



Tiltaksanalyse
Vannområde Siljan – Farrisvassdraget
Versjon nr./ dd.mm.2012

1 Innhold

1.	Innledning.....	5
2	Organisering av prosjektet	6
3	Beskrivelse av vannområdet.....	8
3.1	Utviklingstrekk i vannområdet.....	10
3.2	Vesentlige vannforvaltningsspørsmål i vannområdet.....	10
4	Brukerinteresser og brukermål i vannområdet	11
4.1	Vannkraft.....	11
4.2	Landbruk	11
4.2.1	Jordbruk.....	11
4.2.2	Skogbruk	12
4.3	Samferdsel	12
4.3.1	Nye E18 Bommestad – Sky K3 Farriseidet	12
4.4	Drikkevann	13
4.4.1	Farris.....	13
4.4.2	Mensvann, Broken og Mjøvann	14
4.4.3	Skisjø.....	14
4.5	Badevann.....	14
4.6	Avløp.....	14
4.7	Jakt og fiske.....	15
4.8	Friluftsliv	18
4.9	Kulturminner og kulturlandskap.....	18
4.10	Flomsikring	18
4.11	Etablerte rettigheter og tillatelser	18
5	Miljøtilstand og miljømål.....	19
5.1	Oversikt over registrerte vannforekomster, risikotilstand og miljøtilstand.....	19
5.1.1	Elvevannsforekomster	20
5.1.2	Innsjøvannforekomster	21
5.1.3	Grunnvannsforekomster	22
5.2	Miljømål	23
5.2.1	Økologiske miljømål	23
5.2.2	Kjemiske miljømål	23
6	Forurensningsregnskap.....	24
6.1	Forurensningsregnskapet for Siljan – Farrisvannområde.....	24
6.2	Avlastningsbehov	25
7	Miljøutfordringer i vannområdet.....	26
7.1	Vesentligste miljøutfordringene	26
7.2	Andre miljøutfordringer	28

7.3	Sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF).....	29
7.3.1	Forslag til kandidater til SMVF	30
7.3.2	Miljømål og fastsetting av godt økologisk potensial (GØP) for de utvalgte SMVF	30
8	Forslag til tiltak	31
8.1	Forslag til tiltak i SMVF	31
8.1.1	Ramsvann: Utvasking av strandsone og endret bestandssammensetning.	32
8.1.2	Ramsvann – Krok vann – Mykle vann/elvestrekning: Ikke påvist endring pga. regulering.	32
8.1.3	Mykle: Utvasking av strandsone og endret artssammensetning.	33
8.1.4	Mykleelva: Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.	34
8.1.5	Sporevann: Utvasking strandsone og nye våtmarksområder.	35
8.1.6	Sporevann – Brudetjørn – Tokleiv elv: Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.....	35
8.1.7	Tokleiv - Vanebuvann elvestrekning: Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.....	35
8.1.8	Vanebuvann: Utvasking strandsone.	35
8.1.9	Vanebuelva (Vanebuvann – Hogstad): Vegetasjon blitt borte. Artssammensetning endret. Vandringshinder.	36
8.1.10	Gorningen: Endret vegetasjon og utvasking.	36
8.1.11	Lauv – Kiste: Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.	36
8.1.12	Siljanelva (Merkedammen – Auen bru): Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.....	36
8.1.13	Hammerdalen: Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.	37
8.2	Jordbruk.....	39
8.2.1	Siljan.....	39
8.2.2	Larvik	41
8.3	Avløp.....	42
8.3.1	Tiltak innenfor avløpssektoren.....	42
8.3.2	Knappenåsebekken.....	42
8.3.3	Grønli / Gorningen	43
8.3.3	Oklungen hovedelv og Oklungen bekkefelt.....	43
8.3.4	Vassvik og Farris.....	43
8.3.5	Hammerdalen	43
8.4	Grunnvann.....	43
9	Gjeninnføring av laks til vassdraget.....	44
9.1	Samfunnsøkonomisk- og biologisk verdi.....	44
9.2	Samfunnsøkonomiske kostnader.....	44
10	Samfunnsøkonomisk vurdering av tiltakspakken	46

10.1	SMVF.....	46
10.2	Landbruk og avløp: Fosfor og bakteriologi.....	46
11	Vurdering av virkemiddel	47
11.1	SMVF.....	47
11.2	Landbruk	47
11.3	Avløp.....	48
11.4	Innspill om eventuelle behov for nye virkemidler	48
12	Veien videre for tiltaksanalysen og foreslåtte tiltak.....	48
13	Referanser.....	49
14	Vedlegg	51
14.1	Beregning av kostnader ved minstevannføring	51

1 Innledning

Forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften) trådte i kraft 1. 1.2007. Denne er kommet på plass som følge av EUs vanndirektiv. Formålet med denne forskriften er å gi rammer for fastsettelse av miljømål som skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vassdraget. Forskriften skal sikre at det utarbeides og vedtas regionale forvaltningsplaner med tilhørende tiltaksprogrammer med sikte på å oppfylle miljømålene. Dette skal gjøres for alle vannforekomster i Norge. Forvaltningsplan med tiltaksprogram skal vedtas i 2015 og målene for vannkvalitet skal være nådd innen 2021.

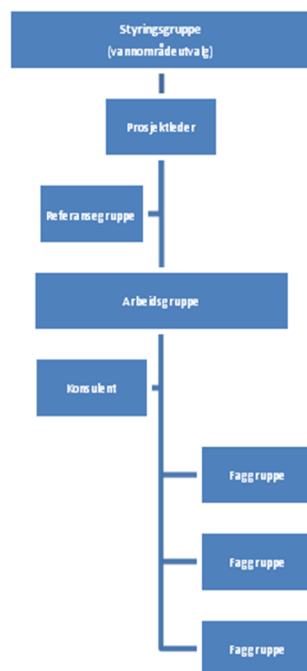
Vannregionmyndigheten, Larvik kommune og Vestfold interkommunale vannverk (VIV) har i fellesskap tatt initiativ til en tidlig oppstart av arbeidet med Siljan – Farrisvassdraget etter Vannforskriften. Hovedårsaken er at Farris er drikkevannskilde for omlag 200 000 personer. En viktig målsetning er å forhindre forringelse av drikkevannet. Vannforekomster som benyttes som drikkevannskilder omhandles spesielt i Vannforskriften. De skal bl.a. beskyttes mot forringelse slik at drikkevannskvaliteten ikke reduseres. Gjennomføring av arbeidet i henhold til Vannforskriften sees som et viktig steg for å få til en helhetlig vannforvaltning som ivaretar både råvannskvaliteten til drikkevann (flere uttak og vannforekomster i vannområdet) og vannkvaliteten for øvrig i de andre vannforekomstene i nedbørfeltet. Kravet til drikkevann kan bli styrende for fastsetting av miljømål for vannforekomster i nedbørfeltet. Vassdraget er sterkt påvirket av kraftutbygging med kraftstasjoner i Hamnerdalen i Larvik, ved Kiste, Saga, Hogstad og Tokleiv i Siljan. Vannforskriften forutsetter at realistiske tiltak i elver og magasiner vurderes med sikte på å optimalisere økologien.

Vassdraget er verna etter rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag (RPR), (Verneplan I, 1973). RPR er gitt ved kongelig resolusjon av 10.11.1994 med hjemmel i Plan- og bygningsloven av 14.6.1985 § 17-1, første ledd. RPR legger rammer for kommunene med hensyn til forvaltning av vernede vassdrag. Kommunen er forpliktet til å legge retningslinjene til grunn for planlegging etter Plan- og bygningsloven.

Målsettinger for prosjektet

- Fastsette miljømål som sikrer god råvannskvalitet i drikkevannskilder i vassdraget.
- Fastsette miljømål som sikrer at minimum standard miljømål om god økologisk tilstand, godt økologisk potensiale og god kjemisk tilstand nås i øvrige vannforekomster.
- Utrede nødvendige tiltak for å opprettholde eller forbedre vannkvaliteten slik at miljømål nås innen fristen som er 2021.
- Det skal gjøres en utredning om oppgangs muligheter for laks og sjørøret i vassdraget.
- Gjennomføre prosjektet etter den intensjon og de prosesser og arbeidsmetoder som vannforskriften med tilhørende veiledere beskriver.

2 Organisering av prosjektet



Prosjektorganisering med en styringsgruppe, en prosjektleder og en arbeidsgruppe.

Sammensetning

Styret er sammensatt av politikere fra kommunene Siljan og Larvik. Medlemmer i styringsgruppa er skiftet i forhold til de som var med i oppstarten (navn i parentes).

Tabell 1: Styringsgruppen (vannområdeutvalget)

Medlem	Varamedlem
Leder: Hallstein Bast, Larvik kommune, Varaordfører (Knut Anvik)	Erling Kvisvik
Hanne Birte Hulløen, Porsgrunn kommune (Åge Foldvik)	
Gunn Berit R. Holmelid, Siljan kommune, Ordfører (Ole Kristian Holtan)	
Morten Johannessen, Fylkesmannen i Telemark	Ingvar Oland
Tanja Breyholtz, Vestfold interkommunale vannverk	John Hagen-Larsen
Einar Tafjord, Skagerak kraft AS	Magne Wraa
Gudmund Northun, Fritzøe skoger	Knut Malmquist
Halvard K. Ripegutu, Telemark fylkeskommune	Lars W. Solheim, Vestfold fylkeskommune

Referansegruppe:

Marit Nilsen - Mattilsynet, avd. Vestfold
Kjell Carm - NVE Region sør
Sigrun Ringvold Børresen - Statens vegvesen region Sør
Jan Olav Hagen – Skagerak Energi
Sverre Mollatt - Vestfold interkommunale vannverk IKS
Ingvar Oland - Fylkesmannen i Telemark
Hans Christian Nygaard – Larvik kommune
Jan Gåsodden – Porsgrunn kommune

Prosjektleder: Rune Sjølland

Konsulent/prosjektmedarbeider: Steinar Tronhus

Tabell 2: Arbeidsgruppen/Prosjektgruppen

Institusjon	Navn
NVE	Grethe Helgås
Fritzøe skoger	Knut Malmquist
Fylkesmannen i Telemark	Arne Kjellsen
Fylkesmannen i Vestfold	Gunnar Kleven
Larvik kommune	Bjørn Evensen
Vannverkene i Farris	Tanja Breyholtz
VAR Siljan kommune	Kjell G Borgeraas
Skagerak Energi	Einar Tafjord
Kongsberg kommune	Odd Arne Helleberg

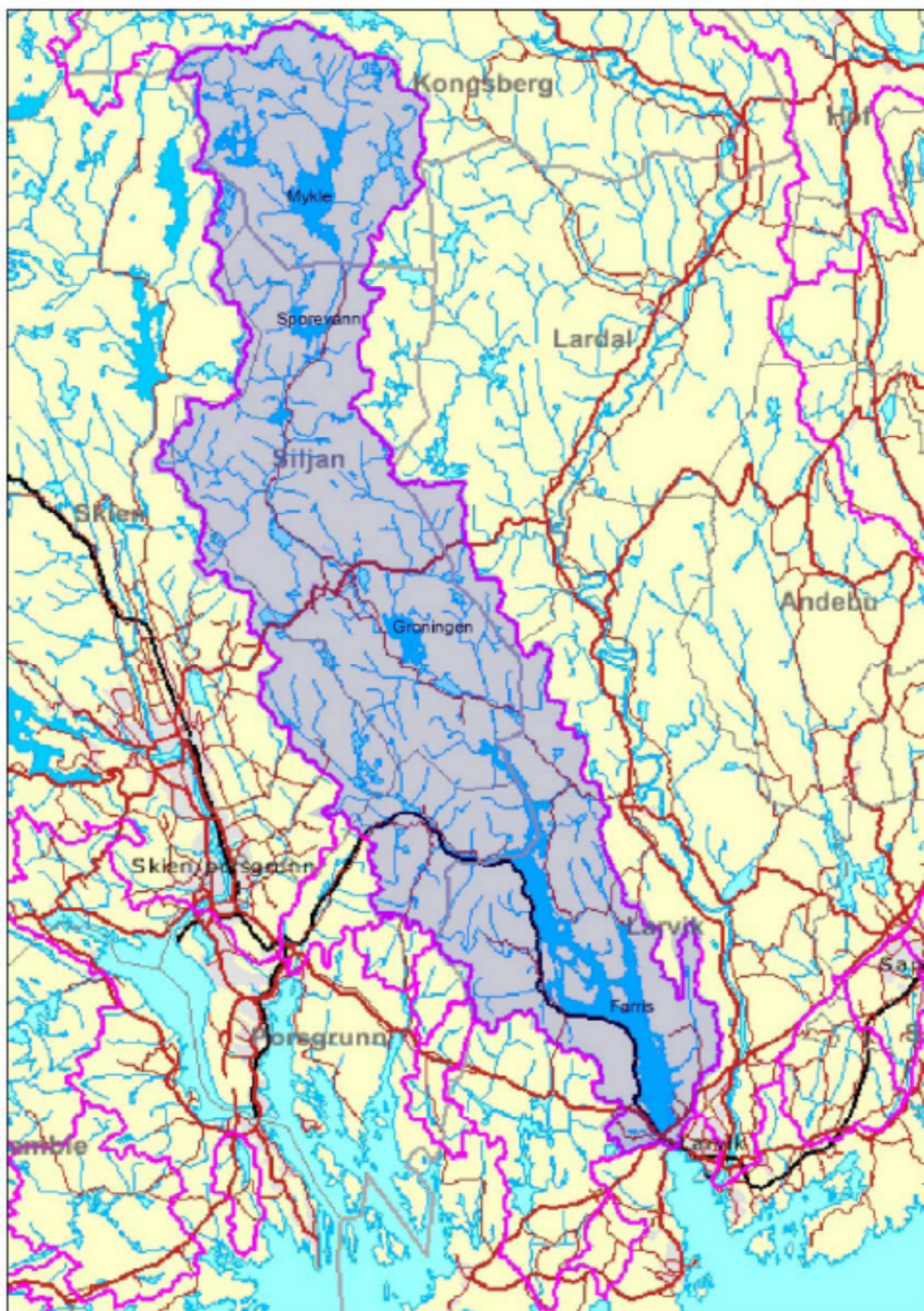
Etablerte faggrupper:

Faggruppe for vann og avløp
Faggruppe for landbruk
Faggruppe for sterkt modifiserte vannforekomster

3 Beskrivelse av vannområdet

Farris nedslagsfelt strekker seg fra litt sør for Skrimfjella i nord til Larviksfjorden i sør. Vassdraget løper gjennom en rekke større vann fra Mykle i nord til Farris i sør. Nedbørfeltet ligger i Kongsberg, Siljan og Larvik kommuner med Porsgrunn, Lardal og Skien som randkommuner med mindre arealer. Nedbørfeltet faller under det administrative området til fylkesmennene og fylkeskommunene i Buskerud, Telemark og Vestfold. Siljan-/Farrisvassdraget har et nedslagsfelt på ca 495 km². Siljan kommune har sitt befolkningssenter innenfor kommunen. I tilknytning til dette ligger det også en del jordbruk. I Kongsberg kommune er det i første rekke noe hyttebebyggelse i nedbørfeltet. I Larvik og Porsgrunn kommuner er det noe spredt bebyggelse nær Farris. De fleste større vann med tilhørende utløpselver er berørt av regulering.

Den marine grense ligger ved Opdalen, der ifra og sørover preges løsmassene av tykk havavsetning, som favoriserer jordbruksdrift. Breelvavsetninger, elveavsetninger og flekkvis med marine strandavsetninger. Løsmasser i nord er tynn og tykk morene og flekker med torv og myr. Berggrunnen nord i nedbørfeltet har store områder av monzonitt, kvartsmonzitt og granitt. Fra Siljan sentrum til Farrisvannet preges berggrunnen av rombeporfyr og syenitt. Vegetasjon nord i nedbørfeltet består av mye barskog. Lenger sør er det mer blandingsskog av løvskog og barskog i åsene, jordbruksområdene preger mer dalbunnen. Rundt Farrisvannet dominerer blandingsskogen. Årlig tilsig til hav fra nedbørfeltet er på 340,05 mill m³/år, som tilsvarer ca. 700 mm/år (NVE).



Figur 1: Siljan – Farrisvassdraget (markert område).

3.1 Utviklingstrekk i vannområdet

- Global oppvarming vil påvirke vannmiljøet. Oppvarmingen kan i vårt land føre til mindre frost og mer regn og nedbør. Dette kan føre med seg hyppigere og større flommer som vil erodere større mengder næringssalter og andre partikler ut i elva. Ut fra forurensningsregnskapet ser vi at 75,8 % (før retensjon) av tilført fosfor til vassdraget kommer fra arealavrenning fra utmark og atmosfærisk tilførsel. Det er her den store tilførselen av næringssalter til vassdraget kommer fra. Økt nedbør som følge av klimaendringer kan forsterke dette tilførselsbidraget. Tiltak i avløps- og landbrukssektoren kan muligens bety relativt lite for eutrofieringsproblematikken dersom nedbørsmengdene og utvaskingen av næringssalter fra naturen øker.
- Økt nedbør vil også tilføre flere problematiske mikroorganismer fra kloakk og husdyrgjødsel (Fougner, 2007).
- Minkende jordbruksdrift og husdyrhold vil gi mindre erosjon og lekkasje av næringssalter til vassdraget.
- Mindre sur nedbør gir mindre utfelling av humus, noe som forsterker utviklingen med høyere fargetall i drikkevann. Dette kan forklares ved at den sure nedbøren løser ut aluminium fra grunnen, som bidrar til å felle humus i jordvannsløsningen før det kommer ut i overflatevannet (Berge et al, 2011).
- Stor oppmerksomhet på drikkevannskvaliteten i Farris gjør kommunene bevisst på tiltak som er nødvendig for å sikre råvannskvaliteten. I alle kommuner settes det strenge krav til håndtering av avløpsvann ved nybygging og rehabilitering av boliger som ligger spredt i nedbørsfeltet omkring Farris.
- Frem til 1970 var det tømmerfløting i vassdraget, da var det en avtale mellom grunneier Fritzøe og regulant om en viss vannstand til en avtalt dato på høsten. Før styrte regulanten etter vannstand og nedbør. I dag er det mer pris som styrer kjøringsregimet, med en viss lokal innflytelse i forhold til å holde vannstander på ett fornuftig nivå. Siljanvassdraget er et lite vassdrag, 7,5 m³ er full kjøring. Kraftverkene står vanligvis i perioder med dårlig pris og sommerhalvåret, men dette kommer an på vannstand og nedbør. Kjøringsregime vil nok ikke forandre seg nevneverdig i den nærmeste fremtid (Pers. medd. fra Jan Olav Hagen).

3.2 Vesentlige vannforvaltningsspørsmål i vannområdet

Etter å ha gjennomført karakteriseringen, klassifisering og flerårig overvåking av vannforekomster, har en i Siljan – Farrisvassdraget kommet frem til tre vesentlige vannforvaltningsspørsmål:

1. Tiltak i sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF).
2. Eutrofiering av drikkevann og andre vannforekomster.
3. Tiltak for anadrom/katadrom fisk.

4 Brukerinteresser og brukermål i vannområdet

4.1 Vannkraft

Vassdraget har i dag 6 reguleringsmagasin (Ramsvann, Mykle, Sporevann, Vanebuvannet, Gorningen og Farris) og 5 kraftstasjoner (Tokleiv, Hogstad, Sagfossen, Kiste og Farris) med en årlig produksjon på omkring 86 GWh. Skagerak Energi AS er eier av de 4 øverste kraftverkene i vassdraget, kraftverket i Hammerdalen eies av Treschow – Fritzøe. Av reguleringsmagasinene er 5 av 6 ført opp som kandidater til sterkt modifiserte vannforekomster.

En rekke elvestrekninger er tørrlagt som følge av reguleringen. Det er ingen krav til regulantene om minstevannføring, men det er satt inn et minikraftverk på Hogstad kraftstasjon. Denne gjør at man kan kjøre minst 0,5m³/s kontinuerlig fra Hogstad til Gorningen. I vinterperioden 1. oktober – 30. april er det ved normale forhold jevn tapping fra Mykle; 5-6 m³/s. I sommerperioden 1. mai – 30. september er lukene i Ramsvann og Mykle normalt stengt for å samle vann til vinterperioden. Dette medfører at fra mellommagasinene Sporevann og Vanebuvann tappes kun det lokale tilsiget. Vassdraget ble tidlig utbygd for kraftproduksjon, og er ikke omfattet av konsesjonslovverket. Vassdraget er vernet, så det er lite trolig at det skjer flere vannkraftutbygginger.

4.2 Landbruk

4.2.1 Jordbruk

Innenfor Siljan – Farrisvassdraget er det noe jordbruksvirksomhet, først og fremst i Siljan kommune langs med Siljanelva, i Opdalen og ved Gorningen. Siljanelva, som drenerer jordbruksområder fra Siljan, har god miljøtilstand. Noe spredt jordbruksvirksomhet også rundt Farris. De fleste gårdsbruk driver grasproduksjon i Larvik, bare ca. 150 daa korn dyrkes. Tiltak i jordbrukssektoren rettes først og fremst mot forurensningskilder som går direkte ut i Farris.

Utviklingstrenden for jordbruket i vannområdet følger samme trend som resten av landet, hvor flere og flere gårdsbruk legges ned. Mens gårdene som fortsetter å drive blir større i både areal og antall buskap.

Tabell 3: Viser antall dyr og gårdsbruk i vannområdet (Simonsen, 2011).

Kommune	Type dyr							Sum
	Melkekyr	Amme kyr	Ungdyr storfe	Purker	Slaktgris framfôret	Sau og geit vinterfôret	Hest	
	<i>Antall dyr (antall bruk)</i>							
Siljan	28(1)	162(9)	469(10)	343(3)	1087(4)	397(4)	23(3)	2509(34)
Larvik	18(1)	36(3)	76(3)	0	6	35(3)	25*	190(13)
Porsgrunn	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	46	198	545	343	1093	432	48	2699

* Omtrent 20 av hestene er ved Dammen gård.

4.2.2 Skogbruk

I Siljan – Farrisvassdraget er det store områder med skog, og det drives mye skogsdrift i vannområdet. Fritzøe skoger eier og forvalter mesteparten av skogområdene. Forurensning i forbindelse med hogst er usikkert. Avvirkning vil f.eks. for en periode på noen få år kunne medføre en betydelig økning i nitrogen (N) – avrenningen. Moderne skogsdrift med tunge maskiner kan ofte også forårsake omfattende jorderosjon som følge av kjøreskader og anlegg av skogsveier. Drenering og kanalisering, for eksempel av skogsmyrer, vil kunne påvirke variasjonene i vannføring og kan også gi økt avrenning av nitrogen og humus, i alle fall for en periode. Utviklingstrenden innenfor skogbruket er usikker, men vil trolig holde seg noenlunde stabil. Vassdraget ble frem til 1969 brukt til fløtning av tømmer.

4.3 Samferdsel

I vassdraget er det i dag generelt lite trafikk. E18 ved Larvik er den største påvirkningen og den nye E18 som er beskrevet i kapittelet under vil trolig øke denne påvirkningen. I Siljan går Fv. 32 som har barveisstrategi, det innebærer at vegstrekningen til all tid skal være bar. Fylkesveien saltes og vannforekomster i nærheten blir påvirket. Toget fra Skien til Larvik går gjennom Oklungen, Kjøse/Omsland, Skautvedt og Vassvik. Ved jernbanesporet er det anlagt mange kulverter langs Farris, men inngrepene har trolig ikke noen større konsekvenser for drikkevannet eller det biologiske mangfoldet. Båttrafikken på drikkevannet Farris er under konstant vurdering. I forskrift om motorisert ferdsel i vassdrag, Larvik kommune, Vestfold er det kun fartsbegrensninger og forbud mot organisert motorbåttransport av personer som finnes av restriksjoner.

4.3.1 Nye E18 Bommestad – Sky K3 Farriseidet

Problemstillingen omfatter den delen av E18 – parsellen som drenerer mot Farriseidet, dvs. Martineåsen tunnel, Larvik tunnel og dagsonen over Farriseidet. Vegvesenet har blitt pålagt og ikke slippe ut veivann til øvre deler av Farrisvassdraget. I den sammenheng vil veivannet slippes til Farriselva etter sedimentering over lang tid. Veivannet som slippes fra sedimentasjonsdammen vil få påfølgende fortynning av fjellvann. Vanndirektivet tillater ikke en forringelse av den kjemiske tilstanden i Farriselva, selv om forekomsten er kandidat til å bli en sterkt modifisert vannforekomst. Vegvesenets konsulent konkluderer i notatet (Miljøbudsjett, endelig utgave 2011) med at kravet vil bli etterkommet gjennom de rense-, fordrøynings- og fortynningstiltak som anvist i notatet. Dette innebærer i korthet at vaskevann fra tunnelene samles og holdes tilbake minimum 2 uker i separate bassenger/kamre. Deretter pumpes vaskevannet suksessivt over i basseng for rent drensvann fra fjelltunnelene/løsmassetunnelene og fortynnes dermed før utslipp Farriselva.

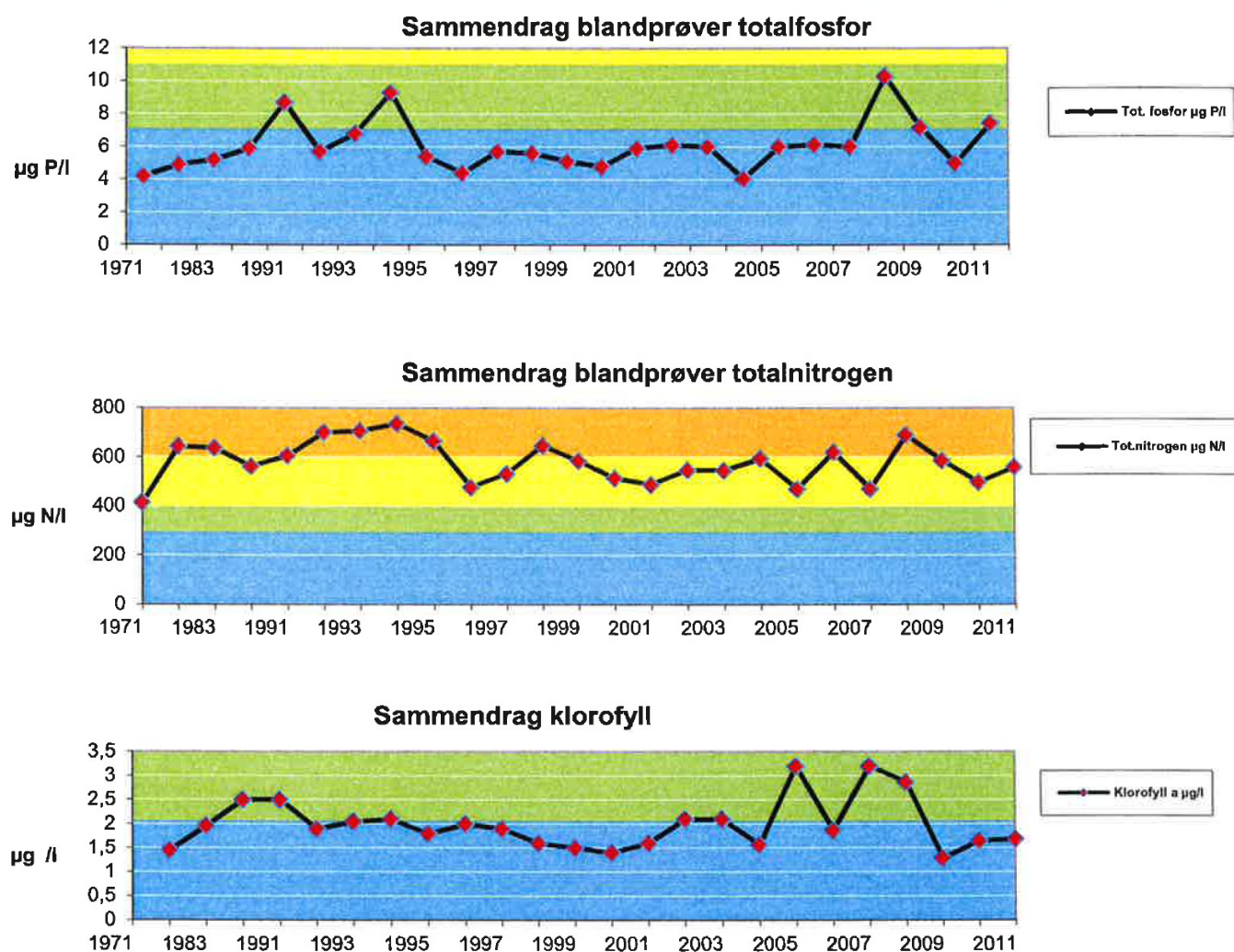
Larviktunnelen er beregnet å få en fremskreven årsdøgntrafikk (ÅDT) i 2035 på 33 000 kjøretøy. For Farrisbrua og Martineåstunnelen er den fremskrevne ÅDT ca. 21 000 på samme tid. Tungtransporten er forventet å bli på 15 %. Forventet forurensningsproduksjon for de nye E18-tunellene på parsellen estimeres på bakgrunn av studien fra Bioforsk (Forurensning fra sterkt trafikkerte vegtunneler, 2006) ved bruk av lineær sammenheng mellom ÅDT og forurensningsproduksjon (Miljøbudsjett, endelig utgave 2011).

4.4 Drikkevann

Det eksisterer flere drikkevannskilder i vassdraget med Farris som den klart største. Disse får særskilt behandling i SFT (Klif) klassifiseringsveileder når det gjelder egnethet for drikkevann. Drikkevannsforskriften stiller i tillegg strenge krav til vannkvalitet. Generelt for drikkevannskildene i vassdraget er at alle oppnår god egnethet for drikkevann, men kan inneholde noe høye fargetall og total – nitrogen (i forhold til SFT-veilederen egnethet for drikkevann). I tillegg er målet å redusere den årlige fosfortilførselen til Farris.

4.4.1 Farris

Er en typisk skogssjø som ligger 23 moh. og har et areal på 21,1 km². Forekomsten er en viktig drikkevannskilde for om lag 200 000 mennesker. Situasjonen i Farris er styrende for en god del tiltak som er foreslått i vassdraget. Tre vannverk benytter vann fra Farris; Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV), Larvik og Omegn Vannverk (LOV) og Porsgrunn Vannverk. Utfordringene i Farris er å holde fosfornivået lavt. Målet er og ikke overstige 6 µg Tot - P/l som middelverdi. Tarmbakterietallene skal være null og klorofylltallet ikke overstige 2 µg KL-a/l (middelverdi). En økning i fargetall er observert i de senere år og det krever mer rensing fra vannverkene. Fargetall har en sammenheng med nedbøren. Ved økte nedbørsmengder for man mer utvasking av humus og dermed økt farge i vannet.



Figur 2: Vannprøver fra Farris st. 4, gjennomsnitt blandprøver fra overflaten 0 – 10 m. Forklaring til fargene i figurene: Blått er svært god, grønn er god, gul er moderat, orange er dårlig tilstand.

4.4.2 Mensvann, Broken og Mjøvann

Innsjøene, som omfattes av Mensvann, Broken, Lille Broken og Mjøvann, har et samlet areal på ca. 1080 daa og ligger på 102 moh. i Skien og Porsgrunn kommuner. Overvann fra Ørnstjern renner videre til Mjøvann.

Mjøvann er drikkevannskilde for Porsgrunn kommune. Vannkilden har et årlig tilsig på ca 12,6 mill m³. Vannforsyningen fra Mjøvann ble først utbygget i 1928 av Porsgrunn kommune i forbindelse med Hydros etablering på Herøya. I 1954 ble kommunal hovedvannforsyning etablert. Vannet blir overført i en 7 km lang råvannstunell frem til vannbehandlingsanlegget ved Valleråsen.

I de siste 20 årene har Mjøvann hatt en markant negativ utvikling i fargetallet på vannet. Fargen skyldes organisk stoff, i hovedsak humus. Årsaken til dette er ikke entydig, men råvannskvaliteten (høyt total nitrogen) og misfargingen gjør Mjøvann til en noe dårligere vannkilde enn den var tidligere. Avhengig av råvannskvalitet på Mjøvann tar Porsgrunn kommune også ut råvann fra Farris.

4.4.3 Skisjø

Skisjø har et areal på ca. 508 daa og ligger på 273 moh. Vannforekomsten grenser både til Siljan og Skien kommuner. Skisjø har vært en viktig drikkevannskilde for Siljan kommune siden 1981, men med årene har også Skisjø redusert siktedypet pga. økt humusmengde i vannet. Dette fører til økt bruk av ressurser til rensing. Inntaket av råvannet ligger på 25 meters dyp. Det er i tillegg målt pH som tilsvarer moderat status.

4.5 Badevann

Det er først og fremst vannforekomster som Sporevann, Heivannet, Gorningen Lakssjø, Mykle og Farris som benyttes til bading om sommeren, men også mindre lokaliteter som Øverbøtjenn og Galtetjenn er populære badeplasser.

4.6 Avløp

Utfordringen med avløp i Siljan – Farrisvassdraget, er antall anlegg som ikke har tilfredsstillende rensing. Det er planlagt/igangsatt en del tiltak på utskiftning av dårlige anlegg i vannområdet. Tabellene under viser en oversikt over antall og type anlegg. I Larvik kommune finnes det ingen god oversikt hvilke type eller antall anlegg som finnes. Med mer fokus på dårlige avløpsanlegg ser det lysere ut med tanke på mindre forurensning fra avløpssektoren i framtiden.

Tabell 4: Tall hentet fra forurensningsregnskapet (Simonsen, 2011) som viser spredte utslipp i Siljan kommune. Oransje farge viser renseløsninger som ikke har god nok rensesgrad.

Område	Type enkeltløsning	Antall personer	Utslipp kg P/år
Siljan	Direkte utslipp	68	39,7
	Slamavskiller med utslipp til vassdrag	288	159,8
	Sandfilteranlegg	159	78,9
	Infiltrasjonsanlegg	538	78,5
	Minirensanlegg kl. 2	2	0,1
	Tett tank (alt avløpsvann)	39	0
Sum		1094	357

Tabell 5: Spredte utslipp i Larvik kommune. Oransje farge viser renseløsninger som ikke har god nok rensesgrad.

Område	Type enkeltløsning*	Antall personer *	Utslipp kg P/år
Larvik	Anlegg med rensesgrad på ca. 15 %	228	113,2
	Anlegg med rensesgrad på ca. 90 %	228	13,3
Sum		456	126,5

* Fordelingen av personer er veldig grove antagelser, det samme med type anlegg.

Tabell 6: Spredte utslipp i Porsgrunn kommune. Oransje farge viser renseløsninger som ikke har god nok rensesgrad.

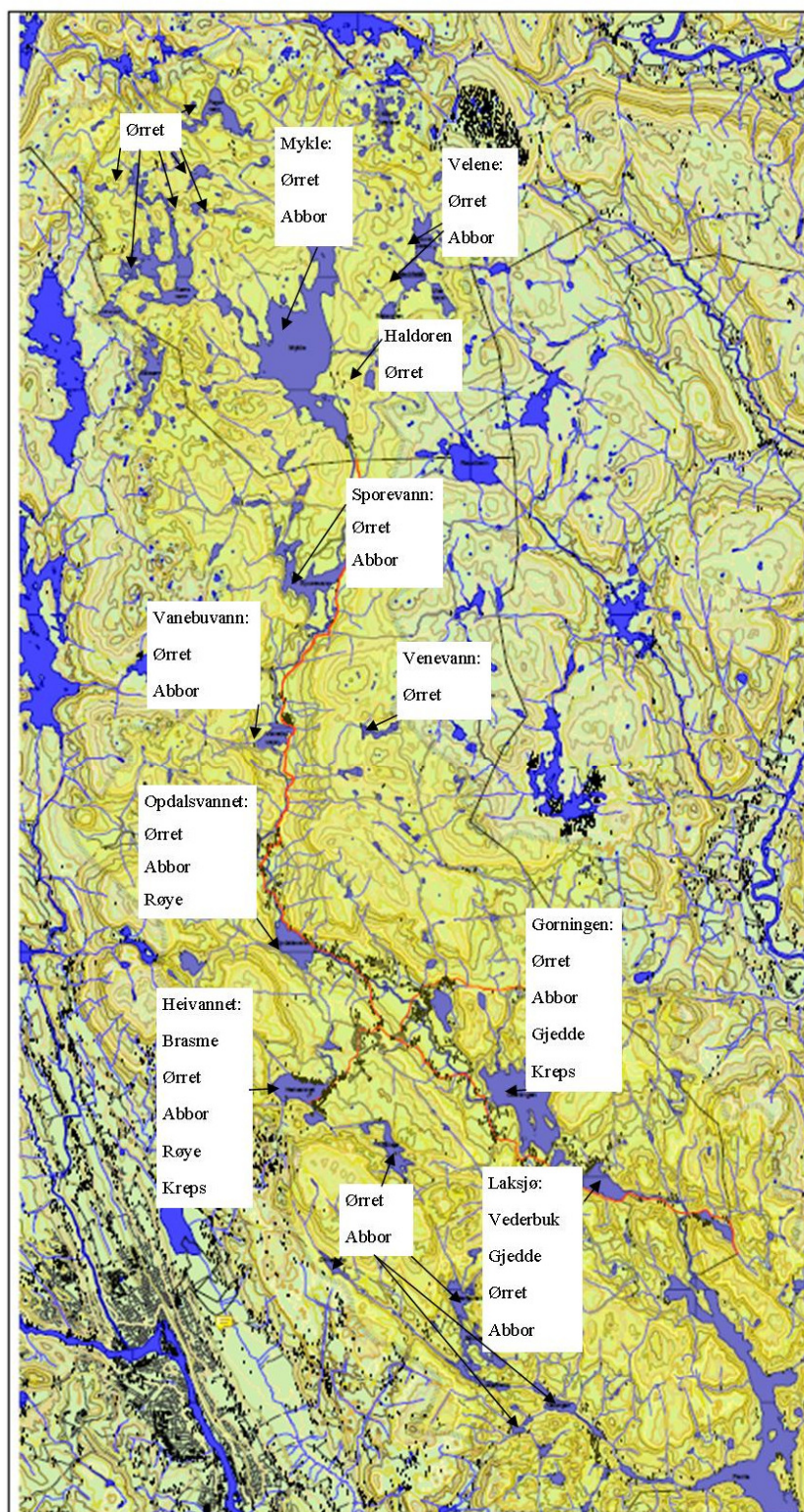
Område	Type enkeltløsning	Antall personer (anlegg)	Utslipp kg P/år
Porsgrunn	Direkte utslipp	14(6)	8,2
	Slamavskiller med utslipp til terreng	50(21)	27,7
	Sandfilteranlegg	17(7)	8,4
	Infiltrasjonsanlegg	14(6)	2
	Minirensanlegg kl 2	3(1)	0,2
	Minirensanlegg kl 3	3(1)	0,2
	Tett tank for svartvann	48(20)	7
Sum		149(62)	53,8

4.7 Jakt og fiske

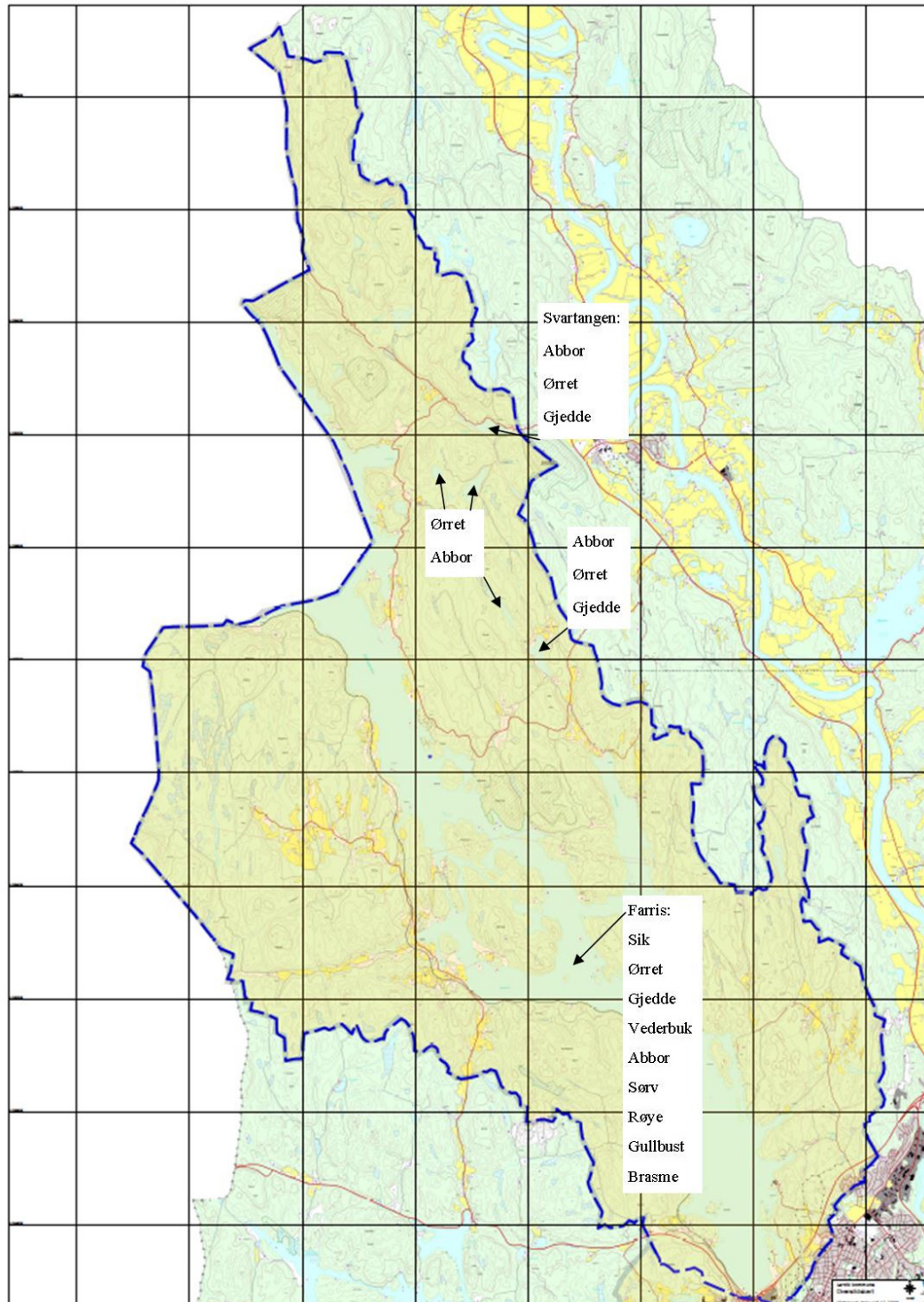
Vassdraget kan tilby gode fiskevann, hovedelva er derimot ikke så attraktiv for sportsfiskere, pga lite og små fisk. Det er registrert 11 fiskearter i vassdraget: Ørret, vederbuk, gjedde, røye, abbor, brasme, gullbust, sørv og sik (figur 3 og 4), mesteparten i Farris. I tillegg til artene i figurene finnes karpe i Heivannet og Ulfbakktjenn og ål sør i vassdraget. Karpen er på svartelista mens ål er kritisk truet og ligger på rødlista. Edelkrepsen er sterkt truet i Norge, men er også oppført på norsk svarteliste 2007 med bakgrunn i at arten trolig er utsatt i Norge for flere hundre år siden. Når arten oppføres både på rødlista og svartelista skyldes dette ulik tidsavgrensning bakover i tid for hva som regnes som fremmed art (introdusert etter 1800 for å bli regnet som fremmed art i rødlista).

Forsuring er et problem i de øvre deler av vassdraget. Ut over avbøtende tiltak som kalking, er forsuringproblemet ikke noe man kan iverksette lokale tiltak mot og vil ikke bli vurdert i arbeidet med tiltaksplan.

I Siljan jaktes det på elg, hjort, rådyr, bever og annet småvilt. I Siljan er det Siljan Jeger- og Fiskerforening som driver kultivering og salg av fiske- og jaktkort, i Larvik er det Larvik og Omegn JFL.



Figur 3: Kart over øvre del av vassdraget med fiskeregistreringer gjort av Siljan Jeger- og fiskerforening.



Figur 4: Kart over nedre del av vassdraget med fiskeregistreringer gjort av Siljan Jeger- og fiskerforening.

Mer detaljerte opplysninger om artsregistreringer i vassdraget finner man på vannmiljø (vannmiljo.klif.no/).

4.8 Friluftsliv

Friluftaktiviteter i vannområdet er sportsfiske, camping, bading og padling. Området er mye brukt som opplevelses – og rekreasjonskilde for befolkningen i Grenland og Larviksområdet. Friområder i Siljan er Sporevann, Heivannet, Øverbøtjenn, Gorningen og Laksjø.

Det er lite med friområder rundt Farris, dette er et bevisst valg fra Larvik kommune, for å forhindre stor aktivitet ved drikkevannet. I sørenden av Farris, i Kilen er det friområdet med toaletter og båthavn.

I henhold til frilftsloven er det fri ferdsel i utmark. Strandlinjer og øyer i Farris brukes flittig og det er mange som benytter seg av fritidsbåt på innsjøen. Forskrift om motorisert ferdsel i vassdrag, Larvik kommune, Vestfold. § 4. Tillat hastighet i Farris inntil 100 meter fra land er 5 knop.

4.9 Kulturminner og kulturlandskap

Det er en god del kulturminner i vannområdet. Renner fra tømmerfløtinga ved Gorningen og Mykle, forbygninger av ulike slag og industriminne i Hammerdalen. Toklev, Hogstad og Kiste kraftstasjoner er flotte gamle bygninger, samt dammene ved Gorningen og Mykle er også severdigheter i vassdraget. Steinhvelvsbruer ved Tokleiv, Saga og Kiste er viktige kulturminner. Jordbrukets kulturlandskap i Siljan har fine variasjoner mellom dyrka mark og beiteområder. Landskapet inneholder områder med sjeldne arter og viktige elementer som kantvegetasjon, bekker, grøfter og små tjern.

4.10 Flomsikring

Det har vært jobbet en god del med flomsikringstiltak i Siljanelva. I Opdalen er det utført omlegging av elvebunn og i Hvalbrekkfoss er det sprengt ut en elvenakke og det er utført plastring/steinsetting på steder med stor erosjon. Sikring av dyrka mark er viktig av flere årsaker da skadene ved stor vannføring både dreier seg om oversvømmelser av åkerarealer og erosjon i form av graving i elvebredden. Resultatene er forurensning, tap av matjord, mindre dyrkbare arealer og reduserte avlinger som følge av dårligere kvalitet på jorda. Dette gjelder først og fremst elvestrekninger før innløp Farris.

4.11 Etablerte rettigheter og tillatelser

De viktigste rettighetene i vassdraget:

- **Rettigheter til regulering og kraftproduksjon:** Skagerak Kraft og Fritzøe skoger eier alle fallrettighetene i vassdraget
- **Grunneierrettigheter:** Til fisk, jakt og uttak til vanning av jordbruket.
- **Rettigheter til uttak av drikkevann**

5 Miljøtilstand og miljømål

5.1 Oversikt over registrerte vannforekomster, risikotilstand og miljøtilstand

Tabell 7: Registrerte vannforekomster i Siljan - Farrisvassdraget.

Areal: 495 km²

Registrerte vannforekomster		
Elver	42	623.19 km
Innsjøer	15	38.02 km ²
Grunnvann	6	0 km ²
Kystvann	0	
Brakkvann	0	
Totalt	63	

5.1.1 Elvevannsføremøster

Tabell 8: Elvevannsføremøster med risiko og tilstandsvurdering (30.3.2012).

Vannføremøst	Risikovurdering	Tilstandsvurdering
Knappenålsbekken	Risiko****	Moderat
Vassvik	Risiko****	Moderat
Kjose / Omsland	Risiko****	Moderat
Vestmarka	Risiko****	Moderat
Delesand	Risiko****	Moderat
Mykleelva	Risiko**	Moderat
Sporevann -Brudetjørn- Tokleiv	Risiko**	Moderat
Hammerdalen	Risiko**	Svært dårlig
Ramsvann - Krokvann - Mykle vann/elvestrekning	Risiko**	Moderat
Ramsvann bekkefelt	Mulig risiko*	Moderat
Fagervasselva	Ingen risiko	God
Fagervasselva bekkefelt	Ingen risiko	God
Fagervannet bekkefelt	Risiko*	Moderat
Krokvann bekkefelt	Mulig risiko*	God
Sporevann bekkefelt	Mulig risiko*	Moderat
Tokleiv - Vanebuvann elvestrekning	Risiko**	Moderat
Vanebuvann bekkefelt	Mulig risiko*	Moderat
Opdalselva (Hogstad - Opdalsvannet)	Risiko*	Moderat
Vanebuelva (Vanebuvann - Hogstad)	Risiko**	Moderat
Sporevann - Vanebuvann bekkefelt	Mulig risiko*	Moderat
Lauv - Kiste	Risiko**	Moderat
Oklungen hovedelv	Ingen risiko	Moderat
Balangen elv (Velene - Mykle)	Ingen risiko	God
Mykle bekkefelt	Ingen risiko	God
Balangen elv - Velene bekkefelt	Ingen risiko	God
Mykleelva bekkefelt	Mulig risiko*	God
Vanebuelva og Opdalselva bekkefelt	Ingen risiko	God
Skautvedt	Ingen risiko	God
Vealøs - Skifjell	Ingen risiko	God
Siljanelva gjennom sentrum	Ingen risiko	God
Gonsholtbekken	Ingen risiko	God
Grønli/Gorningen	Ingen risiko	God
Siljanelva (Merkedammen – Auen bru)	Risiko**	Moderat
Siljanelva (Auen bru - Farris)	Ingen risiko	God
Oklungen bekkefelt	Ingen risiko	God
Farrisbygda / Kveldsvik	Ingen risiko	God
Austad - Svartangen	Mulig risiko*	Moderat (Tot-Alk)
Opdalsvannet/Siljanelva bekkefelt	Ingen risiko	God
Saltetjønnbekken - Seterdalsbekken	Ingen risiko	God
Skisjø - Meitjenn -Heivannet elv	Ingen risiko	God
Heivannet - Skisjø bekkefelt	Ingen risiko	God
Ulfsbakkjern bekkefelt	Ingen risiko	God

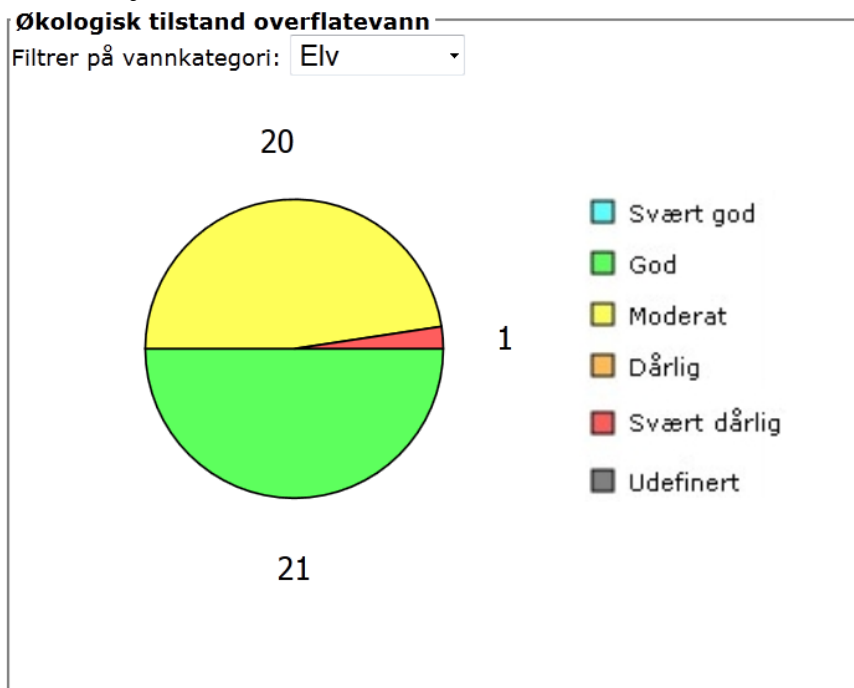
* Kun sur nedbør er årsak til risiko

** Kandidater til SMVF, derfor satt i risiko

*** Kun fremmede arter er årsak til risiko

**** Satt til risiko pga mindre enn god økologisk tilstand

Samlet miljøtilstand:



Figur 5: Samlet miljøtilstand for elver (vann – nett/statistikk: 03.09.2012).

5.1.2 Innsjøvannforekomster

Tabell 9: Innsjøvannforekomster med risiko og tilstandsvurdering (30.3.2012).

Navn	Risikovurdering	Tilstandsvurdering
Vanebuvann	Risiko**	Moderat
Sporevatn	Risiko**	Moderat
Mykle	Risiko**	Moderat
Gorningen	Risiko**	Moderat
Ramsvatn	Risiko**	Moderat
Ulfsbaktjenn	Mulig risiko***	God
Fagervatnet	Risiko*	Moderat
Velene	Risiko*	Moderat
Skisjø	Risiko*	Moderat
Farris	Ingen risiko	God
Opdalsvann	Ingen risiko	Svært god
Heivannet	Mulig risiko***	God
Lakssjø	Ingen risiko	Svært god
Ørnstjern	Ingen risiko	God
Mensvann, Broken og Mjøvann	Risiko****	Dårlig (Tot – N)

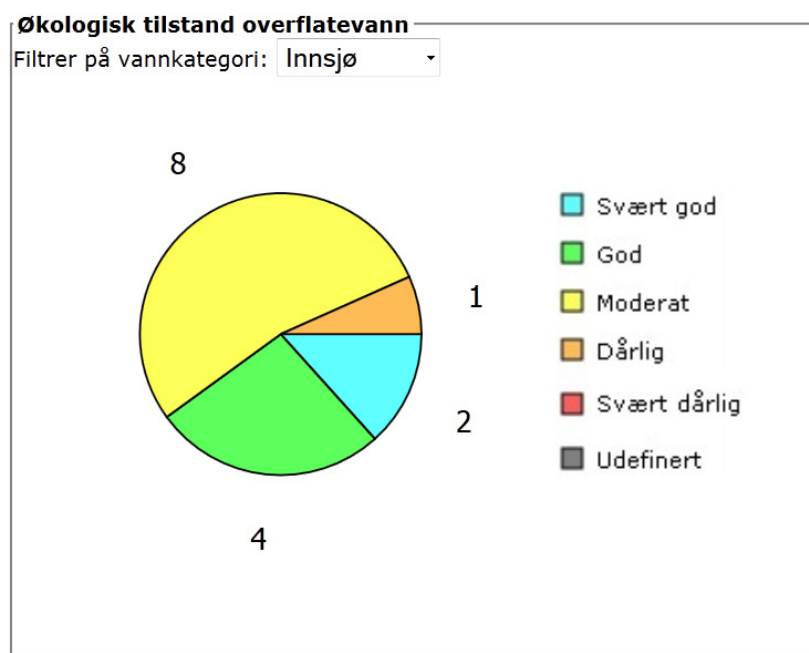
* Kun sur nedbør er årsak til risiko

** Kandidater til SMVF, derfor satt i risiko

*** Kun fremmede arter er årsak til risiko

**** Satt til risiko pga mindre enn god økologisk tilstand

Samlet miljøtilstand:



Figur 6: Samlet miljøtilstand for innsjøer (vann – nett/statistikk).

5.1.3 Grunnvannsforekomster

Tabell 10: Grunnvannsforekomster med risiko- og tilstandsvurdering.

Navn	Risikovurdering	Tilstandsvurdering
Hogstad/Lund	Mulig risiko*	Udefinert
Sølverød	Ingen risiko	Udefinert
Engelstad/Hagen	Mulig risiko*	Udefinert
Austad	Mulig risiko*	Udefinert
Eidet	Ingen risiko	Udefinert
Farriskilden	Ingen risiko	God

* Mulig risiko pga. at sårbarheten for grunnvannsforekomsten er ukjent.

Karakterisering av grunnvannsforekomster i Siljan - /Farrisvassdraget (Vestgarden & Klempe, 2011), er det funnet 6 grunnvannsforekomster i løsmasser som har potensial til å bli bedre benyttet som ressurs. Av de forekomstene vil Sølverød, Eidet og Farriskilden antas å nå miljømålene om god tilstand innen 2021 uten iverksetting av tiltak, mens Hogstad/Lund, Engelstad/Hagen og Austad har en mulig risiko for ikke å nå miljømålene. Dette er i stor grad knyttet til at sårbarheten ikke er kjent, noe som tilsier at forekomsten skal settes til dårlig beskyttet. Relativt enkle hydrogeologiske undersøkelser av disse forekomstene vil danne grunnlag for en sikrere vurdering. Rapporten viser at grunnvannsressursene i fjellet kan være gode, spesielt til drikkevann og oppvarming. For å lese flere detaljer angående karakteriseringen av grunnvannet i Siljan – Farris vassdraget se rapport Vestgarden & Klempe (2011).

5.2 Miljømål

Miljømålet for alle naturlige vannforekomster er god økologisk tilstand innen 2021. God økologisk tilstand er definert ut fra hva som er naturtilstanden i vedkommende vannforekomst.

5.2.1 Økologiske miljømål

- Fisk: Kartlegging av område Hammerdalen til Lakssjø med tanke på produksjon av laks og sjøørret. Opprettholde bestandene av naturlig forekommende fiskearter, samt forsøke å øke kvaliteten (flere store individer med god kondisjonsfaktor) på ørreten i flere vannforekomster.
- Biologisk mangfold: Vannkvalitet, vannmengde og miljøkvalitet langs vassdraget skal være slik at alle naturlig forekommende organismer skal opprettholde gode bestander.
- Godt økologiske potensial (GØP) i SMVF: Vannforekomster som havner i gruppen (SMVF) skal det utredes gode tiltak slik at økologien blir så bra som mulig.

5.2.2 Kjemiske miljømål

- Farrisvannet og de andre drikkevannskildene ligger innenfor kravene til drikkevannsforskriften.
- Kjemiske tilstanden i Hammerdalen ikke skal forverres.
- God tilstand i overflatevann vil lede til at grunnvannet når sitt miljømål.

6 Forurensningsregnskap

Forurensningsregnskapet er en teoretisk beregning av næringsstoffer fra naturlige og menneskeskapte kilder. Regnskapet tar utgangspunkt i tilgjengelig informasjon fra Fylkesmannen og kommuner, samt analyse av offentlig datasett. Forurensningsregnskapet er bygd opp slik at det viser forurensningene fra henholdsvis naturlige, jordbruks- og befolkningskilder. I Siljan - Farrisvassdraget er forurensningene knyttet til fosfortilførsel. Av hensyn til drikkevannsinteressene i Farris er denne tilførselen ekstra påaktet. Forurensningsregnskap er et viktig verktøy for oppgavene som skal løses i forbindelse med Vannforskriften. Særlig i arbeidet med tiltaksanalyser i vannområder med stor menneskelig påvirkning vil tallmaterialet fra et forurensningsregnskap være til stor nytte (Simonsen, 2011).

6.1 Forurensningsregnskapet for Siljan – Farrisvannområde

Siljan – Farris oppstrøms Vestfold

Forurensningsregnskapet for Siljan – Farris oppstrøms Vestfold deles videre inn i tre delfelt, men vi ser på det samlede forurensningsregnskapet Siljan – Farris oppstrøms Vestfold.

Tabell 11: Tall hentet fra Simonsen 2011. Viser antall kg/år med fosfor og nitrogen fra forskjellige kilder som renner ut i Farris.

Kilde	Totalt fosfor (Kg/år)	Biotilgj. fosfor % av Tot – P (Kg/år)	Totalt nitrogen (Kg/år)
Naturlig	2325	410	65305
Jordbruk	490	216	32000
Befolkning	434*	313	8917
Total (før retensjon)	3249	939	106222
Totalt (inkl. retensjon i innsjøer)	2388	677	88990

* Feil i beregningene i forurensningsregnskapet gjør at dette tallet er oppjustert.

Farris Vestfold

Forurensningsregnskapet for Farris Vestfold tar for seg et nedbørfelt på 134 km². Nedbørfeltet ligger i Lardal og Larvik kommune.

Tabell 12: Tall hentet fra Simonsen 2011. Viser antall kg/år med fosfor og nitrogen fra forskjellige kilder som renner ut i Farris.

Kilde	Totalt fosfor (Kg/år)	Biotilgj. fosfor % av Tot – P (Kg/år)	Totalt nitrogen (Kg/år)
Naturlig	985	237	30839
Jordbruk	122	50	7309
Befolkning	136*	97	295
Total (før retensjon)	1243	384	38442
Totalt (inkl. retensjon i Farris)	646	200	33829

* Feil i beregningene i forurensningsregnskapet gjør at dette tallet er oppjustert.

Konklusjon fra forurensningsregnskapene

Biotilgjengelig fosfor er den delen av fosforet plantene tar opp og bruker direkte, og er sånn sett mer riktig å bruke. Vi har valgt å fokusere på totalt – fosfor pga. at det brukes som en standard i de fleste dokumenter. I Siljan – Farris oppstrøms Vestfold er 72 % av det totale fosforet fra naturlige kilder, 15 % fra jordbruk og 13 % fra befolkningen. De menneskeskapte kildene kommer hovedsakelig fra delfeltet sentrale Siljan.

I Farris Vestfold er 80 % av det totale fosforet fra naturlige kilder, 9 % fra jordbruk og 11 % fra befolkningen. De antropogene kildene er svært små i forhold til de naturlige.

Samlet sett er det lite forurensning fra antropogene kilder i hele vassdraget, se Simonsen (2011) for flere detaljer om forurensningsregnskapet.

6.2 Avlastningsbehov

Målet med beregning av avlastningsbehovet er at Farris ikke skal overskride 6 µg/l Tot – P i gjennomsnitt pr år. I følge Løvstads rapport (2011) anbefales det et avlastningsbehov for Farris på 500 kg Tot - P/år. Det vil gi en reduksjon på 10 % av dagens totale fosforkonsentrasjon. Rapporten konkluderer med at reduksjonen kan gjennomføres med noen tiltak innenfor landbruk og avløp. For flere detaljer se Løvstad (2011). Et forslag er å redusere utslipp fra avløpssektoren med 200 kg Tot - P/år og fra landbruket med 300 kg Tot - P/år.

Det er utført en rekke tiltak mot eutrofiering i Siljan – Farrisvassdraget. NIVA laget en tiltaksplan i 1993 (Holtan et al., 1993) som hadde til hensikt å redusere tilførsel av fosfor fra en rekke kilder. Konsentrasjonen av totalt fosfor og totalt nitrogen virker likevel å være forholdsvis stabil i Farris, men med årlige variasjoner. I følge tiltaksplanen fra 1993 (Holtan et al., 1993) lå den totale tilførselen av fosfor til vassdraget på 5,4 tonn årlig (uten retensjon). Målsetningen fra forurensningsrapporten fra 1993 var et avlastningsbehov på ca. 1000 kg P/år. Hvis en ser på forurensningsregnskapet fra 2011 (Simonsen, 2011) er det beregnet at den totale tilførselen av fosfor til Siljan - Farrisvassdraget er på ca. 4,3 tonn pr år (uten retensjon). Ut ifra dette regnskapet ser det ut til at tilførselen har blitt redusert med 20 % altså ca. 1100 kg/år siden 1993. Med en fosforreduksjon på 20 % burde en kanskje forvente målbare effekter? Det kan ha skjedd en økning i atmosfærisk tilførsel og avrenning fra naturen som følge av økt nedbør og mindre frost, men ifølge forurensningsrapportene virker det som den naturlige avrenninga av fosfor til Farris har forholdt seg noenlunde stabil siden 1993. Dette kan tyde på at naturlig årlig tilførsel av næringssalter til Farris er vanskelig å kvantifisere. Dette gir en del utfordringer når det gjelder måling av effektene av innførte tiltak.

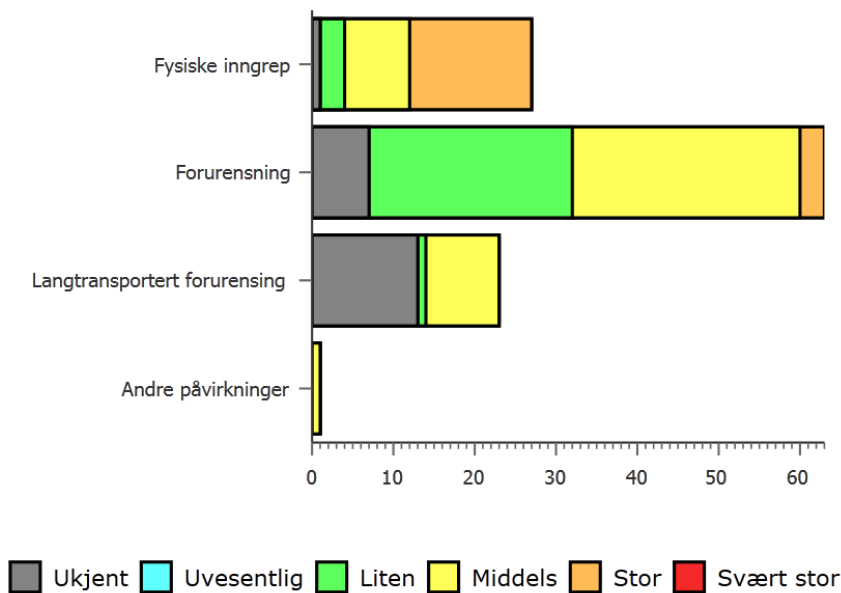
Tabell 13: Sammenligning av forurensningsrapport 1993 og 2011.

Forurensning- og avlastningsrapporter	Avlastningsbehov kg P	Tot – P µg/l /år st. 4 (gjennomsnitt)	Tot – P tilførsel kg/år (uten retensjon)
1993	1000	7,1	5426
2011	500	8,0	4353

7 Miljøutfordringer i vannområdet

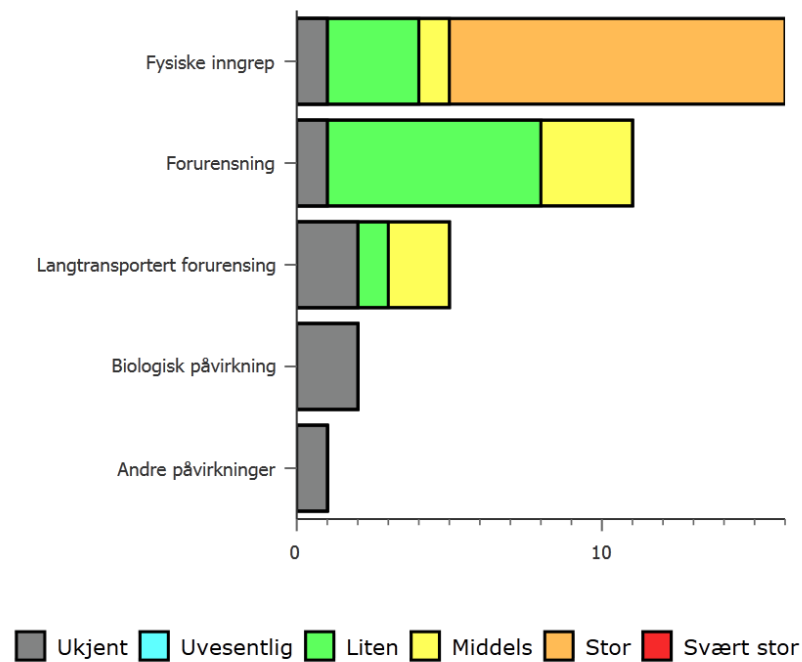
7.1 Vesentligste miljøutfordringene

Elveforekomster:



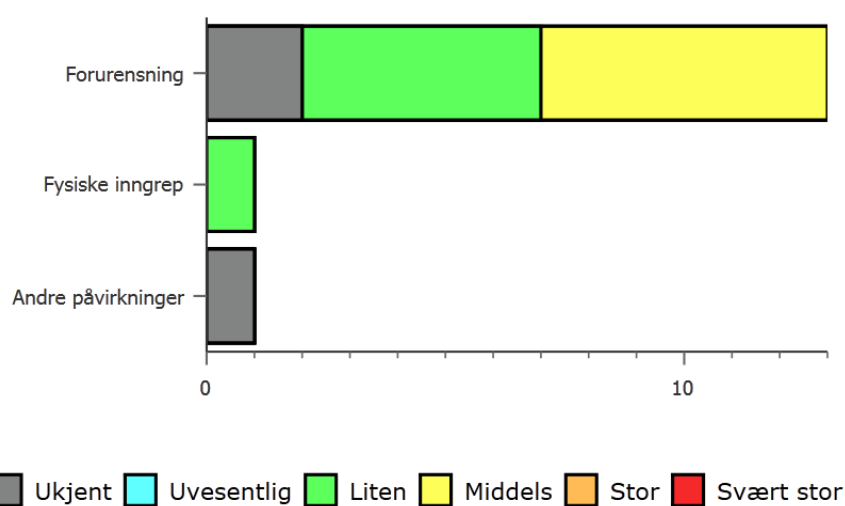
Figur 7: Påvirkninger på elver (stabet antall påvirkninger) i form av: Fysiske inngrep, forurensning, langtransportert forurensning, andre påvirkninger (vann – nett/statistikk).

Innsjøer:



Figur 8: Påvirkninger på innsjøer (stabet antall påvirkninger) i form av: Fysiske inngrep, forurensning, langtransportert forurensning, biologiske påvirkninger og andre påvirkninger (vann – nett/statistikk).

Grunnvann:



Figur 9: Påvirkninger på grunnvann (stabet antall påvirkninger) i form av: Forurensning, fysiske inngrep og andre påvirkninger (vann – nett/statistikk).

Tabell 14: De mest vesentlige påvirkningene i vassdraget.

Påvirkning	Årsak	Omfang	Effekt av påvirkningene	Samfunnssektor (drivkraft)
1. Vannkraft	Produksjon av elektrisitet.	Store deler av vassdraget.	• Skaper vandringshinder for fisk. • Utvasking av strandsone • Unaturlige fluktuasjoner og tørrlegging. • Endret artssammensetning • Eutrofiering • Nye våtmarksområder	Kraftregulant
2. Sur nedbør	Langtransportert luftforurensning fra andre land som faller som sur nedbør i nedbørfeltet.	Mest negativ effekt i nordlige delen av nedbørfeltet. Minkende.	• Forsurer vannforekomstene • Endrer artssammensetning • Dårligere vannkvalitet • Kan bli giftig for fisk	
3. Avrenning husholdning	Kloakk fra avløpsanlegg og dårlige renseløsninger.	Største parten fra spredte utslipp i Siljan, noe fra Oklungen og Larvik.	• Oppblomstring av alger • reduserer drikke – og badevannskvaliteten	VA
4. Avrenning jordbruk	Produksjon av mat.	Omfanget er minkende, men fortsatt en del dyrka mark langs hovedelva.	• Eutrofiering • Oppblomstring av alger • reduserer drikke – og badevannskvaliteten	Landbruk
5. Forurensning fra vei	Avrenning fra vei og tunnelvask.	Først og fremst Knappenålsbekk en og Hammerdalen som blir påvirket av E18.	• Tilførsel av miljøgifter som forringer vannkvaliteten	Statens vegvesen

7.2 Andre miljøutfordringer

- Jernbane og veier (E18, Fv32).
- Kulverter kan være miljøutfordring, men det kan virke som om de fleste fungerer som de skal og er ikke vandringshinder for fisk.
- Rester fra tømmerfløtinga (kanalisering av elvestrekninger).
- Skytebane ved Meitjenn.
- Karpe som fremmed art i Heivannet og Ulfsbakktjenn.
- Hytter rundt Heivannet.

7.3 Sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF)

Alle vannforekomstene som er valgt ut er påvirket av vannkraft. Vannkraftproduksjonen påvirker økologien i disse sterkt modifiserte vannforekomstene negativt og miljøtilstanden er derfor satt til moderat.

Endringer som inntreffer i disse vannforekomstene er:

- Elver som er betydelig oppdemmet eller omgjort til innsjø med større vannflate enn 0,5 km².
- Innsjøer med aktiv regulering med årlig variasjon på mer enn 3 m mellom HRV og LRV.
- Dam eller overføring som fjerner vannet fra elven slik at minstevannføringen nedenfor dammen er mindre enn Q95 percentilen (den vannføringen som i uregulert tilstand overstiges 95 % av tiden).

7.3.1 Forslag til kandidater til SMVF

Tabell 15: Kandidater til sterkt modifiserte vannforekomster.

Vannforekomst	Vanntype	Påvirkning	Samlet økologisk tilstand	Fysisk – kjemisk tilstand
Ramsvann	L- N6	Vannkraft: Rh: 8m Utvasking strandsone. Endret bestandssammensetning.	Moderat***	Antatt god Udef.
Ramsvann – Krok vann – Mykle vann/elvestrekning	R-N9	Vannkraft: Lav vannføring. Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.	Moderat***	Udef.
Mykle	L- N6	Vannkraft: Reguleringshøyde (Rh): 10 m. Utvasking strandsone. Endret artssammensetning.	Moderat***	Svært god
Mykle elva	R-N9	Vannkraft: Lav vannføring. Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.	Moderat (Raddum forsursindeks)*	Moderat (pH)**
Sporevann	L-N6	Vannkraft: Rh: 7m. Utvasking strandsone. Nye våtmarksområder.	Moderat***	God/moderat (pH)**
Sporevann – Brudetjørn – Tokleiv	R-N9	Vannkraft: Lav vannføring. Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.	Moderat***	Udef.
Tokleiv – Vanebuvann elvestrekning	R-N9	Vannkraft: Lav vannføring, fluktuering i vannstand. Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.	Moderat (Raddum forsursindeks)*	Moderat (pH)**
Vanebuvann	L-N6	Vannkraft: Rh: 7m. Utvasking strandsone.	Moderat***	God/moderat (pH)**
Vanebuelva (Vanebuvann – Hogstad)	R-N3	Vannkraft: Lav vannføring. Vegetasjon blitt borte. Artssammensetning endret. Vandringshinder	Moderat***	Udef.
Gorningen	L-N3	Vannkraft: Rh: 9m. Endret vegetasjon og utvasking	Moderat***	God (Tot – N)**
Lauv – Kiste	R-N3	Vannkraft: Lav vannføring. Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.	Moderat (Tot – N)**	Moderat (Tot – N)**
Siljanelva (Merkedammen – Auen bru)	R-N3	Vannkraft: Lav vannføring.	Moderat***	God (Tot – N)**
Hammerdalen	R-N3	Vannkraft: Lav vannføring, forurensning. Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.	Svært dårlig (ASPT eutrofi - indeks)*	Dårlig (Tot – N)**

*Parantes: Biologiske parametre som har vært avgjørende for den økologiske tilstanden.

** Parantes: Kjemiske parametre som har vært avgjørende for den fysisk - kjemiske tilstanden.

*** Samlet økologisk tilstand er moderat eller dårligere pga. påvirkningen av vannkraft.

7.3.2 Miljømål og fastsetting av godt økologisk potensial (GØP) for de utvalgte SMVF

En sterkt modifisert vannforekomst er så påvirket av fysiske inngrep at miljømålet om god økologisk tilstand ikke kan oppnås med rimelige kostnader. For slike forekomster blir miljømålet det beste en kan oppnå etter at realistiske avbøtende tiltak er gjennomført. Et slikt miljømål blir kalt godt økologisk potensial (GØP).

Miljømålene for de forskjellige SMVF er beskrevet under kapittel 8.1.

8 Forslag til tiltak

Grunnlaget for tiltaksanalysen er basert på fagrapporter, befaringer, møter i faggrupper og prosjektgruppa. Tiltakene som er foreslått sees på som nødvendige for å nå miljømålene og målsetningene som er satt til grunn. Det er i hovedsak to tiltaksområder som behandles: 1. Tiltak i SMVF og 2. Fosforreduserende tiltak.

1. Forslag til tiltak i SMVF: Tiltakene konkretiseres og er avgrenset til hver vannforekomst, tiltakene er utviklet på bakgrunn av:

- Møter med SMVF gruppa.
- Befaringer i hovedvassdraget.
- Fagrapport om mulighet til tilbakeføring av laksen til vassdraget.
- Konsulenthjelp for vurdering av tiltak i Mykleelva, Vanebuelva og Hammerdalen.

Tiltakene i SMVF dreier seg, med unntak av Hammerdalen, om tiltak for å øke biologisk mangfold. I Hammerdalen er utfordringene noe mer komplisert med både endringer i elveløp og forurensninger.

2. Forslag til tiltak for redusert fosfortilførsel: Tiltak i Siljan foreslås utelukkende for å sikre drikkevannskvaliteten i Farris. Etter vannforskriften, har vannet i Siljanelva og Farris god miljøtilstand. Biologiske undersøkelser av mindre bekkedrag omkring Farris viser tegn på moderat forurensning. For å sikre drikkevannskilden Farris er det mest hensiktsmessig at mulige tiltak med kost/nytte tabeller er avgrenset til vannområdets berørte kommuner. Tiltakene konkretiseres og registreres etter at tiltaksanalysen er utgitt. Tiltakene er utviklet på bakgrunn av:

- Møter med landbrukskontorene i Larvik og Skien.
- Møte med faggruppene innenfor avløp i Porsgrunn, Larvik og Siljan.
- Forurensningsregnskap og rapport om avlastningsbehov av fosfortilførsler til Farris.
- Befaringer og registreringer av problemområder gjøres av de berørte kommunene og landbrukskontorene i etterkant av tiltaksanalysen.

8.1 Forslag til tiltak i SMVF

De foreslåtte tiltakene settes i matriser for hver vannforekomst som er SMVF. Matrisene viser tiltak, hensikt, kommentarer, forventet effekt, estimert kostnad, tidspunkt og hvem som har ansvar for gjennomføringen. Tiltakene har som formål å bedre eller forhindre forringelse av vannkvaliteten og den økologiske tilstanden.

8.1.1 Ramsvann: Utvasking av strandsone og endret bestandssammensetning.

Miljømål: Opprette/opprettholde god kvalitet på fisken.

Tabell 16: Forslag til tiltak i Ramsvann.

Forslag til tiltak	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Tidspunkt	Ansvar
Prøvefiske.	For å finne kondisjonsfaktor og bestands-sammensetning.	Fiskestatus i vannet.	Lav	-	2015 - 2020	Skagerak Energi
Befaring av gytebekker /tilførselsbekker*	Se om det er nødvendig med ytterligere tiltak		Lav	-		
Fiskeutsetting, utfisking eller justering av årsklasser.*	Ønsket ørretbestand	Tiltak med langt tids-perspektiv.	Fiskeutsetting: 4 kr for 0+ 13 kr for 1+ (Telemark settefisk as)	Kan gi mye småfisk, men god effekt med riktige forhold.		
Habitat-justeringer i tilførselsbekker.*	Bedre rekruttering av ørret. Tilrettelegge for økt gyting og bedre oppvekstforhold.	Kvennbekken og Buvannselva.	Kommer an på hvilke tiltak og omfang.	God		

* Tiltak som kan være aktuelle hvis prøvefiske tilsier at tiltak for å forbedre fisketilstanden er nødvendig.

I både Ramsvann og Mykle er det fokus på å få en god ørretbestand.

8.1.2 Ramsvann – Krokvann – Mykle vann/elvestrekning: Ikke påvist endring pga. regulering.

Miljømål: Opprettholde dagens tilstand

Forekomsten er SMVF, men godt økologisk potensial vil være å opprettholde dagens tilstand.

8.1.3 Mykle: Utvasking av strandsone og endret artssammensetning.

Miljømål: Oppnå bedre kvalitet på fisken, øke antall ørret over 25 cm.

Tabell 17: Forslag til tiltak i Mykle.

Forslag til tiltak	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Tids- punkt	Ansvar
Befaring av gytebekker /tilførselsbekker	Se om det er nødvendig med ytterligere tiltak.		Lav	-	2015 - 2020	-
Befare og observere abbor-gyting.	Finne tidspunkt for eventuell nedtapping.	Dokumenter temperatur, tidspunkt og dyp abborren gyter på i Mykle.	Lav	-	2015 - 2020	-
Tørrelgging av abborrogn.	Redusere abbor bestanden. Med et så stort vann er dette det mest aktuelle tiltaket (Pers. medd. Stein Ivar Johnsen, NINA).	Tappe ned magasinet 1 – 2 m etter gyting.	Det kommer an på mengde som tappes, oppfyllingsstrategi og værforhold.	Ved store mengder abbor vil det ha en god effekt.	2015 - 2020	Skagerak Energi
Fiskeutsetting, utfisking eller justering av årsklasser.	Stor og fin ørretbestand	Tiltak med langt tidsperspektiv. Med mye abbor bør ørreten være ca. 20 cm når den settes ut, (Pers. medd. Stein Ivar Johnsen, NINA)	Fiskeutsetting: 4 kr for 0+ 13 kr for 1+ (Telemark settefisk as).	Kan gi mye småfisk, men god effekt med riktige forhold.	2015 - 2020	Skagerak Energi
Habitat - justeringer i tilførselsbekker.	Bedre rekruttering av ørret. Tilrettelegge for økt gyting og bedre oppvekstforhold.	Fagervasselve, Stokkoselve, elva inn til Krok vann, Arkevannsbekken og Kittelsbekken.	Kommer an på hvilke tiltak og omfang.	God	2015 - 2020	Skagerak Energi

Planlegging tørrelgging av abborrogn: Abbor (*Perca fluviatilis*) legger egg på grunna rett etter isløsing på våren, når vanntemperaturen ligger rundt 7 – 8 °C. Eggene klekkes etter 1-3 uker, ca. 8 dager ved en vanntemperatur på 13 °C (Pethon, 2005). Kan anta et par ukers gytetid på hunnene. Gyter ved 8-10 grader. Inkubasjonstid på rogn ca. 10 dager (Pers. medd. Stein Ivar Johnsen, forsker, NINA).

Kartlegge situasjonen i innsjøen:

- Prøvefiske er gjort i 2007.
- Sette ut teiner (gjerne med en liten kvistkvast inni) fra rett etter isen går og fremover for å få en pekepinn på når abborren gyter (særlig interessant å se når hunnene er aktive). Sette også teiner på litt ulike dyp (1, 2, 3 meter) for å se litt på dyp for gyting (viktig i forhold til nedtapping), (Pers. medd. Stein Ivar Johnsen, forsker, NINA).
- Legg ut temperaturlogger i strandsonen (f.eks. på samme dyp som teinene) og la disse ligge fra isen går og utover (Pers. medd. Stein Ivar Johnsen, forsker, NINA).

- Viktig å få en oversikt over tappemønster og vannstand (i forhold til HRV og LRV) for de siste årene (Pers. medd. Stein Ivar Johnsen, forsker, NINA).

I år hvor en eventuelt skal forsøke nedtapping, (hvis det er mulig å få til (teknisk) å la noe vann være igjen før abboren gyter) bør en kontrollere om gytingen er i gang ved å sette ut teiner. Så, når første gyteklare hunn blir fanget, kan en la det gå ca. 10 dager før nedtapping (en uke hvis nedtapping tar lang tid), (pers. medd. Stein Ivar Johnsen, forsker, NINA).

8.1.4 Mykleelva: Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.

Miljømål: Bedre oppvekstsvilkår for ørret. Tilrettelegge for et større biologisk mangfold.

Tabell 18: Forslag til tiltak i Mykleelva.

Forslag til tiltak	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Tids-punkt	Ansvar
Terskelbygging/flytting av masser: Se rapport (Heggenes, 2012)	Danne flere og tettere nettverk av vannspeil som kan fungere som refugier for fisk i tørkeperioder.	Ingen minstevannføring. Bare lokalt tilsig fra delnedbørsfelt.	Gravemaskin (20 tonn). 620 kr/time (Pers. medd. Geir Øksenholt). Atten tiltakspunkter kan være aktuelt i Mykleelva.	God	2015 - 2020	Skagerak Energi
Minstevannføring: Fordele slippet som skjer en gang i uka til et jevnt sig gjennom hele den tørre perioden.	Opprettholde en viss vannføring. I tørre perioder kan fisk dø av oksygenmangel og høye temperaturer i stillestående vann.	I tørre perioder slippes vann fra Mykle til Sporevann ca. 1 gang pr uke. For å opprettholde vannstanden i Sporevann og Vanebuvann.	Ingen (Hvis de allerede tapper vannet 1-2 uka).	Svært god	2015 - 2020	Skagerak Energi

Ved kartleggingen av elvehabitat i Mykleelva og Vanebuelva til Hogstad kom en fram til følgende konklusjoner (Heggenes, 2012):

1. Danne flere og et tettere nettverk av vannspeil som fungerer som refugier i tørkeperioder. Dette gjøres ved å forsterke naturlige ansatser til fordypninger /terskler/vannspeil i eksisterende elveleie ved bruk av lokal masse/blokk forflytning.
2. Endre tappemønsteret i Mykleelva for å fordele vannet over lengre tid. I dag slippes vann over en kortere tidsperiode. Ved å slippe samme nødvendige vannvolum med lav vannføring over en lengst mulig tidsperiode, vil lengden på tørrleggingsperiodene reduseres.

Se rapport (Heggenes, 2012) for detaljerte forslag til tiltak for å bedre elvehabitat i elvestrekningene.

8.1.5 Sporevann: Utvasking strandsone og nye våtmarksområder.

Miljømål: Øke kvaliteten på både ørret og abbor.

Tabell 19: Forslag til tiltak i Sporevann.

Forslag til tiltak	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Tids-punkt	Ansvar
Prøvefiske.	For å finne fiskekondisjon, arts- og bestandssammensetning.	Vannet er et populært fiskevann.	Lav	-	2015 - 2020	Skagerak Energi
Habitatjusteringer i tilførselsbekk	Bedre rekruttering av ørret.	Først og fremst Mykleelva.	Kommer an på hvilke tiltak og omfang.	God	2015 - 2020	Skagerak Energi

Reguleringen i Sporevann innebærer at store arealer blir gjort tilgjengelige for ender og vadefugl. Særlig er Sporevann visse deler av året en attraktiv lokalitet for Kanadagjess. Kanadagås er for øvrig en fremmed art i vår natur og ikke en art man ønsker bestandsøkning av.

8.1.6 Sporevann – Brudetjørn – Tokleiv elv: Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.

Miljømål: Miljømålet vil være å opprettholde tilstanden.

Lite hensiktsmessig med tiltak når det er så lav vannføring og vanskelige topografiske forhold. Ingen kost/nytte effekt.

8.1.7 Tokleiv - Vanebuvann elvestrekning: Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.

Miljømål: Økt biologisk mangfold.

Tabell 20: Forslag til tiltak i Tokleiv – Vanebuvann elvestrekning.

Forslag til tiltak	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Tids-punkt	Ansvar
Terskelbygging: Bassengterskler, syvdeterskel, celleterskel.	Danne vannspeil og stryk.	Ingen minstevannføring, vannføringen fluktuerer fra restvannføring til $> 5 \text{ m}^3/\text{s}$.	Det må bestemmes posisjon, størrelse og type terskel før en kan beregne kostnad. (30 000 – 500 000 kr).	God	2015 - 2020	Skagerak Energi

8.1.8 Vanebuvann: Utvasking strandsone.

Miljømål: Opprettholde tilstanden

Til tross for at Vanebuvann har en reguleringssone på 7 m, vil det trolig ikke bli satt i gang tiltak i forekomsten. Kostnad/nytteeffekt vil være for høy.

Reguleringen av Vanebuvann innebærer tidvis at store arealer blir gjort tilgjengelige for ender, vadefugl og beitende husdyr. Beitende husdyr nær vannstrengen kan bidra til lokal forurensning i form av bakterier og tilførsel av næringssalter.

8.1.9 Vanebuelva (Vanebuvann – Hogstad): Vegetasjon blitt borte. Artssammensetning endret. Vandringshinder.

Miljømål: Økt biologisk mangfold.

Tabell 21: Forslag til tiltak i Vanebuelva (Vanebuvann – Hogstad).

Forslag til tiltak	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Tids-punkt	Ansvar
Terskel-bygging/flytting av masser: Se rapport (Heggenes, 2012) .	Danne flere og tettere nettverk av vannspeil som kan fungere som refugier for fisk i tørkeperioder.	Ingen minstevannføring. Bare lokalt tilsig fra delnedbørsfelt og grunnvanns-oppkom.	Gravemaskin (20 tonn). 620 kr/time. Fem til seks tiltakspunkter kan være aktuelt i Vanebuelva.	God	2015 - 2020	Skagerak Energi

8.1.10 Gorningen: Endret vegetasjon og utvasking.

Miljømål: Bevare badevannskvalitet.

Etablere rask vannstandsøkning mot høyest regulert vannstand etter vinteren. Vannstanden i Gorningen er viktig med tanke på renseeffekten den har for siljanelva videre ned til Farris. Gorningen har lang retensjonstid og samler opp næringssalter som fosfor og nitrogen. Fokuset vil derfor være å holde høy vannstand.

8.1.11 Lauv – Kiste: Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.

Miljømål: God kjemisk tilstand

Lite hensiktsmessig med tiltak når det er så lav vannføring og vanskelige topografiske forhold. Ingen kost/nytte effekt.

8.1.12 Siljanelva (Merkedammen – Auen bru): Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.

Miljømål (med laks): Levedyktig bestand av laks.

Miljømål (uten laks): Opprettholde dagens tilstand.

Tabell 22: Forslag til tiltak i Siljanelva (Merkedammen – Auen bru).

Forslag til tiltak	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Tidspunkt	Ansvar
Minstevannføring kun i kritiske perioder med lite restvannføring.	Sørge for gode oppvekstvilkår for laks og ørret.	Perioder med tørrelegging vil være svært kritisk for laks.	Usikkert	God	2015-2020	Skagerak Energi

8.1.13 Hammerdalen: Vandringshinder og bortfall av kontinuitet.

Miljømål (uten laks): God kjemisk tilstand, bevare biologiske mangfoldet samt øke produksjon av (sjø)ørret.

Tabell 23: Forslag til tiltak i Hammerdalen.

Forslag til tiltak	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Tids- punkt	Ansvar
Nåværende terskler må bygges om for å muliggjøre oppvandring av større fisk utenfor flomsituasjoner.	Bedre oppvandrings - forhold for fisk.	Kan gjøres ved kun å lage en solid renne i terskelen, viktigere at den er dyp enn bred.	Moderat / usikkert	God	2015-2020	Fritzøe
Øke gytearealet i strykpartiene.	Bedre forholdene for gyting og oppvekst.	Vil øke produksjon av (sjø)ørret og potensielt for laks.	Usikkert	God	2015-2020	Fritzøe
Minstevannføring	Skape muligheter for vandring av fisk utenom flomperioder. Fortynning av forurensning.	Vil øke biologisk mangfold og fiskeproduksjon en betraktelig.	Høy (Se vedlegg) Ca. 300 000 kr med 0,5 m ³ hele året.	Svært god	2015-2020	Fritzøe
Minstevannføring kun i kritiske perioder med lite restvannføring.	Skape muligheter for vandring av fisk utenom flomperioder. Fortynning av forurensning.	Et slikt tiltak kan ha svært god kostnad/nytte – effekt.	Usikkert	God	2015-2020	Fritzøe

Miljømål (med laks): Levedyktig bestand av laks.

Tillegg til tabell 23.

Minstevannføring Ved oppgang av gytefisk og smoltutvandring.	Skape muligheter for vandring av gytefisk og smolt utenom flomperioder..	Trolig bare behov i perioden 1.mai til 1. oktober.	Høy (Se vedlegg) Ca. 300 000 kr med 0,5 m ³ hele året.	Svært god	2015-2020	Fritzøe
Fisketrapp eller omløpsbekk forbi farrisdammen	Slippe laks, sjøørret og mer ål lenger inn i vassdraget.	Bestanden av ål vil øke, kan bli et laksevassdrag og et viktig gyteområde for (sjø)ørret.	Høy (50 000 – 350 000 kr pr m fallhøyde)	Svært god	2015-2020	Fritzøe

Tilsig av vann til Farriselve er essensielt, ettersom de største utfordringene er uttørking og stillestående forurenset vann.

Gjennomsnittlig tilsig for reginefeltet, da er også tilsig fra grunnvann inkludert: $16,73 \text{ l/s/km}^2$
 $*4,1 \text{ km}^2$ (reginefeltet) = $68,6 \text{ l/s}$ (målinger 1960 – 1991) NVE.

Tabell 24: Beregning av tilsig til Hammerdalen.

Kilde	Liter / sek	Kommentar	Informasjon hentet fra
Larviktunnelen	Ca. 5 (280 l/min)	Tetting av tunnel	SVV
Martineåstunnelen	?	Ingen tetting av tunnel	SVV
Knappenålsbekken	Ca. 60	Ved tørre somre vil bekken omtrent tørregges.	Fritzøe

8.2 Jordbruk

8.2.1 Siljan

Tabell 25: Forslag til fosforreduserende tiltak innenfor jordbrukssektoren med kostnad/nytte – beregninger i Siljan kommune. Bare noen objekter, (dam)arealer og samlet lengde er registrerte tiltaksobjekter. Flere objekter er kun anslag.

Tiltakstype og forklaring. Tidsperspektiv for tiltak fra 2015 – 2020.	Antall objekter	Estimert (dam) - areal (m ²)	Samlet lengde (m)	Estimert kostnad kr	Estimert redusert P – tilførsel til vassdraget 100 % gj.føring, 80 % effekt (kg)	Tiltakets antatte levetid (år)	Kost/nytte etter levetid 100 % gj.føring, 80 % effekt (kr/kg fosfor)
Vedlikehold av steinsetting i yttersving og utgraving av masse i innersving oppstrøms Hogstad bru.	2	-	40	20000 ¹	-	-	-
Steinsetting: Forhindre utrasing til elva, aktuelt ved Nystad og Sølland.	5	-	200	100000 ²	15 – 100 ³	50	20 – 130
Rør/kum/nedløp: Utbedre for å forhindre erosjon. Aktuelt ved flere lokaliteter.	20	-	-	80000 ⁴	20 ⁵	20	160
Permanent grasdekte vannveier, 8 meter bred: Usikkert hvor mange meter, kun anslag.	15	-	1000	7600 ¹¹	28 ¹²	1	270 ¹³
Endret jordarbeid i middels og svært stor erosjonsrisiko: Dette tiltaket er godt gjennomført ved at erosjonsarealer står i stubb om vinteren.		192800 ⁶	-	-	-	1	90 – 250 ⁷
Fangdam: 2-Opdalen 1(2)-Gonsholtbekken 1-bekk ved Kiste 1-Kattebekken	5	2500	-	891875 ⁸	77 ⁹	25	465 ¹⁰
Avskjæringsgrøfter: For å drenere vann bort fra dyrkamark. Usikkert hvor det behøves.	10	-	90	1500	-	25	-
Kantsone 8 m bred mellom dyrka mark og vassdrag: Langs vassdraget finnes det kantsoner, men de kan gjerne utvides til 8 meter.	10		1000	7600 ¹¹	28 ¹²	1	270 ¹³
Sum	67	2500	2290	1 108575	168 - 253		

-
- ¹ Gravemaskin, sprengstein, dumper for flytting av masser, ca 500 kr/m.
² 500 kr/m (Grenland landbrukskontor).
³ Svært vanskelig å beregne (fra tabell 23, Tiltaksanalyse Numedalslågen).
⁴ 4000 kr/objekt (fra tabell 21 og 23, Tiltaksanalyse Numedalslågen).
⁵ Ca. 1 kg/objekt (fra tabell 21 og 23, Tiltaksanalyse Numedalslågen).
⁶ 192 800 m², er antall kvadratmeter med middels og svært stor erosjonsrisiko (Grenland landbrukskontor).
⁷ Anslag fra Lyche Solheim et al. (2001).
⁸ Bioforsk: Årlig kostnad på 14,27 kr/m² i 25 år.
⁹ $891\,875/465/25 = 77$ kg
¹⁰ Bioforsk: gjennomsnitt av flere fangdammer (< 1 daa) på Østlandet.
¹¹ NIVA-notat: $1000\text{m} * 2\text{kr/ per løpemeter} + \text{tap pga tapt kornproduksjon satt til } 700\text{ kr/daa. } (2000 + (700*8\text{ daa}) = \text{kr } 7600,-).$
¹² $7600/270 = 28$ kg P.
¹³ Anslag fra Lyche Solheim et al. (2001).

Grenland landbrukskontor har ansvar for oppfølging av tabell 25.

8.2.2 Larvik

Tabell 26: Forslag til fosforreduserende tiltak innenfor jordbrukssektoren med kostnad/nytte – beregninger i Larvik kommune. Antall objekter, dam areal og samlet lengde er kun anslag da en ikke har registrert noen utvalgte områder som trenger tiltak.

Tiltakstype og forklaring. Tidsperspektiv for tiltak fra 2015 – 2020.	Antall objekter (anslag)	Estimert (dam) - areal (m ²)	Samlet lengde (m)	Estimert jordtap m ³	Estimert kostnad kr	Estimert redusert P – tilførsel til vassdraget 100 % gj.føring, 80 % effekt (kg)	Tiltakets antatte levetid (år)	Kost/nytte etter levetid 100 % gj.føring, 80 % effekt (kr/kg fosfor)
Steinsetting: Registreres senere.	10	-	500	-	250000 ¹	7 – 50 ²	50	100 – 700
Rør/kum/nedløp: erosjon rundt objektene, som må utbedres.	10	-	-	20	40000 ³	12 ⁴	20	160
Permanent grasdekte vannveier: Usikkert hvor mange meter, kun anslag.	2	-	100		760 ¹¹	3 ¹²	1	270 ¹³
Endret jordarbeid i erosjonsklasse 3 og 4. Vårarbeiding.	Ca. 50 daa ⁵	-	-	-	2000 ⁶	8 – 22	1	90 – 250 ⁷
Fangdammer: Registreres senere	3	1500	-	-	535125 ⁸	46 ⁹	25	465 ¹⁰
Avskjæringsgrøfter: For å drenere vann bort fra dyrkamark. Usikkert hvor det behøves.	1	-	90	-	1500	-	25	-
Kantsone 8 m bred mellom dyrka mark og vassdrag.	2		100		760 ¹¹	3 ¹²	1	270 ¹³
Sum	28	1500	790		829 785	79 - 136		

¹ 500 kr/m (Larvik landbrukskontor).

² Svært vanskelig å beregne (fra tabell 23, Tiltaksanalyse Numedalslågen).

³ 4000 kr/objekt (fra tabell 21 og 23, Tiltaksanalyse Numedalslågen).

⁴ Ca. 1 kg/objekt (fra tabell 21 og 23, Tiltaksanalyse Numedalslågen).

⁵ Antall daa med erosjonsklasse 3 og 4 er 300, men mesteparten er gras, derfor settes 50 (Larvik landbrukskontor).

⁶ NIVA-notat: 40 kr/daa.

⁷ Anslag fra Lyche Solheim et al. (2001).

⁸ Bioforsk: Årlig kostnad på 14,27 kr/m² i 25 år.

⁹ 535 125/465/25= 46 kg.

¹⁰ Bioforsk: gjennomsnitt av flere fangdammer (< 1daa) på Østlandet.

¹¹ NIVA-notat: 100m * 2kr/ per løpemeter + tap pga tapt kornproduksjon satt til 700 kr/daa. (200 + (700*0,8 daa)= kr 760,-).

¹² 760/270= 3 kg P.

¹³ Anslag fra Lyche Solheim et al. (2001).

8.3 Avløp

Tabell 27: Beregning av fosforavlastning, netto årskostnader og kostnadseffektivitet i kr/kg fosfor redusert dersom 344 anlegg med direkte utslipp, slamavskiller med og uten sandfilter oppdateres til nye renseanlegg med 90 % renseeffekt på fosfor. Netto årskostnad beregnet etter SFT (1995). Tallet 344 anlegg kommer fra antall personer med dårlige løsninger delt på 2,4 (som er omlag antall personer per anlegg).

Kommune	Antall anlegg (boliger)	Redusert utslipp ved 90 % renseeffekt (kg P/år)	Pris/ anlegg	Kostnad/ investering	Årlig vedlikehold pr anlegg	Sum årlig vedlikehold	Netto årskostnad*	Kostnad - effektivitet kr/kg P*år
Siljan	215	248	90000	19350000	3000	645000	1764012	7104
Larvik	95	100	90000	8550000	3000	285000	779447	7802
Porsgrunn	34	40	90000	3060000	3000	102000	278960	7044
Sum	344	388		30960000		1032000	2822420	7278

* Netto årskostnad inkludert årlig vedlikehold beregnet med en levetid på 30 år og rente på 4 % (annuitetsfaktor på 0,057830099).

Det er kommunene som er ansvarlig for at tabell 27 følges opp.

8.3.1 Tiltak innenfor avløpssektoren.

Tabell 28: Ut ifra tabell 27 kommer en fram til følgende tiltak.

Kommune	Tiltakstype	Kostnader	Tidspunkt	Ansvar
Siljan	Registrering av spredte utslipp		2015 - 2020	Siljan kommune
Siljan	Oppgradering av 215 anlegg.	1 764 012 kr/år	2015 - 2020	Private/kommune
Larvik	Registrering av spredte utslipp		2015 - 2020	Larvik kommune
Larvik	Oppgradering av 95 anlegg.	779 447 kr/år	2015 - 2020	
Porsgrunn	Oppgradering av 34 anlegg.	278 960 kr/år	2015 - 2020	Private/kommune

8.3.2 Knappenålsbekken

Tabell 29: Planlagt tiltak ved Knappenålsbekken.

Planlagt tiltak	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Ansvar
Opprydding av avløpsnett ved Knappenålsbekken (notat Knappenålsbekken v/ Kjetil Fevik).	Redusere forurensning.	Et ulovlig utslipp fra 2 boliger er sanert i 2012. Det tas videre prøver for å avdekke evt. øvrige utslipp. Det forventes at opprydding av avløpsforholdene er utført innen ny E18 står ferdig i 2017.	150000 – 450000 (for Larvik kommune)	God	Larvik kommune

8.3.3 Grønli / Gorningen

Tabell 30: Tiltak som vil redusere avrenning av avløp.

Tiltak som er iverksatt	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Ansvar
Minirensanlegg 130 pe (20-25 boliger).	Redusere forurensning.	Gonsholtbekken som renner ut i Gorningen blir renere.	-	God	Siljan kommune

8.3.3 Oklungen hovedelv og Oklungen bekkefelt

Tabell 31: Tiltak som er nylig utført og vil trolig bedre vannkvaliteten i forekomstene.

Tiltak som er gjennomført	Hensikt	Ansvar
Oklungen rensanlegg er dimensjonert for 130 pe. Det er tilknyttet 24 boliger (ca. 67 personer). Ytterligere 6 boliger har fått krav om tilknytning til rensanlegget.	Redusere forurensning fra dårlige anlegg.	Porsgrunn kommune

8.3.4 Vassvik og Farris

Tabell 32: Tiltak som vil redusere avrenning av avløp til Farris.

Tiltak som er iverksatt	Hensikt	Ansvar
Larvik kommune vil sette i drift nytt vann- og avløpsanlegg fra Farriseidet til Anvik og Vassvik i 2012. 21 eiendommer har fått pålegg om tilknytning til det nye vann- og avløpsanlegget.	Redusere forurensning til Farris.	Larvik kommune

8.3.5 Hammerdalen

Tabell 33: Tiltak i forbindelse med utbygging av nye E18.

Forslag til tiltak	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Ansvar
To stykk sedimentasjonsdammer ifm vasking av tuneller på E18.	Redusere forurensning.	Vaskevannet vil dreneres til Hammerdalen. Må overvåkes.	-	God	SVV

8.4 Grunnvann

Tabell 34: Aktuelle tiltak i grunnvannsforekomstene.

Forslag til tiltak	Hensikt	Kommentar	Kostnader	Effekt	Ansvar
Nærmere hydrologiske undersøkelser av grunnvannsforekomstene.	Finne tilstanden og potensielle ressurser.	Farriskilden er den eneste som benyttes som en vesentlig ressurs hittil.	Moderat	-	-

9 Gjeninnføring av laks til vassdraget

Det er gjennomført undersøkelser i Siljan – Farrisvassdraget med tanke på oppgangsmuligheter for laks og sjørret forbi Farrisdammen. Hvis dette skal bli mulig må det iverksettes konkrete tiltak i Hammerdalen. To punkter ble utredet i rapporten, a) utrede produksjonspotensialet for laks og gitt at dette er tilstrekkelig, b) utrede tekniske tiltak for å reetablere vandringsveier. Teoretisk beregninger viser en mulig lakseproduksjon i størrelsesorden 30 – 200 laks i Siljanelva, samt at Hammerdalen har en mulig lakseproduksjon i størrelsesorden 5 – 15 laks. I Hammerdalen gyter både sjørret og stasjonær ørret. Det er gode oppvekstsvilkår for laksefisk i Hammerdalen med mye skjul og god mattilgang. Utfordringene knytter seg til lav vannføring, vandringshindre og forurensning (Heggenes et al., 2012).

9.1 Samfunnsøkonomisk- og biologisk verdi

En fisketrapp vil kunne bidra til øke bestanden av ål, som er kritisk truet, samt øke bestanden av sjørret.

Det er mange samfunnsøkonomiske verdier rundt laksefiske, slike verdier skaper ringvirkninger i nærheten av laksevassdraget. Dette er verdier som fiskekort, overnattingsmuligheter, mat osv. Total samfunnsøkonomisk verdi (TSV): For våre villaksbestander kan denne inndelingen illustreres slik:

1. **Bruksverdi**, dvs. den verdi folk setter på fysisk å kunne bruke villaksbestander. Dette kan være *konsumerende* bruk, f.eks som næringsfiske og fritidsfiske, og *ikke-konsumerende* bruk som f.eks. rekreasjonsverdien av å observere/fotografere laks som forserer et fossefall/stryk ("catch and release" –fiske vil også kunne klassifiseres under ikke-konsumerende bruk, fordi laksen ikke konsumeres).

I denne kategorien kan en også plassere (vanlig) *opsjonsverdi*, dvs. den verdi folk setter på å ha muligheten til å kunne bruke villaksbestandene i framtida (både konsumerende og ikke-konsumerende), selv om de ikke bruker dem nå eller har konkrete planer om det (dvs. en slags forsikringspremie folk er villig til å betale for å være sikret muligheten til framtidig bruk). Navrud, 2001.

2. **Ikke-bruksverdi**; dvs. den verdi folk setter på å vite at våre villaksbestander eksisterer (eksistensverdien), og at de kan levere denne eksistensen til kommende generasjoner (arve- og bevaringsverdien) Navrud, 2001.

Tabell 35: Samfunnsøkonomiske verdier av et laksevassdrag.

Antall tilbake - vandrende laks	Antall som fanges (50 %)	Antall kg (gj. Snitt 4kg pr fisk)	Kjøttpris: 100 kr/kg	Samfunnsøkonomiske verdier (kjøttpris x faktor 20*) pr. år.
200	100	400	40 000	800 000
100	50	200	20 000	400 000

*Faktor på 20: Faktoren kan variere en del, men som oftest brukes gjennomsnittlig faktor på 20. (Numedalslågen er det satt 2600 kr/kg fisk).

9.2 Samfunnsøkonomiske kostnader

- Laksetrapp kan føre med seg flere fremmede/uønskede organismer, som parasitten *Gyrodactylus salaris*.

- Ved en innføring av laks, må det i tillegg tilrettelegges for minstevann i fra Lakssjø til Auen bru. Den aktuelle strekningen vil kanskje være det viktigste gyteområde for laksen.

Allmennhetens muligheter for tilgang til fiske

Med laks i elva vil de aktuelle strekningene bli mye mer attraktive og prisen for å fiske vil øke betraktelig. Nå viser det seg fra rapporten fra kartlegging av lakseførende strekning at en ikke kan forvente mer enn ca. 200 tilbakevendende gytefisk. Dvs. at elva ikke vil bli noen svært attraktiv lakseelv.

Prosessen fram til at vassdraget blir lakseførende, er omfattende. Den angår grunneierretten generelt, utnyttelse av eksisterende rettigheter, framtidige rettigheter som følge av lakseførende vassdrag, konsekvenser for det etablerte økologiske miljøet og eksisterende fiskebestander i vassdraget og ikke minst drikkevannsinteressene knyttet til Farris. Det berører også rettigheter til vannkraft. Tiltaket vil angå et ukjent antall grunneiere og rettighetshavere i minst tre kommuner og to fylker.

Tre paragrafer i lakse- og innlandsfiskeloven som vil påvirke dagens fiske i vassdraget:

§ 18. Barns fiske.

I vassdrag der rettighetshaver utsteder fiskekort har personer som ikke har fylt 16 år rett til fiskekort uten vederlag for å fiske innlandsfisk med stang og håndsnøre i perioden fra og med 1. januar til og med 20. august.

I andre vassdrag har personer som ikke har fylt 16 år rett til, uten rettighetshavers tillatelse, å fiske innlandsfisk med stang og håndsnøre i samme periode som nevnt i første ledd.

Bestemmelsene i første og annet ledd gjelder ikke i vassdrag eller deler av vassdrag som fører anadrome laksefisk. Bestemmelsene er også underordnet regler gitt i medhold av § 34.

Der fiske etter denne paragraf vil være til skade for fiskekulturtiltak eller hvor barns fiske er til vesentlig fortrengsel for rettighetshavernes fiske, kan departementet regulere utøvelsen av fisket.

Departementet kan gi retningslinjer.

Bestemmelsene i denne paragraf gjelder ikke for kreps.

§ 33. Åpning av fiske etter anadrome laksefisk, nærmere bestemmelser om redskapsbruk, fisketider m.m.

I samsvar med naturmangfoldloven og formålet i loven her kan Kongen tillate fiske etter anadrome laksefisk. Tillatelsen kan gis for nærmere angitt tidsrom og gjelde bestemte områder, redskaper, fangstmåter, arter eller fangstkvantum.

Departementet kan gi utfyllende bestemmelser. Det kan fastsettes ulike bestemmelser for de enkelte områder og vassdrag.

Endret ved lov 19 juni 2009 nr. 100 (ikr. 1 juli 2009 iflg. res. 19 juni 2009 nr. 704).

§ 34. Regler for fangst av innlandsfisk.

Kongen gir forskrift om regulering av fiske etter innlandsfisk i samsvar med naturmangfoldloven, herunder om redskapstyper, redskapsbruk og stenging av vassdrag av hensyn til fangst av ål. Det kan gis særskilte regler for forskjellige områder eller vassdrag. **Ved fastsetting av forskrifter for vassdrag hvor det går anadrome laksefisk, skal det tas hensyn til denne bestanden.**

Endret ved lov 19 juni 2009 nr. 100 (ikr. 1 juli 2009 iflg. res. 19 juni 2009 nr. 704).

Økonomiske vurderinger:

Se vedleggene for kostnadsberegninger av minstevann i Hamnerdalen. En fisketrapp er svært kostbar og ligger 50 000 – 350 000 kr per meter fallhøyde (Direktoratet for naturforvaltning, 2002). Fisketrapp vil være en høy engangskostnad (med forutsetning at den vil fungere) på flere millioner kroner. Med minstevannføring i Hamnerdalen og fra Kiste kraftverk på 0,5 m³/s sommerhalvåret året vil tilsvare et tap på ca. 600 000 kr/år. Kostnadene blir forholdsvis høye i forhold til samfunnsverdien.

10 Samfunnsøkonomisk vurdering av tiltakspakken

10.1 SMVF

- Større rekreasjonsmessig betydning i form av bedre fiske.
- Større visuelle kvaliteter i form av mindre synlig tørrlegging/større vannføring/vannspeil.
- Økt biologisk mangfold.

10.2 Landbruk og avløp: Fosfor og bakteriologi

Tiltak innenfor sektorene vil føre til et renere vassdrag som vil komme samfunnet til gode:

- Mindre ressurser på rensing av råvannet i Farris.
- Bedre miljø og forhold for vannlevende organismer, kan føre til bedre fiske.
- Kostnadene ved oppgradering av dårlige avløpsanlegg kan være store i forhold til kostnadene innenfor landbruket.
- Evnen til jordvanning vil øke, dog er det lite brukt i vassdraget.

11 Vurdering av virkemiddel

11.1 SMVF

Det er bare vannforekomster som er berørt av vannkraftreguleringer som er karakterisert som sterkt modifiserte vannforekomster. Skagerak Kraft og Fritzøe skoger har ikke konsesjon etter den gamle Vassdragsloven (nå vannressursloven) fordi kraftstasjonene i vassdraget ble utbygd før reglene om konsesjon kom. Det betyr at en ikke har noen sektormyndighet og kan ikke gå inn å endre på vilkår, alt må bygges på frivillighet.

I Vannressursloven finnes det likevel bestemmelser som kan benyttes som virkemidler.

§ 28. (omgjøring av konsesjoner) I særlige tilfelle kan vassdragsmyndigheten oppheve eller endre vilkår eller sette nye vilkår av hensyn til allmenne eller private interesser. Det skal tas hensyn til det tap som en endring vil påføre konsesjonshaveren og de fordeler og ulemper som endringen for øvrig vil medføre. Bestemmelsen gjelder ikke for tiltak som er behandlet etter lov 14. desember 1917 nr. 17 om vassdragsreguleringer.

§ 66. (forholdet til eldre tiltak). Loven gjelder også vassdragstiltak som ble påbegynt før loven trer i kraft (eldre vassdragstiltak).

En konsesjon etter lov 15. mars 1940 nr. 3 om vassdragene §§ 104 og 105 eller vedtak etter § 144 gjelder som en konsesjon etter loven her.

Eldre vassdragstiltak som ikke trengte tillatelse etter tidligere vassdragslovgivning, kan fortsette uten konsesjon etter § 8. Vassdragsmyndigheten kan i særlige tilfelle likevel bestemme i enkeltvedtak at tiltaket må ha konsesjon, og at tiltaket blir ulovlig hvis det ikke sendes søknad innen en fastsatt frist.

For eldre vassdragstiltak gjelder § 10 i den utstrekning tiltaket ikke har gjort bruk av den alminnelige lavvannføring før lovens ikrafttreden. Ved konsesjonsbehandling av eldre vassdragstiltak etter tredje ledd annet punktum gjelder § 10 fullt ut. Har et eldre vassdragstiltak konsesjon etter vassdragsloven, kan det ved omgjøring etter § 28 settes krav i samsvar med § 10 annet ledd. For eldre vassdragstiltak som faller inn under vassdragsreguleringsloven gjelder § 10 ikke.

For utøvelse av rådighet over grunnvann gjelder første til fjerde ledd så langt det passer. Grunnvannsuttak etablert før lovens ikrafttreden kan utøves i samme utstrekning som tidligere uavhengig av bestemmelsen i § 44 første ledd.

11.2 Landbruk

Sektoransvaret for jordbrukstiltak ligger i hovedsak hos jordbruksmyndighetene ved Landbruksdepartementet og Fylkesmannens landbruksavdeling.

Aktuelle forskrifter:

- Gjødsevarer av organisk opphav
- Gjødseplanlegging
- Produksjonstilskudd i landbruket (§8 miljøkrav)
- Miljøplan

-
- SMIL – tilskudd er overlatt til enkeltkommunene for distribuering.
 - RMP – Regionalt miljøprogram tilskudd for landbruksforetak.
 - Alle skogeiere som vil levere tømmer gjennom skogeierorganisasjonene skal ha godkjent miljøregistrering/skogbruksplan. Skogeierorganisasjonene har videre en miljøsertifisering som gjør at det blir stilt krav til tømmerdrifter og skogkultur (levende skog standarden).

11.3 Avløp

- Forurensningsloven
- Kommunen er forurensningsmyndighet
- § 51 kan den som forurenses bli pålagt å få utført undersøkelser og kartlegge årsaker og aktuelle mottiltak.
- § 48 kommunen skal føre tilsyn med den alminnelige forurensningssituasjonen og med utslipp fra enkeltkilder.

11.4 Innspill om eventuelle behov for nye virkemidler

12 Veien videre for tiltaksanalysen og foreslåtte tiltak

13 Referanser

- Berge, D., Tryland, I., Tjomsland, T., Hem, L. J. og Røstum, J. 2011. ROS Maridalsvannet – Oset: Forurensningsanalyse Maridalsvannet med nedbørfelt, hygieniske barrierer ved Oset vannbehandlingsanlegg, beskyttelsestiltak i nedbørfeltet. NIVA - rapport. 32 s.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2002. Fisketrapper i Norge. Notat 2002 – 3: 25 s.
- Fougner, H. 2007. Klimaendringer kan gi dårlig drikkevann. NIVA.: 1s.
- Hagen, J.O. 2012: Personlig meddelelse, e-post: 12.6.2012. Pers. medd. fra Skagerak Energi.
- Hauge, A., Blankenberg, A.B. & Hanserud, O.S. 2008. Evaluering av fangdammer som miljøtiltak i SMIL. Bioforsk-rapport: 24-25.
- Heggenes, J. 2012. Forslag til tiltak for å bedre elvehabitat i Mykleelva, Siljan i Telemark. Høgskolen i Telemark.
- Heggenes, J., Sageie, J., Kvisberglien, E.C., Loland, B. & Stoll, S. 2012. Biologiske forutsetninger for produksjon av laks- og sjørret i Farris og Siljanelva opp til Lakssjø. Høgskolen i Telemark.
- Johnsen, S. I. 2012: Personlig meddelelse, e-post: 23.3.2012. Pers. medd. fra NINA.
- Karakteriseringsveileder 1:2011a. Karakterisering og analyse Metodikk for karakterisering og risikovurdering av vannforekomster etter vannforskriften § 15.
- Klassifiseringsveileder 1:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften.
- Lyche Solheim, A., N. Vagstad, et al. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa. Vannsjø-Hobøl Vassdraget. Sluttrapport, NIVA, Jordforsk, Limnoconsult.
- Løvstad, Ø. 2011. Limnologiske vurderinger av Farrisvannet. Limno – Consult.
- Miljøbudsjett – Notat Endelig utgave. 2011. E18 Bommestad – Sky K3 Farriseidet konkurransegrunnlag. Statens vegvesen.
- Navrud, S. 2001. Samfunnsøkonomisk nytteverdi av villaksressursene i nasjonale laksevassdrag – Oppfølgingsstudie. Direktoratet for naturforvaltning.: 4s.
- NIVA – Notat. 2006. Vurderinger av kostnader ved gjennomføring av tiltak i Numedalsvassdraget.
- Pethon, P. 2005. Aschehougs store fiskebok. Aschehoug. S 101 – 102.
- SFT 1995. Miljømål for vannforekomstene. Hovedveiledning. Statens forurensningstilsyn – SFT Veiledning 95:05.

Simonsen, L. 2011. Forurensningsregnskap for vannområde Siljan – Farris. Ask rådgivning. 26.

Simonsen, L. 2008. Tiltaksanalyse for Numedalslågens nedslagsfelt. Den grønne dalen. 112 s.

Skarbøvik, E., Glover, B., Barton, D.N., Brabrandt, Å., Bækken, T., Halleraker, J.H., Johansen, S.W., Kristiansen, A. & Saltveit, S.J. 2006. Forslag til metodikk for fastsettelse av miljømål i sterkt modifiserte vannforekomster. Med eksempler fra Numedalslågen. Norsk institutt for vannforskning.

Vestgarden, L.S. & Klempe, H. 2011. Karakterisering av grunnvannsforekomster i Siljan-/Farrisvassdraget. Høgskolen i Telemark.

Øksland, G. 2012: Personlig meddelelse, telefonsamtale: 30.08.2012. Pers. medd. fra Allum transport AS.

Internett:

Vann – nett/rapport: <http://vann-nett.nve.no/rapport/ReportBrowser.aspx> (8.8.2012)

Vann – nett/statistikk: <http://vann-nett.no/statistikk/> (3.9.2012)

NVE: <http://atlas.nve.no/ge/Viewer.aspx?Site=NVEAtlas> (15.06.2012)

14 Vedlegg

14.1 Beregning av kostnader ved minstevannføring

Minstevannføring

Høy kostnad, men nødvendig for vandring av større fisk, samt at det vil fungere som fortykning av det forurensede vannet fra Knappenålsbekken.

Metode for beregning av tapt produksjon fra slipp av minstevann (Skarbøvik, et. al., 2006).

Definisjoner:

$Q_{\min}$ = Den minste vannføringen i m^3/sec som kreves kontinuerlig opprettholdt på den aktuelle strekningen.

$T_{\min}$ = Varighet i antall timer per år for et bestemt pålegg om $Q_{\min}$ (for eksempel 6 sommermånedene utgjør 4416 timer).

Tapt MWh= Antall MWh som ikke kan produseres som resultat av kravet til slipp av minstevann

H_{netto} = Netto fall for kraftverket i meter (=brutto fallhøyde fratrasket ca. 3 % for tap dersom ingen netto fall er oppgitt).

Q_t = Stasjonens slukeevne i m^3/sec , dvs maks vannføring som kan brukes i turbiner på full ytelse

T_{flom} = Midlet antall timer i hver sesong med vannføring større enn $(Q_t + Q_{\min}) = 240$.

Q_{95} i lokaltilsig mellom dammen og elvestrekningen om sommeren. Dette er et mål for en typisk lav vannføring, dvs samlet vannføring fra lokale bekker og sidevassdrag som er oversteget minst 95 % av året.

Trinn	Formål	Nødvending inngangsdata	Beregningsmetoden	Kommentar
1	Målsettingen er å oppnå GØP med hjelp av minstevannspålegg.	Bestem $Q_{\min}$, elvestrekningen og varigheten hvor minstevann blir påkrevd, - $T_{\min}$ sommer (og eventuelt vinter)	Del året i minst to sesonger tilsvarende forskjellige økologiske krav til minstevann	Minstevann ofte påkrevd bare om sommeren (mai – oktober) eller har lavere verdier om vinteren (november – april)
2	Sesongmessig beregning av maks. potensial for tapt produksjon i GWh	H_{netto} = netto fall for kraftverket	Tapt MWh = $Q_{\min} * T_{\min} * 0,009 * H_{\text{netto}}$	Dette antar at alt minstevann ville ellers blitt brukt til produksjon med best mulig virkningsgrad, og utgjør derfor maks. potensial for tap, ikke faktisk tap.
3	Tar hensyn til at minstevannføringskrav under flomperioder med spill betyr ingen tapt produksjon	Q_t = Stasjonens slukeevne T_{flom} = midlet antall timer i hver sesong med vannføring større enn ($Q_t + Q_{\min}$) dvs med overløp	$T_{\min} - (T_{\text{flom}} + 50)$ $T_{\min}$ Reduser Tapt MWh ved å gange tallet med denne faktoren	50 timer er antatt som estimat av antall timer mens vannføring stiger og faller mellom verdiene Q_t og ($Q_t + Q_{\min}$) før og etter hver flom. I Vest – Norge bør dette tallet øke noe pga flere flommer per år.
4	Estimer Q_{95} i lokaltilsig mellom dammen og elvestrekningen hvor $Q_{\min}$ er fastsatt som krav	Foreta en nedjustering dersom lokaltilsig bidrar til å redusere nødvendig slipp fra dammen	Nedskaler Tapt MWh med faktoren: $\frac{Q_{95} \text{ fra mellomliggende felt}}{Q_{\min}}$ for samme perioden	Hvis $Q_{95} > Q_{\min}$, medfører det ingen slipp fra dammen og Tapt GWh antas lik null. Dette trinnet kan utelates hvis kravet for $Q_{\min}$ gjelder rett nedenfor dammen
5	Konverter Tapt MWh til tapt årsinntekter i kr.	Engros pris fra NordPool midlet for 2008 – 2011 ("Futures Markedet")	Ta ca 10 % oppjustering av prisen for vintersesongen og en 10 % nedjustering for sommersesongen før tallene ganges med Tapt MWh	Per juli 2006 ligger prisen på ca 320 kr/MWh. Bruk derfor 400 kr/MWh for tapt vinterproduksjon, og 320 kr/MWh for tapt sommerproduksjon
6	Beregn årskostnader	Ingen	Årskostnader er summen av Tapt MWh for alle sesonger ganget med relevante priser for kraftkontrakter for levering 2008 - 2011	Dette beregner tapte inntekter for kraftprodusenten som pålegges minstevann, men ikke nødvendigvis samfunnskostnader. Disse er som regel noe lavere, men av samme størrelsesorden

Eksempel1 Hammerdalen: 0,5 m³/s et helt år.

Trinn	Formål	Nødvending inngangsdata	Beregningsmetoden	Kommentar
1	Målsettingen er å oppnå GØP med hjelp av minstevannspålegg	$Q_{\min} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ $T_{\min \text{sommer}} = 4416 \text{ timer}$ $T_{\min \text{vinter}} = 4416 \text{ timer}$	Helt år med minstevann	
2	Sesongmessig beregning av maks. potensial for tapt produksjon i GWh	$H_{\text{netto}} = 23,5$ (brutto) – 0,7 (3 %) = 22,8 m	Tapt MWh sommer = $Q_{\min} * T_{\min} * 0,009 * H_{\text{netto}}$ $= 0,5 * 4416 * 0,009 * 22,8 = 453$ Tapt MWh vinter = $Q_{\min} * T_{\min} * 0,009 * H_{\text{netto}}$ $= 0,5 * 4416 * 0,009 * 22,8 = 453$ 453 + 453 = 906	0,009 kommer av virkningsgraden på 0,92, g= 9,8 og deling med 1000 for å få tallet i MWh. I et vannkraftverk kan virkningsgraden være over 90 prosent. Det betyr i praksis at mer enn 90 prosent av vannets stillingsenergi blir foredlet til elektrisk energi.
3	Tar hensyn til at minstevannføringskav under flomperioder med spill betyr ingen tapt produksjon	$Q_t = 21 \text{ m}^3/\text{s}$ $T_{\text{flom}} = ?$		Har ingen oversikt over antall timer med flom per år
4	Foreta en nedjustering dersom lokaltilsig bidrar til å redusere nødvendig slipp fra dammen	Q₉₅ i lokaltilsig mellom dammen og elvestrekningene hvor $Q_{\min}$ er fastsatt = 0,5 m ³ /s $Q_{95} = 0,06 \text{ m}^3/\text{s}$ (knappenålsbecken, utgjør 12 % av $Q_{\min}$)	Reduser Tapt MWh pro rata med <u>Q₉₅ i lokaltilsig felt nedenfor</u> $Q_{\min}$ for samme perioden = 0,12 Tapt MWh reduseres med 12 %	Lokaltilsig medfører bare 88 % av minstevannmengden må slippes fra dammen om sommeren.
5 og 6	Konverter Tapt MWh til tapt årsinntekter i kr. Beregn årskostnader	Engros pris fra Nordpool midlet for 2008 – 2011: 400 kr/MWh for vinter og 320 kr/MWh for sommer.	Tapt kr. Totalt = $453 * 0,88 * 320 = 127 592$ Tapt kr. Vinter: $453 * 0,88 * 400 = 159 456$ <u>287 048 kr/år totalt</u>	Dette beregner tapt inntekter for kraftprodusenten som pålegges minstevann, men ikke nødvendigvis samfunnskostnader.

Eksempel 2 Hammerdalen: 250 l/s hele året.

Trinn	Formål	Nødvending inngangsdata	Beregningsmetoden	Kommentar
1	Målsettingen er å oppnå GØP med hjelp av minstevannspålegg	$Q_{\min} = 250 \text{ l/s}$ $T_{\min \text{sommer}} = 4416 \text{ timer}$ $T_{\min \text{vinter}} = 4416 \text{ timer}$	Helt år med minstevann	
2	Sesongmessig beregning av maks. potensial for tapt produksjon i GWh	$H_{\text{netto}} = 23,5$ (brutto) – 0,7 (3 %) = 22,8 m	Tapt MWh sommer= $Q_{\min} * T_{\min} * 0,009 * H_{\text{netto}}$ = $0,25 * 4416 * 0,009 * 22,8 = 226,5$ Tapt MWh vinter= $Q_{\min} * T_{\min} * 0,009 * H_{\text{netto}}$ = $0,25 * 4416 * 0,009 * 22,8 = 226,5$ $226,5 + 226,5 = 453$	0,009 kommer av virkningsgraden på 0,92, $g = 9,8$ og deling med 1000 for å få tallet i MWh. I et vannkraftverk kan virkningsgraden være over 90 prosent. Det betyr i praksis at mer enn 90 prosent av vannets stillingsenergi blir foredlet til elektrisk energi.
3	Tar hensyn til at minstevannføringsskrav under flomperioder med spill betyr ingen tapt produksjon	$Q_t = 21 \text{ m}^3/\text{s}$ $T_{\text{flom}} = ?$		Har ingen oversikt over antall timer med flom per år
4	Foreta en nedjustering dersom lokaltilsig bidrar til å redusere nødvendig slipp fra dammen	Q₉₅ i lokaltilsig mellom dammen og elvestrekningen hvor $Q_{\min}$ er fastsatt = 0,25 m^3/s $Q_{95} = 0,06 \text{ m}^3/\text{s}$ (knappenålsbekken, utgjør 24 % av $Q_{\min}$)	Reduser Tapt MWh pro rata med <u>Q₉₅ i lokaltilsig felt nedenfor</u> $Q_{\min}$ for samme perioden = 0,24 Tapt MWh reduseres med 24 %	Lokaltilsig medfører bare 76 % av minstevannmengden må slippes fra dammen.
5 og 6	Konverter Tapt MWh til tapt årsinntekter i kr. Beregn årskostnader	Engros pris fra Nordpool midlet for 2008 – 2011: 400 kr/MWh for vinter og 320 kr/MWh for sommer.	Tapt kr. Sommer: $226,5 * 0,76 * 320 = 55\,084 \text{ kr}$ Tapt kr. Vinter: $226,5 * 0,76 * 400 = 68\,856 \text{ kr}$ <u>123 940 kr/år totalt</u>	Dette beregner tapt inntekter for kraftprodusenten som pålegges minstevann, men ikke nødvendigvis samfunnskostnader.

Eksempel fra Kiste kraftstasjon: Minstevannføring 0,5 m³/s Merkedammen til Auen bru (kun sommerhalvåret).

Trinn	Formål	Nødvending inngangsdata	Beregningsmetoden	Kommentar
1	Målsettingen er å oppnå GØP med hjelp av minstevannspålegg	$Q_{\min} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ $T_{\min \text{sommer}} = 4416 \text{ timer}$		
2	Sesongmessig beregning av maks. potensial for tapt produksjon i GWh	$H_{\text{netto}} = 46 \text{ m}$ (brutto) – 1,4 (3 %) = 44,6 m	Tapt MWh sommer= $Q_{\min} * T_{\min} * 0,009 * H_{\text{netto}}$ = $0,5 * 4416 * 0,009 * 44,6 = 886,3$	0,009 kommer av virkningsgraden på 0,92, $g = 9,8$ og deling med 1000 for å få tallet i MWh. I et vannkraftverk kan virkningsgraden være over 90 prosent. Det betyr i praksis at mer enn 90 prosent av vannets stillingsenergi blir foredlet til elektrisk energi.
3	Tar hensyn til at minstevannførings krav under flomperioder med spill betyr ingen tapt produksjon			Har ingen oversikt over antall timer med flom per år
4	Foreta en nedjustering dersom lokaltilsig bidrar til å redusere nødvendig slipp fra dammen	Q₉₅ i lokaltilsig mellom utløp Laksjø og Auen bru hvor $Q_{\min}$ er fastsatt = 0,5 m ³ /s $Q_{95} = \text{ca } 0,06 \text{ m}^3/\text{s}$ (20 l/s per km ² (nve))	Reduser Tapt MWh pro rata med <u>Q₉₅ i lokaltilsig felt nedenfor</u> $Q_{\min}$ for samme perioden = 0,12 Tapt MWh reduseres med 12 %	Lokaltilsig medfører bare 88 % av minstevannmengden må slippes fra dammen.
5 og 6	Konverter Tapt MWh til tapt årsinntekter i kr. Beregn årskostnader	Engros pris fra Nordpool midlet for 2008 – 2011: 400 kr/MWh for vinter og 320 kr/MWh for sommer.	Tapt kr. Sommer: $886,3 * 0,88 * 320 =$ <u>249 582 kr/år totalt</u>	Dette beregner tapt inntekter for kraftprodusenten som pålegges minstevann, men ikke nødvendigvis samfunnskostnader.