Vår- gjødsel	Kostn.	-693		1338	1367	6740		8752
	Effekt	9		3	16	5		33
	Kost.eff	-77		446	85	1348		265
Vårpløy	Kostn.	-			-			-
	Effekt	7			3			10
	Kost.eff	-			-			-
Gjødsel lager	Kostn.				40510	13384		53894
	Effekt				8	6		14
	Kost.eff				5064	2231		3850
Silo	Kostn.			-	12660	-		12660
	Effekt			1?	31/35?	3?		35
	Kost.eff			-	362	-		362
Melke- rom	Kostn.	-						
	Effekt	2						2
	Kost.eff	-						-
Rund- baller	Kostn.	-		-	-	-		-
	Effekt	5		1	5	8		19
	Kost.eff	-		-	-	-		-
Sum	Kostn.		0					75306
	Effekt	23	0	5	63	22	0	113
	Kost.eff		0					666

Den samlede årlige kostnad for de foreslåtte tiltak vi har funnet grunnlag for å beregne kostnader for, beløper seg totalt til kr 75306. Legg merke til at en del tiltak kan medføre kostnader selv om vi ikke har hatt grunnlag for å beregne det her. Kostnadseffektiviteten når det gjelder reduksjonen av fosfor til hele vassdraget blir 666 kr pr. kg fosfor pr år. Tilsvarende kostnadseffektivitet når det gjelder reduksjonen av fosfortilførselen kun til Farrisvannet blir 1076 kr pr.kg fosfor pr. år. Som vi ser varierer kostnadseffektiviteten for samme tiltak mye mellom ulike delnedbørfelt. Selv om det kan være lokale forskjeller, mistenker vi at noe av forskjellene skyldes usikkerheten med hensyn til dagens gjødslingspraksis mm.

## 10. Avløp i tett og spredt bebyggelse i nedslagsfeltet

Forutsetningene for beregningene er gitt i vedlegg 2.

### 10.1 Status og planlagte tiltak for kommunalt avløp i tett bebyggelse.

Det eneste området med en felles kommunal avkloakking i nedbørfeltet er Siljan sentrum, i delnedbørfelt 4. Her er 911 personer tilknyttet kommunalt nett med rensing i felles biologisk renseanlegg. Det er imidlertid planlagt en oppgradering av renseanlegget i løpet av 1994. Tabell 38 gir en oversikt over dagens renseforhold og hvordan de vil bli etter en oppgradering.

Tabell 38 Nåværende og planlagte egenskaper ved ledningsnett og renseanlegg i Siljan sentrum.

	Type anlegg	Renseeffekt, fosfor	Kapasitet	Tilknytning (grad %)	Virkn.grad (lekk/o.løp)	Tilføringsgrad	Tilførsler kg P/år #
Nåværende løsning	Biologisk	40 %	1500 pe	911 pers., 1400 pe. ( 85%)	95 %	81 %	350
Fremtidig løsning	Kjemisk/ biologisk	95%	2200 pe	1630 pers. 2200 pe. (=100%)	95 %	95 %	56

# utifra nåværende tilknytning, til primærresipient

Rensegraden for fosfor (P) ved de biologiske anleggene er vanligvis beskjedent, i størrelsesorden 20 %. Anlegget på Siljan har allikevel klart å holde en rensing opp mot 50 % i perioder og det regnes derfor som snitt 40% rensing. Allikevel er det svært mye å vinne ved en oppgradering til fellingsanlegg.

Tabell 39 gir en oversikt over kostnader og effekter ved det nye planlagte renseanlegget med tilhørende arbeider på ledningsnettet.

Tabell 39 Kostnader effekter og kostnadseffektivitet ved den planlagte oppgraderingen av renseanlegget i Siljan sentrum.

SILJAN RENSEANLEGG	Årskostnad (tusen kr)	Effekt (ant kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)
Planlagt løsning	885	294*	3,0

\*Ut ifra nåværende tilknytning

## 10.2 Dagens enkeltløsninger og forurensningstilførsler fra disse

I alt ca 1740 personer fordelt på ca 570 boliger bor i spredt bebyggelse og har enkeltløsninger. Tabell 40 gir en oversikt over status på de forskjellige enkeltløsninger. Løsningene er inndelt grovt etter seks hovedprinsipper, der det er tatt utgangspunkt i behandlingen av sortvann, hvis det allerede er foretatt en separering av sort- og gråvann.

Tabell 40 Boliger i spredt bebyggelse med enkeltløsninger.

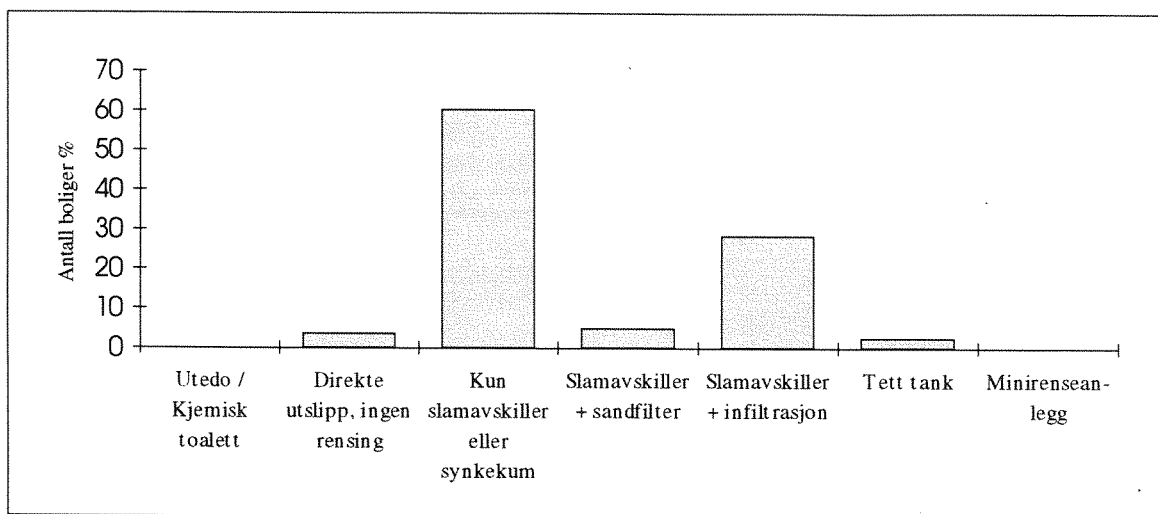
\* *Dominerende løsning, (antall i parentes): 1= Direkte utslipp, ingen rensing, 2= Kun slamavskiller eller synkekum, 3= Slamavskiller + sandfilter, 4= Slamavskiller + infiltrasjon, 5= Tett tank, 6= Minirensesanlegg*

# *Infiltrasjonsforholdene er oppgitt som gode, middels eller dårlige.*

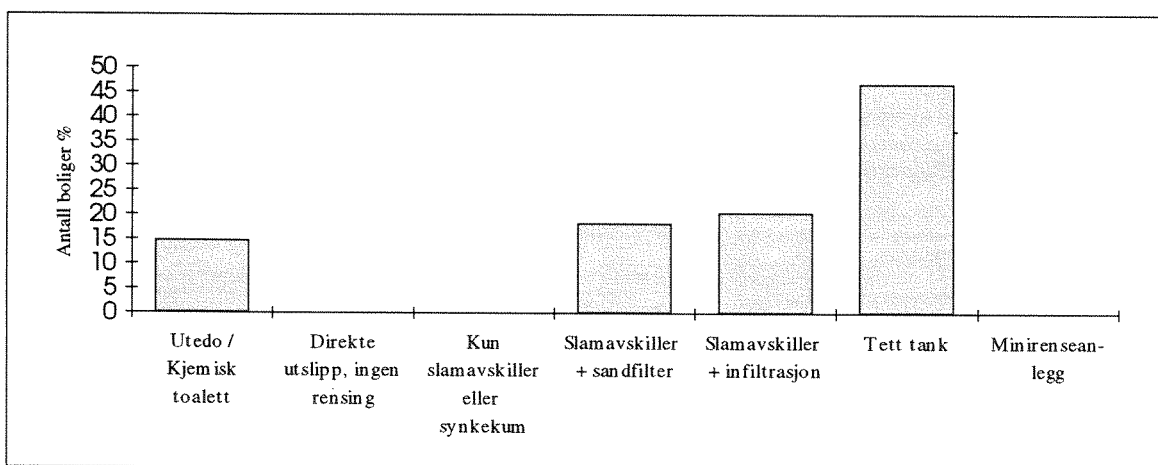
Delnedbør-felt / områder	Kommune(r)	Boliger (personer)	Vassdrags-nært	Dominerende løsning*	Infiltrasjons-forhold#
<b>1</b>	<b>Larvik</b>	<b>159 (475)</b>		<b>2, 4</b>	<b>Middels</b>
Kjose		44 (132)	Ja	4, 3	
Omsland		40 (120)	Delvis	2, 4	
Vassvik		26 (78)	Ja	2	
Rømminga		19 (57)	Delvis	2, 3	
Lysebo		9 (27)	Ja	2	
Bonnagolt		6 (18)	Ja	1	
Rest felt 1		15 (43)	Delvis	2	
<b>2.1</b>	<b>Skien</b>	<b>Mangler opplysninger</b>			
<b>2.2</b>	<b>Porsgrunn</b>	<b>88 (247)</b>		<b>5, 4</b>	<b>Middels</b>
Oklungen sentr.		27 (81)	Ja	5, 3	
Rest felt 2.2		61 (166)	Delvis	5, 4	
<b>3</b>	<b>Siljan</b>	<b>65 (186)</b>		<b>4, 3</b>	<b>Middels</b>
Kiste		37 (118)	Ja	1, 2	Middels
Rest felt 3		28 (68)		4, 1	
<b>4</b>	<b>Siljan</b>	<b>159 (509)</b>			
Austad		15(45)	Ja	4	
Gonsholt		35(105)	Ja	4	Middels
Serkland		44(132)	Ja	4	
Rest felt 4		109 (227)		2, 4	
<b>5</b>	<b>Siljan</b>	<b>95 (304)</b>			
Oppdalsbygda		53 (159)	Ja	4	Middels
Rest felt 5		43 (145)		4, 2	
<b>6</b>	<b>Siljan</b>	<b>7 (21)</b>			

Områdene som er nevnt i tabellen er områder med mer enn ca 7 boliger som ligger i rimelig nærhet til hverandre. Restfelt er boliger utenom disse områdene eller tettstedene.

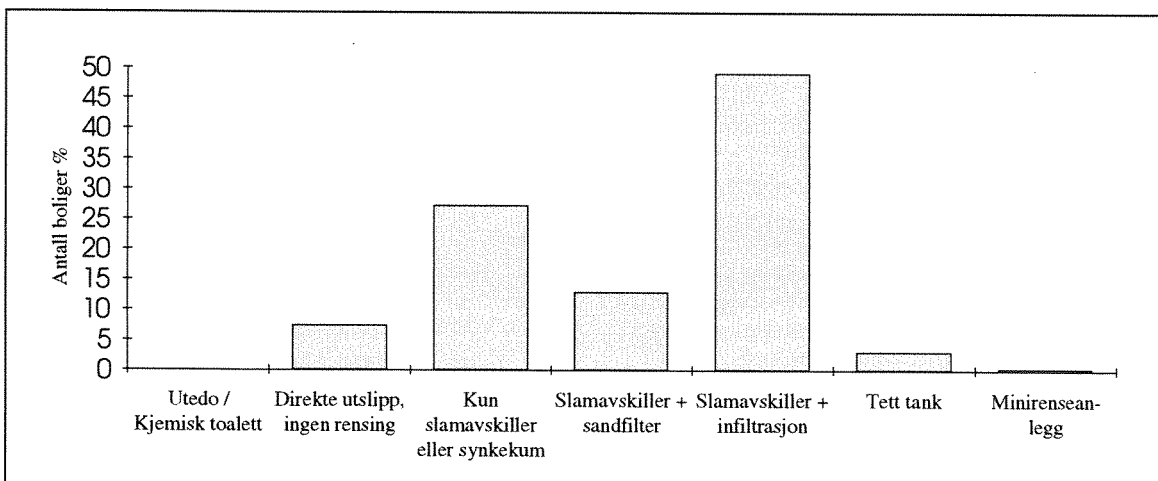
Det er talt både enkelthus, og våningshus i forbindelse med gårdsdrift.



Figur 2a Anleggstyper for spredt bebyggelse i delområde 1, Larvik kommune.



Figur 2 b Anleggstyper for spredt bebyggelse i delområde 2, Porsgrunn kommune.



Figur 2 c Anleggstyper for spredt bebyggelse i delområde 3-5, Siljan kommune.

Figur 2 a-c gir en oversikt over dagens løsninger fordelt på kommunene Larvik, Porsgrunn og Siljan.

Antall boliger i delområdene i Larvik er talt utifra temakart, datert 1.1.91. Kommuneingeniøren i Larvik opplyser at han ikke regner med lekkasjer fra det kommunale kloakkledningssystem som befinner seg innenfor Farrisvannets nedbørfelt, idet dette er av nyere dato. Imidlertid finnes 2 nødoverløp med drenering til Farrisvannet. Det er ikke oppgitt hvor stor forurensningsmengde dette representerer. Vi vil anbefale at dette undersøkes og at eventuelle andre ordninger forsøkes etablert.

Antall boliger fra de andre delområdene er talt utifra M 7011 fra Siljan 1955 og Porsgrunn 1963. Tallene er så oppjusteret av kommunene.

Larvik har svært mange enkle og dårlige renseløsninger. Ca. 60% av løsningene er kun slamavskiller eller synkekum, noe som erfaringsmessig gir en lav rensegrad (se tab. 43).

Porsgrunn har gjennomgående bedre løsninger, med hovedvekt på tett tank, nesten 50%, men også endel infiltrasjonsløsninger. Endel av infiltrasjonsløsningene er imidlertid gjennom kunstige sandfiltergrøfter, som erfaringsmessig ofte fungerer dårlig.

Siljan kommune har utnyttet de gode infiltrasjonsforholdene, og ca. halvparten av løsningene er derfor naturlig infiltrasjonsløsninger. Også her finnes det endel enkle løsninger med kun slamavskiller eller synkekum. Her finnes det faktisk også endel løsninger (7%) med direkte utslipp.

Tabell 41 gir en oversikt over forurensningsproduksjonen fra de forskjellige renseløsningene og delfeltene eller kommunene.

Larvik bidrar mye med sine mange enkle løsninger, ca 200 kg. Et forholdsvis lite bidrag kommer fra Porsgrunn, mens Siljan bidrar mye både pga. mange boliger og de forholdsvis mange enkle løsninger.

Tabell 41 Tilførsler av fosfor (kg P/år) til primærresipient fra forskjellige renseløsninger innen spredt bebyggelse for de forskjellige nedbørfelt. Siden betydelige deler av tilførslene fra de øverste delene av vassdraget holdes tilbake, vil belastningen på Farrisvannet være noe mindre, se eget kap. om tilførsler.

Renseløsning	Larvik	Porsgrunn	Siljan			SUM
	Delfelt 1	Delfelt 2	Delfelt 3	Delfelt 4	Delfelt 5	løsninger
Utedo / Kjemisk toalett	0	1	0	0	0	1
Direkte utslipp, ingen rensing	11	0	26	18	10	65
Kun slamavskiller eller synkekum	165	0	9	131	42	348
Slamavskiller + sandfilter	13	24	19	52	8	116
Slamavskiller + infiltrasjon	13	5	10	26	17	71
Tett tank	0	4	0	0	1	5
Minirenselanlegg	0	0	0	0	0	0
<b>SUM delfelter</b>	<b>202</b>	<b>33</b>	<b>64</b>	<b>228</b>	<b>78</b>	<b>605</b>



Hvis en regner tilførslene i kg pr innbygger som bor spredt i de forskjellige delnedbørfeltene, finner en ganske store forskjeller. Tabell 42 viser at delfelt 2 som ligger i Porsgrunn kommune, kommer svært godt ut i forhold til de fleste andre delfelter. Her forurenses hver gjennomsnittsinbygger under en tredel av hva en gjennomsnittlig Larvik-beboer gjør.

Tabell 42 Forurensningstilførsler til primærresipient fra de forskjellige kommunene og delnedbørfelt.

Kommune /delfelt	Fosfortilførsler, kg P/ pers/ år
Larvik, delfelt 1	0,42
Porsgrunn, delfelt 2	0,13
Siljan	0,32 (snitt)
delfelt 3	0,31
delfelt 4	0,35
delfelt 5	0,25

### 10.3 Utredning av alternative tiltak for spredt bebyggelse

Det er tatt utgangspunkt i områder/husklynger med mer enn 7 hus, der det kan tenkes en felles løsning. For disse områdene vil det i hovedsak bli beregnet kostnader og effekt i forhold til to alternative løsninger:

1. Utbedring av de lokale løsningene, med infiltrasjon der det er mulig, minirensanlegg eller tett tank.
2. Felles løsninger, med tilknytning til kommunalt nett for utpumping fra nedbørfeltet eller til sentralt rensanlegg innen nedbørfeltet, eller et mindre rensanlegg for lokalområdet.

For gjenværende spredt bebyggelse innen et delnedbørfelt (restfelt) er det kun aktuelt med utbedringer av de lokale løsningene siden boligene ligger så spredt.

Ved utbedring av de lokale enkeltløsningene er det tatt utgangspunkt i å oppgradere de løsningene som idag gir en dårlig renseseffekt. I følge tabell 43 innebærer det husstander med direkte utslipp (hvis dette fins), og der det er kun en synkekum eller slamavskiller eller en sandfilterløsning.

Der det er mulig med en infiltrasjonsløsning vil dette velges først blant annet pga. de forholdsvis moderate kostnadene. Der dette ikke er mulig vil tett tank eller minirensanlegg være løsningen.

Når det gjelder infiltrasjonsforholdene så varierer disse svært mye fra område til område, men også innen en relativt begrenset befolkningsskonsentrasjon. En vurdering av infiltrasjonsforholdene vil derfor måtte gjøres i hvert enkelt tilfelle. Arbeidet med handlingsplanen har ikke hatt som målsetting å foreta så detaljerte avveininger. Det er heller ikke hensiktsmessig at andre enn teknisk etat i kommunen, som kjenner de lokale forholdene, foretar disse vurderingene.

Tabell 43. Påregnet renseseffekt ved ulike typer rensenanordninger, (Delvis fra Holtan og Åstebøl 1991).

Type enkeltløsning	Renseeffekt i % for totalfosfor
Utedo/ Kjemisk toalett	
Ingen rensenanordning, direkte utslipp	0
Kun slamavskiller/ septiktank	7
Slamavskiller med påfølgende sandfilter	15
Slamavskiller med påfølgende infiltrasjon	85
Tett tank	95
Minirensesanlegg, kjemisk	95

De forskjellige delområdene er i det etterfølgende utredet med kostnader og effekter.

For fellesløsningene er det utredet en bygging av ledningsnett og mindre rensesanlegg for hver av de forskjellige områdene. Endel andre fellesløsninger er utredet i kap. 10.3.4.

### 10.3.1 Alternative løsninger for Larvik kommune (delfelt 1)

#### Kjose

Et område med svært mange infiltrasjonsløsninger som forutsettes å virke bra. 4 anlegg har sandfilterløsninger som vanligvis har en begrenset virkningsgrad. Kostnadene og effekt er regnet utifra en oppgradering av disse løsningene. Det forutsettes at det her ikke er infiltrasjonsmuligheter.

KJOSE	Årskostnad (tusen kr)	Effekt (ant kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)
Minirensesanlegg	34	5,9	5,7
Tett tank	22	5,9	3,7
Felles rensesanlegg	407	15,3	26,7

#### Omsland

Omsland har noen infiltrasjonsløsninger, men den altoverveiende delen er dårlige løsninger med enten bare en slamavskiller eller en synkekum. Effekten ved utbedring til gode løsninger som skissert i tabellen nedenfor er relativt høy. 32 anlegg forutsettes oppgradert.

OMSLAND	Årskostnad (tusen kr)	Effekt (ant kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)
Infiltrasjon	116	46,3	2,5
Minirensesanlegg	272	52,2	5,2
Tett tank	173	52,2	3,3
Felles rensesanlegg	401	51,8	7,8

Rømminga

Et område med utelukkende enkle løsninger eller løsninger som erfaringsmessig virker dårlig. 19 anlegg forutsettes oppgradert.

<b>RØMMINGA</b>	<b>Årskostnad (tusen kr)</b>	<b>Effekt (ant kg red P)</b>	<b>Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)</b>
Infiltrasjon	70,9	26,9	2,6
Minirensesanlegg	161,5	30,4	5,3
Tett tank	102,6	30,4	3,4
Felles rensesanlegg	420	29,1	14,4

Vassvik

Også her enkle og dårlige løsninger, nesten bare enkle slamavskillere eller synkekummer. 25 anlegg forutsettes oppgradert.

<b>VASSVIK</b>	<b>Årskostnad (tusen kr)</b>	<b>Effekt (ant kg red P)</b>	<b>Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)</b>
Infiltrasjon	93,3	36,1	2,6
Minirensesanlegg	212,5	40,8	5,2
Tett tank	135	40,8	3,3
Felles rensesanlegg	372	39,0	9,5

Lysebo

Enkle og utilfredstillende løsninger dominerer. 9 anlegg forutsettes oppgradert.

<b>LYSEBO</b>	<b>Årskostnad (tusen kr)</b>	<b>Effekt (ant kg red P)</b>	<b>Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)</b>
Infiltrasjon	33,6	13,0	2,6
Minirensesanlegg	76,5	14,7	5,2
Tett tank	48,6	14,7	3,3
Felles rensesanlegg	245	14,0	17,5

Bonnagolt

Kun løsninger med direkte utslipp !! 6 anlegg forutsettes oppgradert.

<b>BONNAGOLT</b>	<b>Årskostnad (tusen kr)</b>	<b>Effekt (ant kg red P)</b>	<b>Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)</b>
Infiltrasjon	22,4	9,5	2,4
Minirensesanlegg	51	10,6	4,8
Tett tank	32,4	10,6	3,1
Felles rensesanlegg	151	10,0	15,1

Rest felt 1

De helt spredte boligene har utelukkende enkle og dårlige løsninger. 15 anlegg forutsettes oppgradert.

REST felt 1	Årskostnad (tusen kr)	Effekt (ant kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)
Infiltrasjon	56	21,7	2,6
Minirensanlegg	127,5	24,5	5,2
Tett tank	81	24,5	3,3

**10.3.2 Alternative løsninger for Porsgrunn kommune (delfelt 2)**Oklungen sentrum

For det meste bra løsninger med tett tank som dominerer. Noen sandfilteranlegg som foreslås oppgradert. Det antas at infiltrasjon her ikke er aktuelt. 5 anlegg forutsettes oppgradert.

OKLUNGEN SENTRUM	Årskostnad (tusen kr)	Effekt (ant kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)
Minirensanlegg	42,5	7,0	6,1
Tett tank	27	7,0	3,9
Felles rensanlegg	220	9,0	24,3

Restfelt 2 (utenom Oklungen sentrum)

Endel sandfilterløsninger, men mange infiltrasjonsløsninger, tett tank dominerer. Sandfilterløsningene antas ikke å kunne oppgraderes til infiltrasjon. 11 anlegg forutsettes oppgradert.

REST felt 2	Årskostnad (tusen kr)	Effekt (ant kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)
Minirensanlegg	93,5	15,3	6,1
Tett tank	59,4	15,3	3,9

**10.3.3 Alternative løsninger for Siljan kommune (delfelt 3-5)**Kiste

Flest infiltrasjonsløsninger, men også endel dårlige løsninger, noen endog med direkte utslipp. 13 anlegg forutsettes oppgradert.

KISTE	Årskostnad (tusen kr)	Effekt (ant kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)
Infiltrasjon	48,5	19,3	2,5
Minirensanlegg	110,5	21,9	5,0
Tett tank	70,2	21,9	3,2
Felles rensanlegg	>275	27,5	>10

Rest delfelt 3

Endel infiltrasjon og endel med direkte utslipp. 16 anlegg forutsettes oppgradert.

<b>REST felt 3</b>	<b>Årskostnad (tusen kr)</b>	<b>Effekt (ant kg red P)</b>	<b>Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)</b>
Infiltrasjon	59,7	25,7	2,3
Minirensanlegg	136	28,9	4,7
Tett tank	86,4	28,9	3,0

Austad

Halvparten med infiltrasjon, resten med enkle løsninger. 7 anlegg forutsettes oppgradert.

<b>AUSTAD</b>	<b>Årskostnad (tusen kr)</b>	<b>Effekt (ant kg red P)</b>	<b>Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)</b>
Infiltrasjon	26,1	10,5	2,5
Minirensanlegg	59,5	11,9	5,0
Tett tank	37,8	11,9	3,2
Felles rensanlegg	152	13,5	11,2

Gonsholt

Endel infiltrasjonsløsninger, men også endel sandfilter og enkle løsninger. 21 anlegg forutsettes oppgradert.

<b>GONSHOLT</b>	<b>Årskostnad (tusen kr)</b>	<b>Effekt (ant kg red P)</b>	<b>Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)</b>
Infiltrasjon	78,3	31,7	2,5
Minirensanlegg	178,5	35,8	5,0
Tett tank	113,4	35,8	3,2
Felles rensanlegg	291	37,8	7,7

Serkland

Endel infiltrasjonsløsninger, men også noen sandfilter og endel enkle løsninger. 20 anlegg forutsettes oppgradert.

<b>SERKLAND</b>	<b>Årskostnad (tusen kr)</b>	<b>Effekt (ant kg red P)</b>	<b>Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)</b>
Infiltrasjon	74,6	30,6	2,4
Minirensanlegg	170	34,6	4,9
Tett tank	108	34,6	3,1
Felles rensanlegg	323	39,5	8,2

Rest felt 4

Mange infiltrasjonsløsninger, men også mange enkle og dårlige løsninger. 63 anlegg forutsettes oppgradert.

REST felt 4	Årskostnad (tusen kr)	Effekt (ant kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)
Infiltrasjon	235	95,4	2,5
Minirensanlegg	535,5	108,0	5,0
Tett tank	345,6	108,0	3,2

Oppdalsbygda

Mange infiltrasjonsløsninger, endel enkle løsninger. 19 anlegg forutsettes oppgradert.

OPPDALSBYGDA	Årskostnad (tusen kr)	Effekt (ant kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)
Infiltrasjon	70,9	28,9	2,5
Minirensanlegg	161,5	32,7	4,9
Tett tank	102,6	32,7	3,1
Felles rensanlegg	344	40,4	8,5

Rest felt 5

Mange infiltrasjonsløsninger, noen enkle løsninger, også direkte utslipp. 14 anlegg forutsettes oppgradert.

REST felt 5	Årskostnad (tusen kr)	Effekt (ant kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/ ant kg red P)
Infiltrasjon	52,2	22,1	2,4
Minirensanlegg	119	24,9	4,8
Tett tank	75,6	24,9	3,0

**10.3.4 Øvrige fellesløsninger**

Foruten å bygge felles rensanlegg innenfor hvert av de mindre områdene er det utredet andre fellesløsninger:

- Overføring til eksisterende kommunalt nett og rensanlegg (Siljan) innenfor nedbørfeltet
- Overføring (utpumping) til fremtidig kommunalt nett og rensanlegg utenfor nedbørfeltet
- Bygging av felles rensanlegg for to eller flere nabo-områder.

11 ulike løsninger er utredet. Disse er:

- a) Oppsamling av avløpsvann på vestsiden av Farrisvannet (Omsland, Kjose og Vassvik) med overføring til fremtidig hovedrensanlegg
- b) Tilsvarende på østsiden (Bonnagolt, Lysebo og Rømminga) av Farrisvannet
- c) Oppsamling av alt avløpsvann rundt Farrisvannet (a+b) med overføring til fremtidig hovedrensanlegg
- d) Felles rensanlegg for Lysebo og Bonnagolt, med anlegget plassert i Bonnagolt

- e) Felles renseanlegg for Omsland og Kjose, med anlegget plassert i Kjose
- f) Oppsamling og overføring av avløpsvann fra Vassvik til fremtidig hovedrenseanlegg
- g) Som f), men inkludert oppsamlet sigevann fra barkfyllingen ved Vassvik
- h) Oppsamling av alt avløpsvann i Austad, Gonsholt og Serkland med overføring til Siljan renseanlegg
- i) Som h) men begrenset til Gonsholt og Serkland
- j) Som h) men begrenset til kun Serkland
- k) Oppsamling av alt avløpsvann i Oppdalsbygda med overføring til Siljan renseanlegg

Ved beregning av kostnad og kostnadseffektivitet av alternativene a, b, c, f og g er fremtidig hovedrenseanlegg beregningsmessig plassert ved sørenden av Farrisvannet, med anleggskostnader tilsvarende et minirensanlegg for den aktuelle belastning, se vedlegg 2.

For alternativene h-k er kostnader tilknyttet Siljan renseanlegg beregnet proporsjonalt med belastningen fra de aktuelle områdene.

Tabellen under gir en samlet oversikt over resultatene av de utførte beregninger.

Løsningsalternativ	Årskostnad (tusen kr)	Effekt (kg red P)	Kostnadseffektivitet (tusen kr/kg red P)
a	2328	106,0	22,0
b	2093	53,1	39,4
c	4343	159,1	27,3
d	592	24,0	24,6
e	834	67,1	12,4
f	372	39,0	9,5
g	427	129,2	3,3
h	776	90,9	8,5
i	611	77,3	7,9
j	309	39,5	7,8
k	357	40,4	8,8

#### 10.4 Anbefalte tiltak for spredt bebyggelse

Oppgradering av eksisterende enkeltløsninger er sammenliknet med mulige fellesløsninger med hensyn på kostnadseffektivitet. Denne sammenlikningen vil uten unntak falle til fordel for det førstnevnte alternativet, altså oppgradering av enkeltløsninger, som har en kostnadseffektivitet fra 2-6, dvs. 2-6.000 kr pr. kg redusert fosfor.

Bare ved ett tilfelle er kostnadseffektiviteten til fellesløsningen konkurransedyktige med en oppgradering av enkeltløsninger, og dette gjelder overføring av kloakken fra Vassvik, sammen med tilførslene fra barkfyllingen til et nytt hovedrenseanlegg i Larvik.

Hovedforklaringen for den dårlige kostnadseffektiviteten for fellesløsningene ligger i et forholdsvis dyrt transportsystem, og at en avklokkerer alle boligene innen et område, også de med tilfredsstillende enkeltløsninger. Gjennomsnittseffekten blir derfor dårlig.

Som hovedregel, der det er gode infiltrasjonsforhold, anbefales derfor at det velges en infiltrasjonsløsning ved oppgradering av dårlige og enkle løsninger. Som dårlige løsninger

regnes:

- direkte utslipp,
- kun slamavskiller eller synkekum
- dårlig fungerende sandfilteranlegg

Hvis det ikke er tilfredsstillende infiltrasjonsforhold vil alternativet være tett tank eller minirenseanlegg.

Minirenseanlegget vil være drøyt 50 % dyrere enn en løsning med tett tank. Minirenseanlegg krever en god driftsoppfølging.

Tett tank systemet fordrer en separering av sortvann og gråvann, med sandfilterinfiltrasjon av gråvannet.

Det er fra tidligere endel dårlige erfaringer med tett tank systemet idet det ofte har oppstått tilsiktede eller utilsiktede lekkasjer på tankene. Med de nye tankene av glassfiber vil ihvertfall de utilsiktede lekkasjene kunne minimaliseres.

Med tanke på de tilsiktede lekkasjene kan dette løses ved at kommunene har kontroll med tømningen, eller at det innføres en fast tømme-avgift for de med tett tank. Incitamentet for å ha utette tanker vil dermed være fjernet. Forutsetningen er at det er bygget et kommunalt renseanlegg eller tilsvarende der tankinnholdet kan leveres, eller at en har en avtale med en nabokommune som har en forsvarlig løsning.

Det forutsettes at det innkalkulerte tømmegebyret på 60 kr m<sup>3</sup> dekker de merkostnadene det vil innebære å rense dette på renseanlegget. Larvik og Siljan får i nærmeste framtid høygradige renseanlegg med mer enn 95% rensing på fosforet. For Siljan renseanlegg vil restutslippet pga. ekstra tilførsel fra tette tanker belaste nedbørfeltet. Dette er imidlertid et marginalet utslipp som er innkalkulert i forurensningsregnskapet ved at rensegraden på tett tank systemer er satt til 95%.

En annen løsning som hittil ikke er nevnt er biologisk klosett som f.eks. Snurredassen. Da dette ikke er tatt med i de reelle utredningene skyldes det at systemet ikke er vannbasert, og derfor ikke oppfyller det som folk vanligvis oppfatter som "normal standard". Dette skyldes først å fremst vanetenking, og neppe kravet til komfort. Systemet er neppe mindre komfortabelt enn vannklosett, bare annerledes.

Miljømessig og ressursmessig er denne løsningen den klart beste. Den har svært lite krav til driftsoppfølging, og man slipper den ekstra transporten som tett tank systemet medfører. Prismessig er systemet litt rimeligere enn tett tank og litt dyrere enn infiltrasjonsanlegg.

Et hovedargument for å knytte spredt bebyggelse til et offentlig kloakksystem har vært at kommunen da får bedre kontroll over utslippene og det kan sikres en god og stabil drift av anleggene med god rensegrad og forsvarlig utslipp av restutslippet.

Med den skisserte løsningen for oppgradering av enkeltløsninger vil kommunen allikevel få en god kontroll, og det blir vanskelig å argumentere for videre kommunal tilknytning når kostnadseffektiviteten ofte er flere ganger dårligere enn ved en oppgradering av enkeltløsningene.



Tabell 44 viser hvilke løsninger som er foreslått for de forskjellige områdene. Årskostnader og effekt for tett tank er valgt som standard ved oppgradering av enkeltløsninger, selv om det flere steder vil bli valgt infiltrasjon hvis dette er mulig (jfr. "forskrift om separate avløpsanlegg" som krever en slik løsning hvis de stedlige forhold er eget). Dette er som tidligere nevnt ikke vurdert i hvert enkelt tilfelle. Årskostnaden kan da bli noe redusert, eksempelvis med 15 % hvis halvparten av løsningene kan bli infiltrasjonsløsninger. Effekten vil reduseres kun med 5 %. Standard ved oppgradering av enkeltløsninger. Kostnadene vil bli noe mindre der det kan velges infiltrasjonsløsning.

Tabell 44 Forslag til løsninger for spredt bebyggelse. Årskostnader og effekt for tett tank er valgt.

Delnedbør-felt / områder	Kommune(r)	Valg av løsning	Årskostnad	Effekt	Kostnads-effektivitet
<b>1</b>	<b>Larvik</b>				
Kjose		Tett tank	22	5,9	3,7
Omsland		Infiltr./tett tank	173	52	3,3
Vassvik		Inf./tett t. ell fellesledning *	135	41	3,3
Rømminga		Infiltr./tett tank	103	30	3,4
Lysebo		Infiltr./tett tank	49	15	3,3
Bonnagolt		Infiltr./tett tank	32	11	3,1
Rest felt 1		Infiltr./tett tank	81	25	3,3
<b>2.2</b>	<b>Porsgrunn</b>				
Oklungen sentr.		Tett tank	27	7	3,9
Rest felt 2.2		Tett tank	59	15	3,9
<b>3</b>	<b>Siljan</b>				
Kiste		Infiltr./tett tank	70	22	3,2
Rest felt 3		Infiltr./tett tank	86	29	3,0
<b>4</b>	<b>Siljan</b>				
Austad		Infiltr./tett tank	38	12	3,2
Gonsholt		Infiltr./tett tank	113	36	3,2
Serkland		Infiltr./tett tank	108	35	3,1
Rest felt 4		Infiltr./tett tank	346	108	3,2
<b>5</b>	<b>Siljan</b>				
Oppdalsbygda		Infiltr./tett tank	103	33	3,1
Rest felt 5		Infiltr./tett tank	76	25	3,0
<b>SUM</b>			<b>1.621</b>	<b>502</b>	

\* en tett tank løsninger bare for Vassvik har samme kost.eff. som fellelsøsning Vassvik+barkfylling. Her er regnet kostnad og effekt bare for Vassvik.

## 10.5 Status og tiltak for hytter

Tabell 45 viser at de totale tilførselene fra ca 450 hytter blir i underkant av 20 kg fosfor. Dette er en beskjeden tilførsel. Beregningsgrunnlaget er 0,27 pe på årsbasis, som tilsvarer 3,5 personer i 4 uker i løpet av året.

Tabell 45 Hytter og fritidshus i nedbørfeltet. Antall i forhold til avstand fra innsjø eller bekk, og forurensningstilførsler til primærresipient. Sort- og gråvann.

Kommune	Antall hytter				Fosfortilførsler (kg/år)		
	< 50 m	50-100m	> 100m	SUM	Sort	Grå	SUM
Larvik	153	12	35	200	5,1	3,0	8,1
Porsgrunn				10	0,3	0,1	0,4
Siljan	101	47	99	247	6,3	3,7	10,0
<b>SUM</b>				<b>457</b>	<b>11,7</b>	<b>6,8</b>	<b>18,5</b>

Det foreligger imidlertid ingen opplysninger om sanitærutrustningen på hyttene. Det er foretatt en befaring i hytteområdet på Roppestad. Her var det utedoer og biologiske toaletter som så ut til å dominere. Det antas derfor at det alt overveiende er disse løsningene pluss endel bøttedoer som er det vanligste. Rensegraden for disse løsningene er satt til 80 %.

#### Gråvann

Det foreligger ingen opplysninger om innlagt vann på hyttene. Selv om det strengt tatt ikke er lov, regner vi med at dette allikevel er utbredt. Vi forutsetter at 75% har lagt inn vann. Oppvask og vaskevann vil gi ca. 0.3 gram P/pers./døgn. Vi antar at dette gråvannet ikke har noen planlagt renseløsning, men renner rett ut i grunnen. Noe av dette holdes allikevel tilbake i grunnen, anslått til ca. halvparten.

Siden opplysningene om standard er så mangelfulle, og det dermed blir så store usikkerheter i beregningsestimatet, og at tilførslene i alle fall er små, er det ikke sett noe poeng i å prøve å diffrensiere rensegrad i forhold til hyttenes avstand til vassdraget.

Siden tilførslene er så begrensede er det ikke utredet konkrete tiltak med kostnader og effekter i forhold til hytte-bebyggelsen. Generelt sett bør en allikevel være restriktiv med videre utbygging, og sanitærløsningen bør være tradisjonell utedo eller biologisk toalett.

## 10.6 Status og tiltak for fritidsbåter

Det foreligger opplysninger om bruk av fritidsbåter kun fra Larvik kommune.

Det er antatt at disse opplysningen allikevel fanger opp majoriteten av båtbruk i nedslagsfeltet. Tabell 46 viser antall båter tilhørende Larvik, og estimert forurensningstilførsel fra disse.

Tabell 46. Antall båter tilhørende Larvik, og estimert forurensningstilførsel.

Båt-type	Antall	Fosfortilførsler (kg/år)
Husbåter m/WC	36	3,4
Fritidsbåter u/WC	580	9,7
Kanoer, robåter etc.	100	0,5
<b>SUM</b>		<b>13,6</b>

Som vi ser er tilførslene relativt bestkjedne når det gjelder forfor, og det er andre sider ved båtbruken som representerer større fare for drikkevannet, f.eks. faren for spill av kjemikalier ved båtpuss og liknende.

Det bør allikevel vurderes et forbud mot husbåter med WC, utifra en mer prinsipiell holdning om at slikt ikke hører hjemme i en drikkevannskilde.

## 10.7 Friluftsliv

Nedbørfeltet til Farrisvann brukes i betydelig grad i forbindelse med friluftsliv, friluftsbad, fiske osv. Bl. a. medfører dette henleggelse av søppel og skrot til dels i vannforekomstenes umiddelbare nærhet. Hva dette betyr med hensyn til fosfortilførsel til vassdraget er vanskelig å estimere. Anslagsvis har vi satt slike aktiviteter til å representere 5 kg fosfor pr. år. Under forutsetning av mer restriktive reglementer og bedre tilrettelegging, har vi antatt at tilførslene kan reduseres med 2 kg fosfor pr. år. Verdiene er selvfølgelig meget usikre og må bare anvendes som symbol på at friluftslivet også er en forurensende aktivitet.

## 11. Tilførsel av fosfor via overvann fra tette flater

Med overvann menes avrenningsvann fra gater, veier og mer eller mindre tette flater i bolig- og industriområder. I henhold til Holtan og Åstebøl (1991), representerer denne avrenningen ca 50 kg total fosfor pr. km<sup>2</sup> og år.

Med bakgrunn i de oppgitte tettstedarealer (tabell 1) og koeffisienten ovenfor, blir tilførslene fra tette flater til de ulke delfelt som vist i tabell 47.

Tabell 47. Årlig fosfortilførsel fra tette flater i kg/år.

6. Vanebuv.	5. Oppdalsv.	4. Gorningen	3. Lakssjø	2. Oklungen	1. Farrisv.
0	0	35	5	0	15

## 12. Fosfortilførsler fra veier og jernbane

### 12.1 Veier

Vegkontorene i Telemark og Vestfold har gitt følgende opplysninger angående veitrafikkforholdene på de offentlige hoved-veier i nedbørfeltet. Verdiene er gitt som årsdøgntrafikk (ÅDT) i 1991:

Siljan - Skien (riksvei 316), delfelt 4:	3350, antatt 3500 i år 2000
Siljan- Vestfold grense (riksvei 316), delfelt 4:	1600, antatt 1700 i år 2000
Kvelde - Siljan, delfelt 1:	500 -1000
Farrisbygda, delfelt 1:	< 500
Larvik- Kjøse, delfelt 1:	500 - 1000
E - 18 forbi Farrisvann,delfelt 1:	12000 - 14000

Det finnes ingen rasteplass langs de aktuelle veistrekninger. På riksvei E - 18 anvendes det årlig 60 tonn veisalt (NaCl).

Da det ikke finnes rasteplasser langs veiene, antar vi at fosfortilførselen herfra er minimal og vi velger derfor å se bort fra denne. Veitrafikk medfører imidlertid tilførsel av bly og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) til nærområdene. Eventuelle slike tilførsler til Farrisvann vil i første rekke måtte komme fra E - 18. Dette vil bli undersøkt i 1993.

### 12.2 Jernbane

NSB Skien v/Finn Johnsen gir følgende opplysninger om jernbanetrafikken:

"Totalt antall reisende på strekningen mellom Larvik og Skien (begge veier) i 1991:	350.729
Antall reisende inntil juli 1992:	202.667
Antall reisende inntil juli 1991:	202.828

Anslagsvis 85 % av transporten skjer i dag med tog med åpent toalettsystem. Fra 1993 vil det bli en gradvis økende overgang til lukket vakumsystem.

På strekningen Skien - Oslo er toalettene i tog med åpent system avlåst mellom Drammen og Oslo, og følgelig benyttes toalettene på strekningen forbi Farrisvann.

Det foreligger ingen undersøkelser som spesielt gjelder tilførsler av fosfor og bakterier fra jernbanetrafikken forbi Farris."

Fysiologisk utskiller en person 1.3 g fosfor pr. døgn. Hvis vi antar at toget passerer den aktuelle strekning i løpet av 20 min., vil de reisende i løpet av et år statistisk sett tilføre jernbane-strekningen  $350.729 * 1.3 * 20 / 1440 * 1 / 1000 = \text{ca. } 6 \text{ kg fosfor pr år}$ . Hvis vi videre antar at ca. 70 - 80 % av dette når Farrisvann, betyr jernbanetrafikken en fosfortilførsel til Farrisvann på **ca. 5 kg pr. år**. Det knytter seg imidlertid store usikkerhet til dette estimat. Vi

antar at tilførselen av bakterier har større konsekvenser for Farrisvann som drikkevannskilde.

Det foreligger intet bakgrunnsmateriale som belyser risikoen ved transport av miljøfarlige stoffer forbi Farrisvannet. Dette er dessuten problemer som i mindre grad har betydning for fosfortilførselen til innsjøen.

### 12.3 Konklusjon

- Veitrafikken har sannsynligvis liten betydning med hensyntil fosfortilførsler til Farrisvann.
- I verste fall kan jernbanetrafikken bidra med 5 kg fosfor pr.år - estimatet er meget usikkert.
- Eventuelle forurensningsproblemer i forbindelse med vei- og jernbane-trafikk er knyttet til tilførsel av bakterier, ulike typer miljøgifter samt usikkerhet i forbindelse med trafikkuhell o. l.

## 13. Fosfortilførsler fra fast avfall

I følge de innhentede opplysninger finnes det ingen offisiell søppelfyllplass i nedbørfeltet til Farrisvann. Det er blitt nevnt at det i Siljan skal finnes gamle slamlaguner, men teknisk etat antar at fosfortilførselen herfra nå er minimal. I alle kommuner er det tvungen renovasjon.

Det foreligger ingen opplysninger når det gjelder handtering av fast avfall i forbindelse med gårdsdriften (f. eks. for-rester, ulike typer emballasje osv.). Vi har heller ikke kjennskap til i hvilken grad friluftaktiviteten i området medfører henleggelse av skrot og søppel i området. Det opplyses av lokalkjente at en viss grad av forsøpling forekommer i enkelte områder. Selv om dette ikke medfører vesentlig tilførsel av fosfor til vassdraget, kan det bety tilførsler av bakterier og andre stoffer som er uheldig, spesielt på bakgrunn av Farrisvann som drikkevannskilde.

### 13.1 Konklusjon

- På bakgrunn av opplysninger fra kommunene har handteringen av fast avfall liten relevans med hensyn til fosfortilførsler til Farris - Siljan-vassdraget.

## 14. Vassdragsreguleringer og deres betydning for fosfortilførselen til vassdraget

I Siljanvassdraget har Vestfold Kraftselskap 4 kraftverker i drift: Toklev., Hogstad, Sagfossen og Kiste (fig 3). Nedbørfeltet ovenfor Kiste kraftstasjon utgjør totalt ca. 259,5 km<sup>2</sup> og det midler avløp ved Kiste i observasjonstiden 1931 - 1947 var 5,9 m<sup>3</sup>/s. Magasinene som utnyttes i Siljanverkene går frem av tabell 48.

Tabell 48. Magasiner som utnyttes i Siljanverkene

Regulerte vann	Nedbørfelter		Års-avløp	Regulerings-grenser		Regulerings høyder		Vann overflate	Brutto magasiner		Reg. anl. satt i drift
	Lo-kalt	To-talt		Ned-re	Øvre	Ned	Opp		Min.-maks	Vol-um	
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	Tot. midl. Mill. m <sup>3</sup>	m.o.h	m.o.h	m	m	km <sup>2</sup>	Mill. m <sup>3</sup>	GWh	År
Ramsvann	22,0	22,0				8,60	0,00	1,64	8,9	4,8	1919
Myklevann	64,5	86,5		413,53	423,53	3,00	7,00	5,62	46,0	24,8	1913
Sporevann	27,0	113,5		339,75	346,75	2,87	4,13	0,98	3,6	1,9	1919
Vanebuv.	23,0	136,5		247,25	254,25	2,30	4,70	0,43	2,1	0,8	1914
Gorningen	123,0	259,5	186,1	65,92	74,92	9,00	0,00	1,80	16,7	1,9	1917
Totalt	259,5		186,1						77,3	34,2	

Generelt fører vassdragreguleringer til en utjevning av vannføringen over året. Dette p. g. a. at kraftverkene kjøres når kraftbehovet er størst, nemlig om vinteren, mens magasineringen foregår om våren under snøsmeltingen og om sommeren. Dette er også tilfelle i Siljanvassdraget (fig 4).

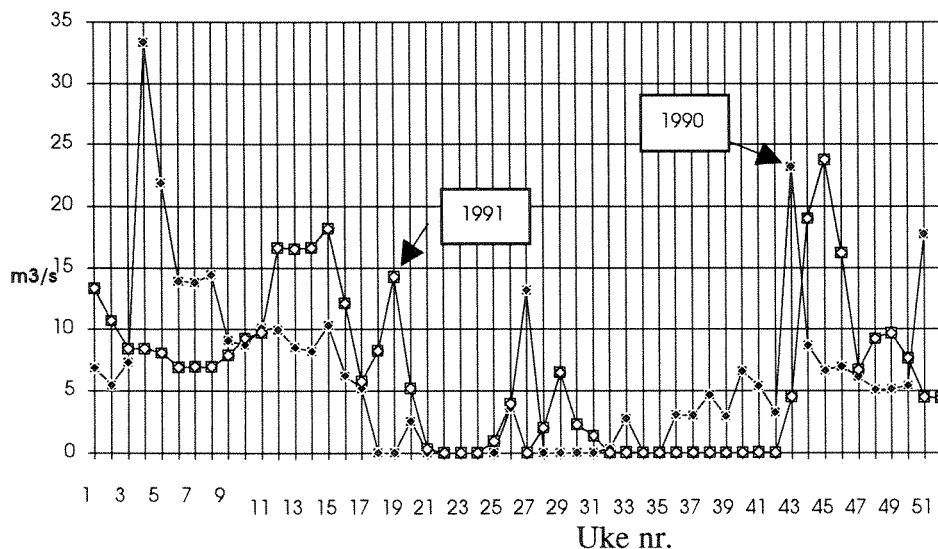


Fig 4 Avløp Gorningen 1991/1992

Reguleringsinngrepet som sådan er i og for seg ikke forurensende, men ved at vannføringen i perioder endres i forhold til det normale, vil effekten av tilførte forurensninger også kunne endre seg i forhold til det normale. I denne sammenheng vil reguleringsreglement og forurensningskildenes beliggenhet i forhold til regulerings-magasinene ha betydning.

I henhold til opplysninger fra Vestfold kraftselskap, tappes normalt magasinene ned om vinteren og fylles opp om våren under snøsmeltingen og på forsommeren. Etter oppfylling holdes normalt vannstanden i Gorningen på et nivå av ca. 2 meter under damkrona. Dette for å ha bufferkapasitet i tilfelle kraftig renværsperioder i løpet av sommeren. Magasinene lengere opp i feltet fylles opp videre utover sommeren. Bl. a. fører dette til økt retensjon av fosfor i forhold til om vinteren. Magasinene lengere oppe i vassdraget fylles utover våren og sommeren - noe som fører til at vannføringen i vassdraget nedstrøms nederste magasin blir mindre enn normalt om sommeren. Dette betyr at fosforet som tilføres vassdraget oppstrøms nederste magasin dvs. Lakssjø/Gorningen, holdes i større grad tilbake på denne tiden enn om vassdraget hadde vært uregulert. Tilførselen av fosfor til Farrisvann fra forurensningskildene oppstrøm de nederste magasin blir altså mindre enn normalt i denne periode. Da både konsentrasjoner og vannføring også under normale forhold varierer, er det vanskelig å kvantifisere betydningen av dette.

Nedtappingen av magasinene foregår som nevnt utover vinteren slik at magasinene er nedtappet på senvinteren/våren når snøsmeltingen tar til. Under nedtappingsperioden øker tilførselen av fosfor til Farrisvann fra kilder ovenfor de nederste magasin. Dette medfører økt næringstilgang om våren og følgelig hurtigere etablering av alger enn hva man ellers ville hatt. En stor vårflom med "rent" smeltevann ville vært positiv med hensyn til utspyling av forurensninger fra Farrisvannet. Imidlertid må man i denne sammenheng ta hensyn til innsjøens størrelse og at vannmassene sirkulerer dvs. blandes fra overflate til bunn på denne tiden - noe som vil begrense effekten.

Såfremt Siljanelva har en lavere fosforkonsentrasjon om sommeren enn de øvrige tilførsler til Farrisvannet til sammen, vil en økt sommervannføring i Siljanelva være positiv med hensyn til fortynning i Farrisvann. Ved en teoretisk betraktning av de årlige fosfortilførsler, kan dette være tilfelle. Imidlertid må man ved en slik vurdering kun betrakte de sesongmessige variasjoner. I henhold til måleresultatene fra 1991 synes det som om konsentrasjonen av fosfor i Siljanelva om sommeren er høyere enn konsentrasjonen i et flertall av de øvrige tilløp. En eksakt beregning av dette krever mere data både for vann- og fosfortilførsel til Farrisvannet fra de forskjellige kilder/bekker i denne periode.

Det veiledene og empiriske modellverktøy som vi vanligvis bruker for å estimere betydningen av fosfortilførsel gjelder kun årstilførsler og kan derfor ikke brukes for betydningen av variasjoner i løpet av året. En utvikling av denne type modeller vil være meget arbeidskrevende og som nevnt kreve betydelig datagrunnlag. Vi vil imidlertid anbefale at Lakssjø/Gorningen-magasinene fylles opp så snart som mulig om våren og at vannstanden holdes så høy gjennom hele sommerhalvåret. Etter at avløpsforholdene er sannert i Siljan, vil en økt sommervannføringen i Siljanvassdraget være positiv. Det foreligger ingen data om den naturlige sommervannføringen i Siljanelva, men vi må anta at denne var relativt lav, dvs. at reguleringen sannsynligvis ikke har den store betydning med hensyn til variasjon av fosfortilførselen til Farrisvannet i løpet av sommersesongen.



De siste 2 somre har Gorningenmagasinet vært sterkt nedtappet, dette p. g. a. reparasjon og forbedring av damsystemet. I forurensningssammenheng har dette vært uheldig fordi nedtappingen har foregått i en uheldig tidsperiode (våren/forsommeren) og fordi retensjonen av fosfor avtar når vannets oppholdstid i magasinet avtar. I følge fig. 4 var imidlertid avrenningen fra Gorningen svært liten i denne periode og følgelig var også fosfortransporten liten.

Farrisvannet har en reguleringshøyde på ca. 2 meter. Enkelte gårdbrukere rundt innsjøen har i henhold til opplysninger fra Landbrukskontoret i Larvik problemer i forbindelse med varierende og i perioder høy vannstand slik at lavtliggende jorder oversvømmes. En varierende vannstand vil under alle omstendigheter medføre en større utvasking av partikulært materiale fra strandområdene enn om vannstanden ikke varierte. Hvis dyrket og gjødslet mark oversvømmes, vil gjødselsstoffer lett vaskes ut i vannet. Regulerings-reglementet bør ta hensyn til dette. Vannstanden i Farrisvann bør holdes så høy som mulig særlig om sommeren, men dog ikke så høy at dyrket mark oversvømmes.

### 14.1 Konklusjon

- Med bakgrunn i det foreliggende observasjonsmateriale er det vanskelig å kvantifisere om og eventuelt i hvilken grad vassdragsreguleringen i Siljanvassdraget har noen betydning med hensyn til fosfortilførselen til Farrisvann.
- Vannstanden i Gorningen og Lakssjø bør imidlertid holdes på et så høyt nivå som mulig, spesielt i sommerperioden.
- Vannstanden i Farrisvann bør spesielt om sommeren holdes på et høyt nivå, men dog ikke slik at lavtliggende jordbruksområder oversvømmes.

## Referanser

- Ahl, T., T. Wiederholm, 1977: Svenska vattenkvalitetskriterier. Eutrofierande Ämnen, Statens Naturvårdsverk, SNV PM 918.
- Ballestad, Trond: pers.medd. 1992. Landbrukskontoret i Skien, Porsgrunn og Siljan.
- Bardalen, A. 1992. Institutt for tekniske fag.
- Berge, D. (red.), 1983: Tyrifjorden. Sammenfattende sluttrapport fra Tyrifjordundersøkelsene 1978 - 1981. Rapport utarbeidet av NIVA for Tyrifjordutvalget, 156 sider.
- Berge, D. og T. S. Traaen, 1985: Skogbruk og vannforurensning. En problemanalyse. NIVA-rapport. Lnr. 1700, 44 sider.
- Finansdepartementet, 1978: Kalkulasjonsrente ved utarbeiding av programanalyser m.v. Rundskriv R-25/78. Oslo.
- Fylkesmannen i Vestfold, 1992: Tiltaksanalyse for Farris - grunnlagsmaterialer. Brev med vedlegg av 09.09.92.
- Haapala, K., 1977: Luftburen föroreningstillförsel. Vattenstyrelsens observationer 1971-1976. Trettonde nordiska symposiet om vattenforskning. NORDFORSK.
- Haveraaen, O., 1981: Virkning av hogst på vannmengde og vannkvalitet fra en østnorsk barskog. Meddelelser fra NISK 367.
- Hole, H. 1990. GJPLAN, EDB-program for planlegging av gjødsling i jordbruket. SFFL. 67s.
- Holtan, H., 1992: Overvåking av Farris- Siljanvassdraget 1991. NIVA - rapport. L.nr. 2719.
- Håland, Å. 1979. Silopressaft som enggjødsel. Forskning og forsøk i landbruket, 30: 305 -317.
- Landbruksdepartementet 1989. Retningslinjer om lagring og spredning av husdyrgjødsel. M-0582. 26s.
- Landbrukskontoret i Larvik, 1992: Handlingsplan for å redusere fosforutslipp til Farris. Oppgave over landbruksarealer/landbruksdrift i nedslagsfeltet beliggende i Larvik kommune. Brev med vedlegg av 10.09.92.
- Landbrukskontoret i Skien, Porsgrunn og Siljan, 1992: Handlingsplan for å redusere fosforutslipp til Farris. Brev med vedlegg av 7.9.92.
- Lundekvam, H. 1983. Husdyrgjødsel og avlaup frå driftsbygningar. Stensiltrykk nr. 1/83. Inst. for hydroteknikk, NLH.

- Magnussen, K. og J.H. Sandberg, 1989: Kostnader ved tiltak mot landbruksforurensninger. Delrapport av Nasjonal Nordsjøplan. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- NILF, 1992: Handbok for driftsplanlegging 1992/1993. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- NVE, 1987: Avrenningskart.
- Rognerud, S., D. Berge og M. Johannessen, 1979: Telemarkvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975 - 1979. NIVA-rapport L.nr. 1147, 82 sider.
- Sandberg, J.H., 1991: Kostnader ved tiltak mot landbruksforurensninger - Revidert utgave. Delrapport til Nasjonal Nordsjøplan. Rapport D-015-91. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- Stalleland, T., 1992: Kostnadseffektivitetsanalyse av tiltak for å redusere utslipp av næringsalter fra landbruket på Romerike. Foreløpig rapport. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- Statens forurensningstilsyn, 1991: Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til fjorder og vassdrag. Revidert utgave - november 1991. SFT-rapport TA 774/1991, 91:10.
- Statens institutt for folkehelse, 1987: Kvalitetsnormer for drikkevann. Veiledningsmateriale i G-serien fra SIFF.
- Trotter, D. M., Wong, M. P. and R. A. Kent, 1990: Canadian Water Quality Guidelines for Glyphosate. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Scientific Series No. 170.
- Uhlen, G. 1989. Surface runoff losses of phosphorous and other nutrient elements from fertilized grassland. In: Norwegian Journal of Agricultural Science. Vol. 3, no. 1: 49-55.
- Vagstad, N. 1990. Avrenning og effekt av tiltak i landbruket. Delrapport til Nasjonal Nordsjøplan.
- Åstebøl, S. O., F. Rosland, B. Malme, G. Holtan og D. Berge, 1987: Vannbruksplan for Farris-vassdraget. GEFO - NIVA - rapport. 65 sider

## VEDLEGG 1: Områdeklassifisering for spredt bebyggelse.

### Delnedbørfelt 1.

#### Kjose

Ant. boliger (personer) med

Direkte utslipp, ingen rensing	0
Kun slamavskiller eller synkekum	0
Slamavskiller + sandfilter	4 (12)
Slamavskiller + infiltrasjon	37 (111)
Tett tank	3 (9)
Minirensesanlegg	0
<b>Sum</b>	<b>44 (132)</b>

#### Omsland

Ant. boliger (personer) med

Direkte utslipp, ingen rensing	0
Kun slamavskiller eller synkekum	32 (96)
Slamavskiller + sandfilter	0
Slamavskiller + infiltrasjon	8 (24)
Tett tank	0
Minirensesanlegg	0
<b>Sum</b>	<b>40 (120)</b>

#### Vassvik.

Ant. boliger (personer) med

Direkte utslipp, ingen rensing	0
Kun slamavskiller eller synkekum	25 (75)
Slamavskiller + sandfilter	0
Slamavskiller + infiltrasjon	0
Tett tank	1 (3)
Minirensesanlegg	0
<b>Sum</b>	<b>26 (78)</b>

## Rømminga

Ant. boliger (personer) med

Direkte utslipp, ingen rensing	0
Kun slamavskiller eller synkekum	15 (45)
Slamavskiller + sandfilter	4 (12)
Slamavskiller + infiltrasjon	0
Tett tank	0
Minirensenanlegg	0
<b>Sum</b>	<b>19 (57)</b>

## Lysebo

Ant. boliger (personer) med

Direkte utslipp, ingen rensing	0
Kun slamavskiller eller synkekum	9 (27)
Slamavskiller + sandfilter	0
Slamavskiller + infiltrasjon	0
Tett tank	0
Minirensenanlegg	0
<b>Sum</b>	<b>9 (27)</b>

## Bonnagolt

Ant. boliger (personer) med

Direkte utslipp, ingen rensing	6 (18)
Kun slamavskiller eller synkekum	0
Slamavskiller + sandfilter	0
Slamavskiller + infiltrasjon	0
Tett tank	0
Minirensenanlegg	0
<b>Sum</b>	<b>6 (18)</b>

## Rest delnedbørfelt 1

Dette er boliger som er så spredt at det ikke kan tenkes koplet sammen med andre boliger for en mulig felles løsning.

Ant. boliger (personer) med

Direkte utslipp, ingen rensing	0
Kun slamavskiller eller synkekum	15 (43)
Slamavskiller + sandfilter	0
Slamavskiller + infiltrasjon	0
Tett tank	0
Minirensesanlegg	0
<b>Sum</b>	<b>15 (43)</b>

## Delnedbørfelt 2.2

Oklungen sentrum

Ant. boliger (personer) med

Direkte utslipp, ingen rensing	0
Kun slamavskiller eller synkekum	0
Slamavskiller + sandfilter	5 (13)
Slamavskiller + infiltrasjon	4 (12)
Tett tank	17 (55)
Minirensesanlegg	0
Utedo	1 (1)
<b>Sum</b>	<b>27 (81)</b>

## Rest delnedbørfelt 2.2,

Oklungen utenom sentrum

Dette er boliger som er så spredt at det ikke kan tenkes koplet sammen med andre boliger for en mulig felles løsning.

Ant. boliger (personer) med

Direkte utslipp, ingen rensing	0
Kun slamavskiller eller synkekum	0
Slamavskiller + sandfilter	11 (29)
Slamavskiller + infiltrasjon	14 (38)
Tett tank	24 (71)
Minirensesanlegg	0
Utedo / Biol. klosett	12 (28)
<b>Sum</b>	<b>61 (166)</b>

## Delnedbørfelt 3.

Kiste

Ant. boliger med

Direkte utslipp, ingen rensing	3
Kun slamavskiller eller synkekum	2
Slamavskiller + sandfilter	8
Slamavskiller + infiltrasjon	24
Tett tank	
Minirensesanlegg	
<b>Sum</b>	<b>37</b>

Rest delnedbørfelt 3

Dette er boliger som er så spredt at det ikke kan tenkes koplet sammen med andre boliger for en mulig felles løsning.

Ant. boliger med

Direkte utslipp, ingen rensing	10
Kun slamavskiller eller synkekum	3
Slamavskiller + sandfilter	3
Slamavskiller + infiltrasjon	11
Tett tank	1
Minirensesanlegg	
<b>Sum</b>	<b>28</b>

## Delnedbørfelt 4.

Austad

Ant. boliger med

Direkte utslipp, ingen rensing	
Kun slamavskiller eller synkekum	5
Slamavskiller + sandfilter	2
Slamavskiller + infiltrasjon	8
Tett tank	
Minirensesanlegg	
<b>Sum</b>	<b>15</b>

## Gonsholt

Ant. boliger med

Direkte utslipp, ingen rensing	4
Kun slamavskiller eller synkekum	8
Slamavskiller + sandfilter	9
Slamavskiller + infiltrasjon	13
Tett tank	1
Minirensesanlegg	
<b>Sum</b>	<b>35</b>

## Serkland

Ant. boliger med

Direkte utslipp, ingen rensing	2
Kun slamavskiller eller synkekum	14
Slamavskiller + sandfilter	4
Slamavskiller + infiltrasjon	24
Tett tank	
Minirensesanlegg	
<b>Sum</b>	<b>44</b>

## Rest delnedbørfelt 4

Dette er boliger som er så spredt at det ikke kan tenkes koplet sammen med andre boliger for en mulig felles løsning.

Ant. boliger med

Direkte utslipp, ingen rensing	3
Kun slamavskiller eller synkekum	44
Slamavskiller + sandfilter	16
Slamavskiller + infiltrasjon	43
Tett tank	2
Minirensesanlegg	1
<b>Sum</b>	<b>109</b>



## Oppdalsbygda

Ant. boliger med

Direkte utslipp, ingen rensing	1
Kun slamavskiller eller synkekum	14
Slamavskiller + sandfilter	4
Slamavskiller + infiltrasjon	34
Tett tank	
Minirensesanlegg	
<b>Sum</b>	<b>53</b>

Rest delnedbørfelt 5

Dette er boliger som er så spredt at det ikke kan tenkes koplet sammen med andre boliger for en mulig felles løsning.

Ant. personer (boliger) med

Direkte utslipp, ingen rensing	4
Kun slamavskiller eller synkekum	9
Slamavskiller + sandfilter	1
Slamavskiller + infiltrasjon	22
Tett tank	7
Minirensesanlegg	
<b>Sum</b>	<b>43</b>

## VEDLEGG 2: Generelle beregningsparametre for rensetekniske løsninger for kloakk.

Forurensningsproduksjon pr. pe: 1,7 g P/døgn

Kostnader (kr):	Investering	Drift	Årskostnad
Infiltrasjonsanlegg	30.000	900	3.730
Minirensanlegg 1 hus	55.000	3.300	8.500
Minirensanlegg 2 hus	76.000	4.500	11.700
Tett tank	33.400	2.250	5.400
Snurredassen	27.000	1000	3.550
Off. ledn. anlegg pr lm	700		
Priv. ledn. anlegg pr lm	350		

Levetiden for systemene er satt til 20 år.

### Infiltrasjonsanlegg:

Slamavskilleren tømmes en gang pr år.

### Minirensanlegg:

Prisinformatjonen for minirensanlegg er hentet fra Biovac. Prisen gjelder systemet ferdig montert. Driftsutgiftene gjelder kjemikalier (250.-) og serviceavtale (ca 2000.-) med besøk 2-3 år. Strømutgifter er medregnet (kr. 1000.- /år).

### Tett tank:

Prisen på tett tank system er basert på opplysninger fra Heidenreich, Skien v / Berge.

Det er tatt utgangspunkt i en 6000 l tett tank for sortvann og en 2000 l slamavskiller for gråvann med etterfølgende fordelingspumpe og sandfilterinfiltrasjon. I de fleste tilfeller vil en kunne bruke eksisterende slamavskiller, og for de som på forhånd har en sandfilterinfiltrasjon for alt avløpsvann vil det bli billigere enn oppsatte utgifter å fortsette å bruke denne grøfta etter nødvendig utskifting av masse og tilkøpling av fordelingspumpe.

Etter samtaler med Tor Erling Andersen rørleggerforretning i Larvik bør det innenfor totalprisen på ca 35.000 også la seg gjøre å gjennomføre rørleggerarbeidet i forbindelse med separering av sort og gråvann. Dette kan enklest gjøres ved å legge nytt klosettavløp direkte til tett tank, og beholde eksisterende røropplegg til gråvannet.

Sortvannet tømmes 2 g. pr. år, gråvannet en gang annenhvert år. Evt. tømning utenom de faste rutinene vil måtte påløpe oppsitter. Prisen forutsetter et fast opplegg med regulær tømning. Priser innhentet fra Vestfold Septikrens. Deponeringsgebyr på 60 kr m<sup>3</sup> er innkalkulert.

## INVESTKOSTN.:

Bia Li 60:	8.600
Bia SL 22:	4.800
Fordelingspumpe:	8.000
Rør	2.000
Graving	10.000
<b>Sum:</b>	<b>33.400</b>

## DRIFTSKOSTN.:

Tømming	2.250
---------	-------

Snurrelassen

Opplysninger fra Vera A/S. Investeringen estimert til ca 22.000. Rørleggerarbeid to dager, ca. kr 5.000 (kan gjøres selv). Må stå i kjeller (1.30\*1.30). Driftsutgifter innebefatter strøm og sanitærbark.

Siljan renseanlegg:

Investeringene er på 4.550.000.

Det regnes driftsutgifter på 10% av investeringene. Dette gir totale årskostnader på 885.000.

Beregningsforutsetninger for fellesløsninger (for mer enn 7 boliger):

- o Alternativet med nytt hovedrenseanlegg er beregnet som for et tilsvarende minirensesanlegg plassert ved sør-enden av Farris.
- o Virkningsgrader:
  - Transporteffektivitet : 95 %
  - Renseeffekt m.h.p. Tot-P : 95 %
- o Anleggskostnader:
  - Oppsamlingsnett : 350 kr/m
  - Fellesledninger : 700 kr/m
  - Pumpestasjoner for 1-3 hus : 50.000 kr
  - Pumpestasjoner for 4-15 hus : 100.000 kr
  - Pumpestasjoner for 16-30 hus : 200.000 kr
  - Pumpestasjoner for 31-50 hus : 300.000 kr
  - Pumpestasjoner for > 51 hus : 400.000 kr
  - Minirensesanlegg for ca. 50 pe : 300.000 kr
  - Minirensesanlegg for ca. 75 pe : 450.000 kr
  - Minirensesanlegg for 100-175 pe : 600.000 kr
  - Minirensesanlegg for 176-275 pe : 800.000 kr
  - Minirensesanlegg for 276-400 pe : 1.000.000 kr
  - Minirensesanlegg for 401-500 pe : 1.200.000 kr
- o Driftskostnader:
  - Ledningsnett : 1 % av anleggskostnadene
  - Pumpestasjoner : 7 % av anleggskostnadene
  - Minirensesanlegg : 10 % av anleggskostnadene

---

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo  
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2269-3