

RAPPORT LNR 3750-97

E16 Rørvik-Vik, Kommunedelplan

Registreringer og analyse

Vann, vassdrag og strandsoner



Statens vegvesen
Buskerud

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 04 30 33
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgt 55
5008 Bergen
Telefon (47) 55 32 56 40
Telefax (47) 55 32 88 33

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel E16 Rørvik - Vik, Kommunedelplan Registreringer og analyse Vann, vassdrag og strandsoner	Løpenr. (for bestilling) 3750-97	Dato 1997.11.25
	Prosjektnr. Undernr. O-97106	Sider Pris 33
Forfatter(e) Bratli, Jon Lasse Berge, Dag Brandrud, Tor Erik	Fagområde Vannressurs- forvaltning, Samferdsel	Distribusjon
	Geografisk område Buskerud, Hole kommune	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens vegvesen, Buskerud vegkontor	Oppdragsreferanse
--	-------------------

Sammendrag

Det er foretatt en vurdering av verdien av området ved Kroksundet mhp. på fisk, kreps og vegetasjon. Steinsfjorddelen får en **regional verdi**, mens Tyrifjorddelen en **stor lokal verdi**. **Sårbarheten er stor** ved en senketunnell oppå sedimentet, men er **middels** ved brualternativene eller nedgravet senketunnel. Traséalternativene lengst vest (i Tyrifjorden) bør velges framfor østlige traséer i Steinsfjorden der verdien og sårbarheten er størst. Fjerning av fyllingene ved dagens trasé vil koste ca 4 millioner kroner (ekskl. nye bruer), men vil gi en betydelig miljøforbedring ved at vannutskiftingen, og dermed vannkvaliteten i Steinsfjorden, bedres. Det bør beregnes kostnader og effekter ved flere alternativer for fjerning av fyllingene og steinbru. Selv om Tyrifjorden er vernet etter Verneplan I, kommer tilrådingene gitt i denne rapporten neppe i konflikt med "Rikspolitiske retningslinjer for verna vassdrag", da totalløsningen gir en forbedring av verdien for hele området.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Samferdsel	1. Transport
2. Verdi	2. Value
3. Sårbarhet	3. Vulnerability
4. Forurensning	4. Pollution


.....
Jon Lasse Bratli
Prosjektleder

ISBN 82-577-3320-2


.....
Dag Berge
Forskningsjef

E16 Rørvik - Vik, Kommunedelplan

Registreringer og analyse

Vann, vassdrag og strandsoner

Forord

NIVA har på oppdrag av Statens vegvesen, Buskerud vegkontor, gjennomført denne analysen for vurdering av verdi og sårbarhet for vannmiljøet knyttet til en utbygging av ny E16 over Kroksundet.

Kontaktperson ved Buskerud vegkontor har vært Per-Olav Laukli. Undertegnede har vært prosjektleder og har ført mestparten av rapporten i pennen. Dag Berge har deltatt på befaring og har skrevet den generelle delen omhandlende vannforurensning fra veg. Tor Erik Brandrud har medvirket til utformingen av teksten omkring vegetasjonsforhold, mens Eirik Fjeld har deltatt i vurderingene omkring fisk og kreps. Torulv Tjomsland har laget digitale kart for verdi og sårbarhet. Torleif Bækken har foretatt beregninger av forurensningstilførsler. Han har vært en verdifull diskusjonspartner ved de faglige vurderingene, og har medvirket til en god koordinering med arbeidet omkring konsekvensene av Ringeriksbanen.

Oslo, 25. november 1997

Jon Lasse Bratli

Innhold

Sammendrag og konklusjoner	5
1. Innledning	7
1.1 Omfang og avgrensning	7
2. Metodegrunnlag	8
3. Influensområdets og delområders verdi	9
3.1 Metodebeskrivelse	9
3.2 Beskrivelse av fiske- og krepseforekomstene i Kroksundområdet	11
3.2.1 Fiskeforekomster	11
3.2.2 Krepseforekomster	11
3.3 Vegetasjon	12
3.4 Samlet vurdering av verdi	13
4. Vurdering av sårbarhet, sannsynlige påvirkning av vannkvaliteten og akvatisk liv i anleggsfase og ved drift	15
4.1 Metodebeskrivelse	15
4.2 Forventede forurensningseffekter ved anleggsfase	15
4.2.1 Partikkelforurensning	15
4.2.2 Tilførsel av næringsalter	17
4.2.3 Olje- og kjemikaliespill	18
4.3 Påvirkninger og tiltak under drift	18
4.3.1 Salting	18
4.3.2 Asfaltslitasje, dekkslitasje og avgasser - avrenning, direkte deponisjon	19
4.4 Forventet påvirkning på vannutskifting mellom Tyrifjorden og Steinsfjorden, og dermed vannkvaliteten i Steinsfjorden	21
4.5 Samlet sårbarhetsvurdering for forurensningspåvirkning og vannutskifting	23
5. Kostnader og effekter ved fjerning av dagens fyllinger i Kroksundet	27
5.1 Kostnader	27
5.2 Effekter	27
5.2.1 Behov for nye beregninger	29
6. Forholdet til " Rikspolitiske retningslinjer for verna vassdrag"	30
7. Litteratur	31

Sammendrag og konklusjoner

Det er gjennomført en analyse av verdi og sårbarhet for forskjellige utbyggingsalternativer for ny E 16 over Kroksundet mellom Tyrifjorden og Steinsfjorden.

Verdien er vurdert uavhengig av hvilket inngrep som måtte komme i området, og utifra dagens verdi (eksistensverdi). Verdien er hovedsakelig vurdert ut i fra formelle kriterier knyttet til vern eller planer, og er inndelt etter fire klasser: liten lokal verdi, stor lokal verdi, regional verdi og nasjonal verdi. Klassifiseringen er gjennomført med hensyn på fisk, kreps og høyere vegetasjon innenfor et influensområde som strekker seg fra Vik i nord til Rørvik i sør. Verdiene for disse flora/faunaelementene er samveid, og Tyrifjorddelen kommer ut med en **stor lokal verdi**, mens Steinsfjorddelen (inklusive en våtmark ved dagens trasé) får en **regional verdi**. Det som trekker opp for Steinsfjorddelen av influensområdet er de unike krepseforekomstene. Når ikke Steinsfjorden får en samlet nasjonal verdi, skyldes det at innsjøen ikke har fått noen formalisert vernestatus, selv om den nok fortjener det.

Sårbarhetsvurderingene er foretatt med tanke på at en ny stamveg kan komme i området. Sårbarheten er knyttet til ulike påvirkninger av forurensninger (partikler, salt, PAH, tungmetaller etc.) og for vannutskifting. Det er omtalt påvirkninger både ved anleggsgfase og ved regulær drift. Det sistnevnte er en påvirkning som også finnes i dag. Som prinsippalternativ gir en senketunnel som ligger oppå sedimentet en **stor sårbarhet** for vannutskifting innenfor hele dette grunne området som kun er 4-6 m dypt. Hvis senketunnelen graves helt ned i sedimentet, er dette en minst like god løsning som et brualternativ. For Steinsfjorden anses det å ha en samveid **middels sårbarhet** for de andre prinsippalternativene (pelebru, langspennbru og nedgravet senketunnel). Disse løsningene anses å ha en samveid **liten sårbarhet** for Tyrifjorden. Ut i fra en helhetsvurdering bør traséalternativ I/II velges, da en her kommer lengst bort fra Steinsfjorden som i denne sammenheng har størst verdi, og også størst sårbarhet (definert som potensiell ødeleggelse av verdi).

Det er vurdert kostnader og effekter ved å fjerne fyllingene ved dagens trasé. Kostnadmessig vil dette, inklusiv endel mudring, koste ca 4 millioner kroner i investeringer (investeringer til konstruksjoner mm. kommer i tillegg). Effekten vil bli en økt vannutskifting for hele Steinsfjorden med 32 %. Den gjennomsnittlige reduksjon av konsentrasjonene for fosfor og klorofyll *a* (algemengde) vil bli 13 %. Reduksjonen vil også gjelde den toksinproduserende blågrønnalgen *Planktothrix spp.*, selv om dette problemet kanskje ikke blir like mye redusert om sommeren, da disse algene trives på forholdsvis stort dyp. For aktiviteter i strandsonen og i overflatelaget, slik som bading og rekreasjon, betyr disse algene mindre om sommeren.

Fjerning av dagens fyllinger (erstattet med to mindre bruer) gir et betydelig potensiale for forbedring av verdien, ved at vannutskiftingen økes, og med påfølgende bedring av vannkvaliteten i Steinsfjorden. Det bør imidlertid gjennomføres nye beregninger av både kostnader og effekter av forskjellige alternativer vedrørende en fjerning. Alternativene bør inkludere fjerning av fyllinger med forskjellige mudringsdyp og fjerning av steinbrua i midten av Kroksundet. Inntil dette blir gjort er det vanskelig å eksakt kvantifisere forbedringen i verdi, selv om denne i utgangspunktet kan se ut til å være betydelig.

Vannstanden i Tyrifjorden, og dermed i Steinsfjorden, er vernet etter Verneplan I. Det nye veginngrepets forhold til Rikspolitiske retningslinjer er vurdert, og vi kan ikke se at et utbyggingsalternativ som foreslås her kommer i konflikt med denne retningslinjen. Riktignok blir det et nytt inngrep, men totalt sett, med to nye og mindre bruer ved dagens fyllinger og med bedret

vannutskifting og vannkvalitet som resultat, er dette noe som samlet sett gir en forbedring av verdien for hele området.

1. Innledning

Statens vegvesen Buskerud skal utarbeide kommunedelplan og konsekvensutredning for ny E 16, Rørvik - Vik. Arbeidet er delt inn i tre faser:

- Registreringer og analyse av eksisterende situasjon.
- Utarbeiding av planer for lokalisering av ulike alternative vegkorridorer samt avbøtende tiltak.
- Konsekvensvurdering av alternativene for fagtemaene samt sammenlikning av fordeler og ulemper ved de ulike alternativene.

Denne rapporten tar for seg fase 1 og omfatter registrering og analyse av fagtemaet vann, vassdrag og strandsoner.

1.1 Omfang og avgrensning

Som bakgrunn for lokalisering av alternative vegkorridorer og utbyggingsløsninger over Kroksundet har det vært ønskelig å utrede verdi og sårbarhet innenfor et gitt influensområde. Forskjeller i klassifiseringen innenfor dette influensområdet vil i utgangspunktet påvirke hvor vegkorridoren legges, idet en vil forsøke å unngå de mest verdifulle og sårbare områdene.

Det er gitt en vurdering av i hovedsak to bru-alternativer, langspennbru og pelebru, og to alternativer med helt eller delvis nedgravd senketunnel. Aktuelt influensområde er gitt i "konsekvensutredningsprogram etter kapittel VII-a i plan- og bygningsloven" utgitt av Vegdirektoratet 12. mars 1997. Følgende forhold er vurdert av NIVA:

- vurdering av delområders verdi og sårbarhet
- påvirkning av vannkvaliteten, akvatisk liv og vannutskifting i anleggsfase og ved drift i forhold til utbyggingsalternativene
- fjerning av fyllinger i Kroksundet, kostnader og påvirkning på vannutskifting mellom Tyrifjorden og Steinsfjorden, og dermed vannkvaliteten i Steinsfjorden
- forholdet til " Rikspolitiske retningslinjer for verna vassdrag"

Avgrensningen mot NINA innebærer at de utreder forhold omkring utøvelse av fiske, friluftsliv og landskap/estetikk, mens NIVA utreder forhold knyttet til akvatisk liv, deriblant fisk og kreps.

2. Metodegrunnlag

Det har vært benyttet kart av forskjellige slag, både økonomiske og topografiske (M 711) i arbeidet. Hole kommunens kart over arealbruk knyttet til regulering av arealbruk (kommuneplanenes arealdel) har også vært brukt.

Videre er flyfoto fra Fotonor og Fjellanger-Widerøe brukt. Spesielt i forbindelse med vurdering og omfang av viktige gruntområder og vegetasjonstyper og utbredelse.

Den 5. august var det en befaring med representanter fra NIVA og Vegkontoret i Buskerud, der en fikk oversikt over området ved å beskue det fra Kongens utsikt. Det ble deretter gjennomført nærmere iakttagelser nede i Kroksundområdet. Sundvollenbekken ble inventert, sammen med våtmarksområdet ved utløp av denne bekken. Strandsonene ved dagens trasé, og strandområdene ved Rørvik ble nøye studert. Den 28. oktober ble det foretatt en egen befaring spesielt med tanke på vegetasjonsmessige forhold.

Det har vært et møte 24. oktober, og en rekke samtaler med Hole kommune v/ miljøvernleder Frode Løset.

En stor mengde litteratur er konsultert, i stor grad litteratur som er skrevet av NIVA tidligere, men også en betydelig mengde skrevet av kommunen, fylkesmannen og endel konsulenter. Det vises i denne forbindelse til litteraturliste bakerst i rapporten.

3. Influensområdet og delområders verdi

3.1 Metodebeskrivelse

Det er her tatt utgangspunkt i en vannøkologisk verdi som området eller delområdet innehar *uavhengig* av om det kommer et vegprosjekt her eller ikke. Der er altså dagens eksistensverdi som skal utredes.

Det skraverte influensområdet i det beskrevne konsekvensutredningsprogrammet passer godt med det området vi skal vurdere, dvs, fra Vik i nord til Rørvik i sør. Influensområdet med alternative kryssningstraséer er vist i figur 1. Dette influensområdet er delt inn i delområder for beskrivelse av verdi og sårbarhet.

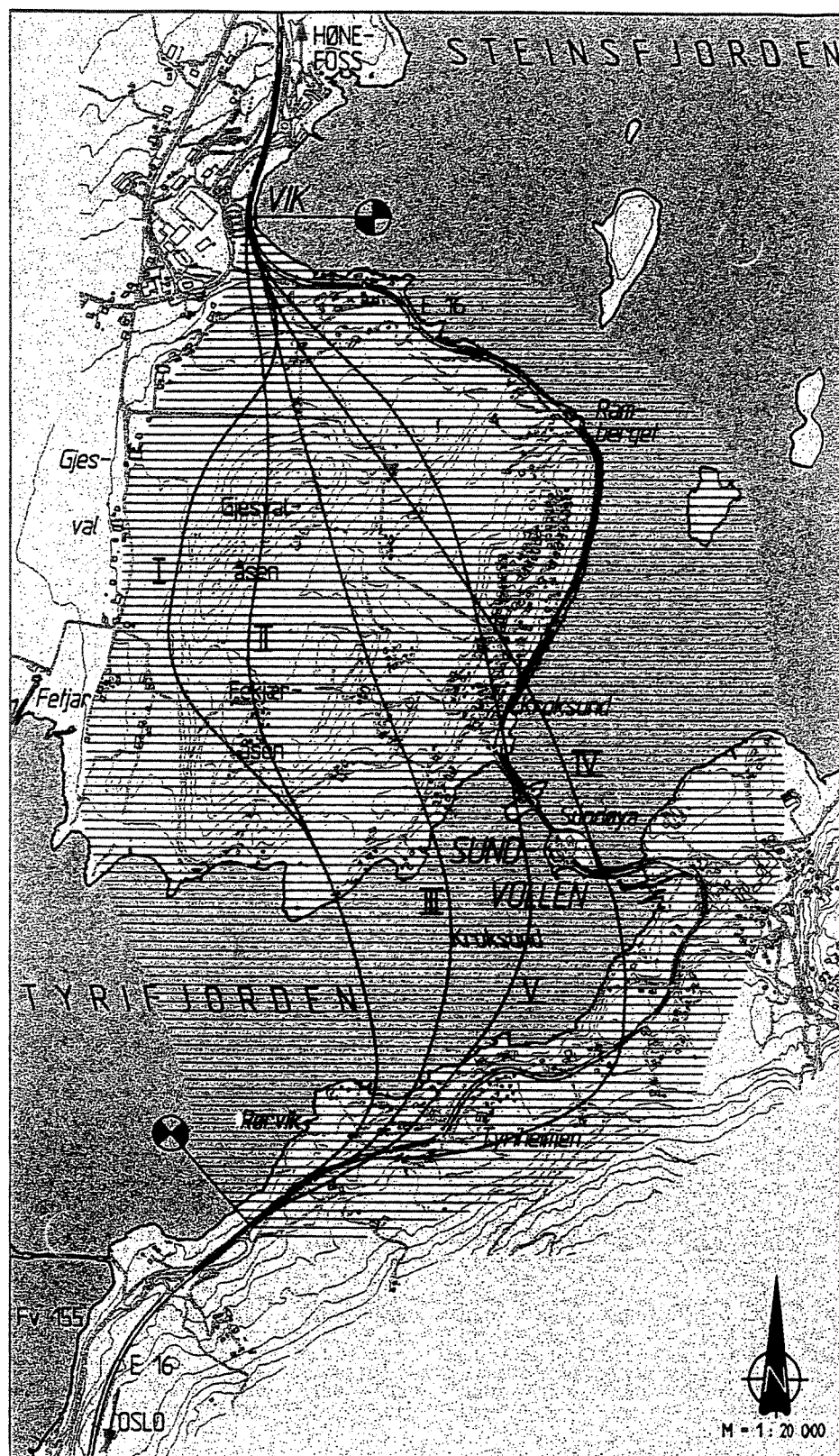
Vurderingene og definisjonene er foretatt etter tilnærming, delvis etter det oppsettet som er gitt i Vegvesenets håndbøker i konsekvensutredninger (Statens vegvesen 1995a og 1995b), og det som er gitt i notat fra vegkontoret ultimo september (Buskerud vegkontor 1997)

Verdifastsettelsen er hovedsakelig av formell karakter, dvs. konkrete vernevedtak eller fastsatte målsettinger:

- sjelden forekomne arter (eks. rødlistearter), eller spesielle forekomster
- vernvedtak, f.eks. hjemlet i Naturvernloven, eller verneplaner for vassdrag
- nasjonale mål
- regionale mål (tematiske verneplaner/verneforslag for fylker)
- lokale mål (reguleringer til naturvernformål i henhold til PBL)

Inndeling i forhold til verdifastsettingen vil være i fire nivåer:

1. Nasjonal verdi - lov og planfestede verdier
2. Regional verdi - verdi som har regional betydning
3. Stor lokal verdi - standard for regionen (regionstandard)
4. Liten lokal verdi - mindre verdi enn regionstandard



Figur 1. Oversikt over influensområdet og alternative kryssningstraséer.

3.2 Beskrivelse av fiske- og krepseforekomstene i Kroksundområdet

3.2.1 Fiskeforekomster

Fiskeforekomstene i Tyrifjorden og Steinsfjorden er viden kjent, og helt tilbake til 1743 er det gitt beskrivelser av fogd Ivar Wiel av fisken i Tyrifjorden/Steinsfjorden: "Fisken i denne eller disse Fjorde ere : Brasen, de fedeste og beste man veed af i nær omkring, Øred, Siik, Abor, Røye, Gjedder, Karudser, Kolmund, Krøkler, Gaardkimer og Sjøje". (Kolmund=kolmunnrøye, Gaardkimer=ørekyt, Sjøye = stor krøkle).

Denne oversikten over fiskearter passer stort sett godt også i dag. Viktige fiskeartene som er knyttet til strandområdene i Kroksundområdet er spesielt abbor og gjedde. Dette er fiskerarter som viser stor biomasse og som det blir fisket mye på. Det er mye fin abbor i området, med vanlig størrelse 20-25 cm og mange store eksemplarer på 35-40 cm tilsvarende 0,5-1 kg. Gjedda er også sterkt knyttet til strandsonen, og særlig til områder med vegetasjonbelter, der den dessuten gyter. Siken er av stor biomassemessig betydning men er i midre grad knyttet til stransonen. Av andre arter som er knyttet til strandsone er brasme, ørekyt og 3- og 9- pigget stingsild. Brasmen er dessuten svært ettertraktet som krepseåte.

Det er to store storørretstammer i Tyrifjorden; den som gyter i Drammenselva nær Vikersund, og den som gyter i Randselva. Disse ørretbestandene er antakeligvis synkende, da fangstene fra 1954-1980 var synkende (Berge 1983). I tillegg til storørreten har det vært lokale brunørretstammer (innsjøørret) som har gytt i de mindre bekkene i Kroksundområdet. Her var det tidligere mye fangst, men bestanden av denne innsjøørreten er i dag svært liten. Dette kan ha sammenheng med forurensning av viktige lokale gytebekker i området. Den viktigste bekken Kroksundområdet er den som kommer ut rett sør for vegfyllingen og småbåthavna på Sundvollensiden, heretter kalt Sundvollbekken. Denne bekken var svært begrodd med påvekstalg ved befaring i august 1997. Substratet ser bra ut med tanke på gyting og oppvekst av yngel, dvs. dominert av grus og stein, men forurensninger fra punktkilder, som sannsynligvis stammer fra kloakk, kan skape problemer. Bekken går dessuten i en kulvert under dagens E 16 et par hundre meter oppstrøms utløpet, og fisken kan evt. ha problemer med å forsere denne hindringen, selv om den ikke er veldig mørk og lang, ei heller at det er særlig høydeforskjell mellom kulvert og bekkedunn.

Strandsonene i Kroksundområdet, med de fiskeartene som er avhengig av disse for gyte og leve, er svært verdifulle, særlig fordi strandsonen ellers i Tyrifjorden er svært bratt og derfor har liten utstrekning. Dette gjelder spesielt for Holsfjorden. Fiskeforekomstene må sies å ha en **stor lokal verdi** med tanke på omfang og kvalitet for hele influensområdet.

3.2.2 Krepseforekomster

Steinsfjorden med Kroksundområdet er Norges mest kjente og største krepseforekomst. Dette har sammenheng med den svært store biomassen og de store fangstene som tas her hvert år. Fisket er dessuten i praksis fritt for almenheten, og det kommer derfor mange tilreisende for å krepse. Krepseren er knyttet til de grunne strandsonene i Steinsfjorden og i Kroksundområdet, og dominerer bunndyrsamfunnet. Den har en svært betydningsfull økologisk funksjon ved at den spiser bunndyr, påvekstalg, høyere vegetasjon og dødt organisk materiale, dvs. den spiser det meste den kommer over. Krepseren er dessuten et viktig byttedyr, spesielt for abbor. Krepsefangstene har i gode år vært helt opp i 7000 kg, men har de siste 5-6 år gått tilbake fra 3-4000 kg til under 1000 kg (Skurdal og Garnås 1997). Krepsefisket i Kroksundområdet (influensområdet) utgjør omlag 10% av den totale fangsten for hele Steinsfjorden. Det er rimelig å anta at de grunne strandområdene i Kroksundet, som utgjør leveområde for krepseren, også utgjør ca 10% av leveområdene for krepseren i Steinsfjorden. På

bakgrunn av dette kan en si at leveområdene for kreps i Steinsfjorden generelt, og Kroksundområdet spesielt, er av meget høy verdi. Som Norges største og mest kjente lokalitet for kreps kvalifiserer dette til **nasjonal verdi**, selv om det ikke finnes planer eller formelle vernevedtak. Hvis en skal forsøke å gi forskjellig verdiangivelse innen dette relativt begrensede influensområdet, måtte det bli at Steinsfjord-delen har en nasjonal verdi, mens Tyrifjorddelen, og Tyrifjorden som sådan, har en stor lokal verdi med hensyn på kreps.

3.3 Vegetasjon

De grunne strandområdene i Kroksundområdet er preget av to hovedtyper vannvegetasjon; (i) tett og tildels kraftig vasspest-vegetasjon på bløtere bunn i buktene inn mot eksisterende veg i Tyrifjorden, samt i Steinsfjorden, og (ii) kortskuddsvegetasjon på fast siltbunn sør for de nevnte buktene i Tyrifjorden. Sistnevnte er representativ for gruntområder i Tyrifjorden, førstnevnte er representativ for Steinsfjorden. I tillegg til vannvegetasjon kommer velutviklet våtmarksvegetasjon (sumpvegetasjon) i buktene i Tyrifjorden inn mot eksisterende vegtrasé. Slik vegetasjon dekker store arealer i deltaområdet der Sundvollenbekken kommer ut på sør-østsiden av vegen.

Vasspestvegetasjonen har liten verdi (bortsett fra som beite for svaner og ender), og betraktes i Steinsfjorden som en trussel mot det opprinnelige biologiske mangfoldet. Kortskuddsvegetasjonen er dominert av tjonngras, brasmegrasarter og tusenblad (basert på observasjoner ved befaring okt.-97), og ut i fra generell kunnskap om vegetasjonen i Tyrifjorden, kan denne ha innslag av sjeldne arter (bl.a. pilblad) i området. Typen dekker imidlertid store arealer i Tyrifjorden, og er ikke vurdert som spesielt sårbar.

I Steinsfjorden er det tidligere registrert forholdsvis omfattende bestander av den sterkt truede plantearten mykt havfruegras (Rørslett 1983). Denne er registrert som rødlisteart for Norge. Imidlertid har denne gått kraftig tilbake de seinere år pga. den kraftige framveksten av vasspest, og ved en undersøkelse i 1996 ble ikke planten gjenfunnet (Mjelde & Johansen 1997). Planten er tidligere ikke funnet i Tyrifjorden, og det er ikke spesielt sannsynlig at den finnes der nå. Dette kan begrunnes ved at den, så langt vi vet, ikke opptrer i tilknytning til den typiske kortskuddsvegetasjonen i Tyrifjorden. Et mer sannsynlig voksested vil være i tilknytning til buktene inn mot eksisterende veg. Her er imidlertid vasspestdominansen massiv, og sjansene er trolig like små for å finne den her som i tilgrensende deler av Steinsfjorden. Disse forholdene bør imidlertid undersøkes nærmere. Massive vasspestforekomster er vurdert til å ha uheldig virkning på krepsepopulasjonene fordi habitatet blir redusert. I Jarenvannet på Hadeland er dette påtakelig. I Steinsfjorden er den negative effekten stedvis mindre tydelig, fordi det finnes endel stein- og knaussubstrat der vasspesten ikke er etablert (Mjelde 1997, Mjelde & Johansen 1997).

Våtmarksvegetasjonen ved utløpet av Sundvollenbekken er i utgangspunktet dominert av kvass-starr (innerst) og elvesnelle, men det er de seinere årtier også stedvis etablert en kraftig vegetasjon av bred dunkjevle, som her kan betraktes som en indikator på eutrofiering. Ifølge lokalkjente har sumpvegetasjonen av alle de overnevnte arter fått betydelig økt omfang de siste 30-40 år. Dette har sannsynligvis sammenheng med den økte eutrofieringen. Ut i fra hovedtrekk i utforming, samt kunnskap til tilsvarende sumpvegetasjon ellers i Tyrifjorden, er det sannsynlig at området ikke innehar truede og sårbare arter, men dette er ikke nærmere undersøkt. Som velutviklet våtmarksområde har imidlertid området en lokal verdi. Våtmarksområdet fungerer som naturlig rensesepark for forurensninger som kommer med bekken som viktig biotop for fugl, og som skjul for fisk. Det vil også fungere som jakt- og gytelokalitet for gjedde. Forholdene omkring våtmarkers verdi som "naturlige rensesepark" for forurenset bekkevann har i det siste fått økt oppmerksomhet (Bratli 1996 og Bratli et al. in press).

Ved verdifastsetting vil området i Tyrifjorden klassifiseres som av **stor lokal verdi**.

Dette henger sammen med de store gruntområdene med velutviklet gruntvanns- og våtmarksvegetasjon. Spesielt det siste er pga. Tyrifjordens generelt bratte strandsoner et sjeldent fenomen (bortsett fra de allerede vernete deltaområdene til Storelva og Sogna i Ask-området).

Områdene i Steinsfjorden bør vurderes som av **regional verdi**. Dette vil avhengig av den generelle vernemessige vurderingen av Steinsfjorden i dag. Tidligere er Steinsfjorden av fagmiljøene (Univ. Oslo) vurdert som av stor regional verneverdi. Imidlertid er denne verneverdien truet og i noen grad forringet av eutrofiering, vasspest og algeoppblomstringer.

3.4 Samlet vurdering av verdi

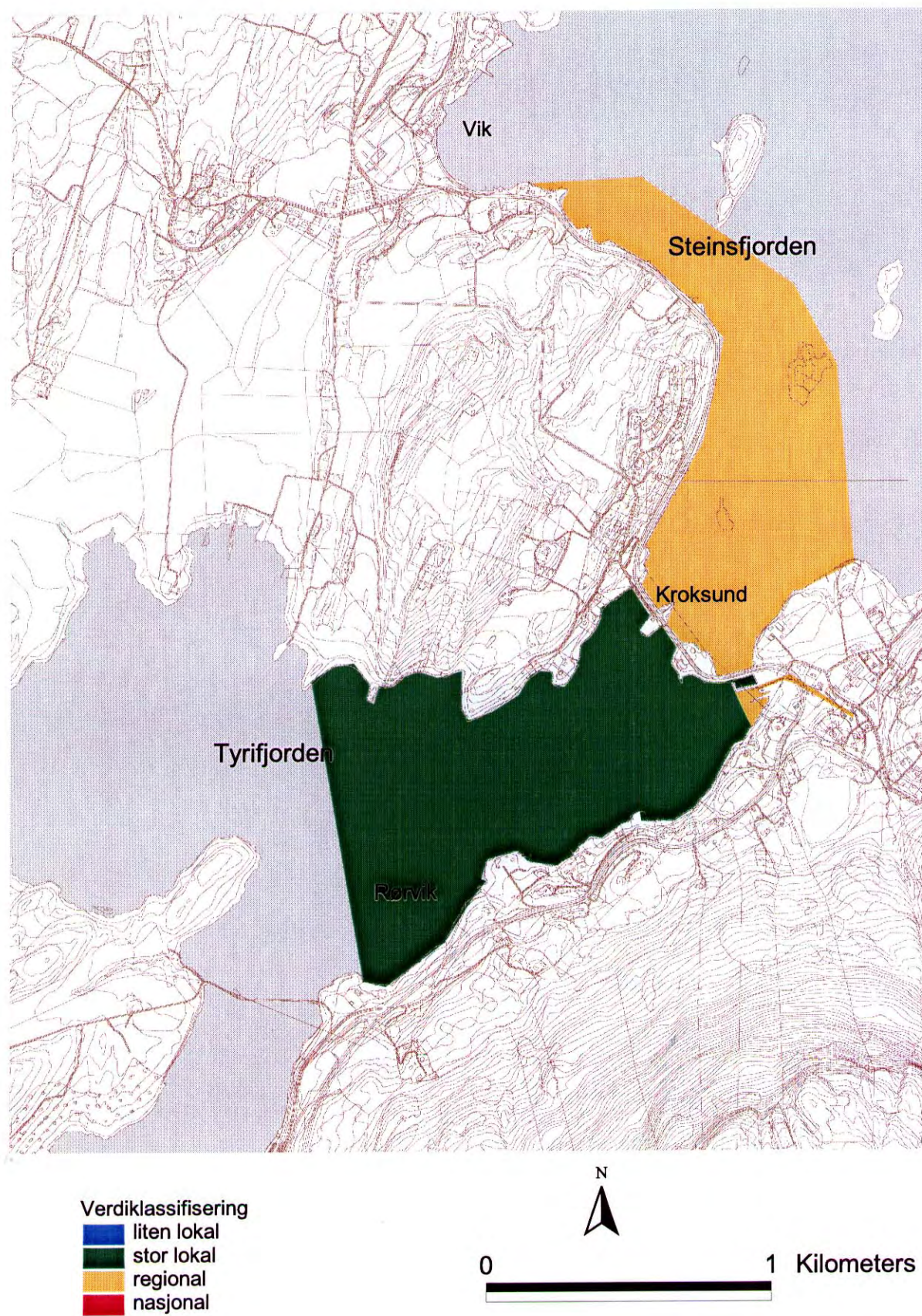
Strekningen Kroksund-Ramberget-Vik er vernet som naturreservat etter naturvernloven. Bakgrunnen for vernet er de geologiske forhold med kamro-siluriske bergarter som er relativt spesielle i norsk sammenheng. Vannet eller vannbiologien er ikke vernet, men vannbiologien i Steinsfjorden er i stor grad påvirket av disse kalkrike bergartene. Kalk forekommer vanligvis i små mengder i norsk ferskvann. Steinsfjorden er i denne sammenhengen spesiell, og er Norges største og mest kjente krepselokalitet. Universitetet i Oslo påpeker tidlig Tyrifjorden og Steinsfjorden som spesielt interessante i forsknings og undervisnings-sammenheng, og spm ønskes bevart (Elgmork 1969, 1974). Dette var også grunnlaget da Tyrifjorden (inkl. Steinsfjorden) ble varig vernet mot videre kraftutbygging i Verneplan 1.

I tabell 1 er det forsøkt å veie verdiene for fisk, kreps og vegetasjon sammen i en samlet verdifastsetting. Vi vil karakterisere verdien til Steinsfjorddelen av influensområdet dvs. nord øst for dagens trasé (inklusive våtmarka ved Sundvollen) til en **regional verdi**, og områdene sør-vest for dagens trasé (dvs. Tyrifjordsiden) til **stor lokal verdi**. Grunnen til at Steinsfjorden her ikke får en samlet nasjonal verdi, er at det ikke finnes noen formalisert vernestatus for innsjøen, selv om den nok hadde fortjent det. Den samveiede verdien fro området er også gitt i figur 2.

Tabell 1. Oversikt over klassifiserte verdier innefor influensområdet mhp. forskjellige flora- og faunaelementer. Verdiklassifiseringen er: nasjonal verdi (1), regional verdi (2), stor lokal verdi (3) og liten lokal verdi (4).

<i>Fauna-/floraelement</i>	<i>Tyrifjorden</i>	<i>Steinsfjorden</i>
Fisk	stor lokal (3)	stor lokal (3)
Kreps	stor lokal (3)	nasjonal (1)
Vegetasjon	stor lokal (3)	regional (2)
Samlet	stor lokal (3)	regional (2)

Tyrifjorden er varig vernet mot kraftutbygging i Verneplan I. Dette betyr at en ikke kan utvide reguleringen ved Vikersund. I praksis medfører det at også Steinsfjorden er vernet mot videre regulering av vannstand. Det er valgt å ikke tillegge dette forholdet noen spesiell betydning i det ovennevnte. En videre behandling av verneforholdene og forholdet til Rikspolitiske retningslinjer for varig vernede vassdrag er gitt i kapittel 6.



Figur 2. Samveide verdier for influensområdet ved Krokksundet. Samveiging på bakgrunn av verdier for fisk, kreps og vegetasjon.

4. Vurdering av sårbarhet, sannsynlige påvirkning av vannkvaliteten og akvatisk liv i anleggsfase og ved drift

4.1 Metodebeskrivelse

Sårbarhet for påvirkning vil gjelde for vann (åpent), strandsoner og bekker knyttet til de forskjellige utbyggingsalternativer.

Sårbarhetsvurderingen er videre knyttet til forskjellige forventede forurensningseffekter og konsekvenser for vannutskiftingen i forhold til viktige økosystemelementer som fisk og kreps (leve- og reproduksjonsområder), og viktige områder for vannvegetasjon.

Sårbarhetsvurderingen knyttes direkte til de aktuelle utbyggingsalternativene og hvor kryssningen kommer (figur 1). Det vil bli operert med tre sårbarhets kategorier, ingen, middels og stor ødeleggeelse av verdien. I den grad en ny stamveg kan ha et potensiale for forbedring, vil dette vurderes som middels eller stort potensiale for forbedring av verdien. Vurderingene og definisjonene er foretatt etter tilnærming gitt i notat fra vegkontoret ultimo september (Buskerud vegkontor 1997)

Det er skilt mellom anleggsfase og drift.

4.2 Forventede forurensningseffekter ved anleggsfase

De aller fleste rapporterte tilfeller av vannforurensning fra veg har kommet i forbindelse med anleggsperioden. Det dreier seg vesentlig om 4 forhold:

1. Partikkelforurensning som følge av tunneldriving, knusing, fyllinger, utgravinger, m. m.
2. Tilførsel av nitrogenholdige næringssaltforbindelser.
3. Oljespill.
4. Sur avrenning og utvasking av metaller som følge av blottlegging av sulfidholdige mineraler eller drenering av myrer. Denne påvirkningen vil være varig om ikke tiltak foretas.

Punkt 4, sur avrenning fra malmer og myrer, er ikke aktuelt i området og omtales ikke videre.

4.2.1 Partikkelforurensning

Generelt

Partikkelforurensning skjer alltid ved bygging av veger i eller langs vassdrag. Effektene på vassdrag og innsjøer kan variere sterkt, fra dramatiske tilslamminger med utstrakt fiskedød, til minimale effekter hvor skadeeffekter knapt kan registreres.

Den europeiske innlandsfiske-kommisjonen EIFAC (Alabaster & Lloyd 1982) angir retningsgivende verdier for hvor mye partikler som kan tåles med hensyn til fisk, der det heter at under 25 mg/l er det ikke rapportert noen skader. Disse verdiene refererer til naturlige partikler som eroderes fra

jordbruksarealer og elveleier, altså partikler dannet ved isbreskuring i tidligere tider, og som senere er slepet av tidens tann. Således er slike partikler nokså avrundede. Nydannede partikler fra sprengning, tunneldriving og knusing, er derimot skarpe, flisige og nålformede. Disse har vist seg å kunne gi skader ved langt lavere verdier (Hessen 1992).

Man snakker om direkte og indirekte virkninger. Direkte virkninger er at de skarpe partiklene penetrerer gjelleepitel hos fisk og bunndyr. Dette forårsaker slimutsondring på gjellene og "åndenød". I enkelte tilfeller kan dette føre til massiv fiskedød. Det er da gjerne snakk om anleggsarbeider i bløte bergarter, som kleberstein/grønnstein, som avgir nålformede eller fiberformede finpartikler. I forbindelse med utsprenging av fjellhaller for lagring av NATO utstyr i Trøndelag oppsto det betydelig fiskedød såvel i resipientelva som i fiskeoppdrettsanlegg som tok vann fra elva (Jacobsen m.fl.1987). Dette til tross for at partikkelkonsentrasjonen var nokså moderat (<5 mg/l). I dette tilfellet var det nettopp avgang av nålformede, fiberliknende partikler fra bløte bergarter som var i stand til å penetrere gjellevevet.

Hessen (1992) har gjort en sammenstilling av kunnskapen om partikkelforurensning fram til den tid. Han konkluderer med at bergartenes type er svært avgjørende. Bløte bergarter som knuses til fibrig nålformet støv, kleberstein/grønnstein, etc., synes mest skadelig. Metamorfe leirskifre kan også tenkes å gi flisige, nålformede skadelige partikler, mens vulkanske bergarter som porfyrer, granitter, syenitter, samt grunnfjell som gneiss, synes mindre skadelig. Det er imidlertid helt klart at kunnskapsnivået er for lite i dag til å kunne gi klare entydige svar på hvordan en partikkelbelastning som følge av f.eks. et vegarbeid vil påvirke det berørte vassdrag.

Vi har lite kunnskap om effekter og grenseverdier på *vegetasjon* m.h.p. partikler. Det er imidlertid dokumentert ett tilfelle av kraftig tilbakegang av vannvegetasjon i forbindelse med meget høyt partikkelinnhold i forbindelse med vegbygging (E18/Selura, Johansen & Brandrud in prep.). Videre er det kjent at vegetasjonen kan gå kraftig tilbake ved høyt partikkelnivå i forbindelse med storflom (Øyeren 1995, B. Rørslett, pers. medd.). Det er derfor sannsynlig at partikkelforurensning i anleggsperioden vil ha effekter på vannvegetasjonen, men det er mindre sannsynlig at disse vil være irreversible. Videre vil partikkelstress kunne føre til en (temporær) tilbakegang av vasspest, noe som isolert sett vil kunne sees på som en positiv effekt.

Kroksundet

Anleggsvirksomheten i forbindelse med den nye E16 over Kroksundet vil utvilsomt kunne føre til partikkelforurensninger. Dette gjelder først og fremst i forbindelse med graving/muddring i sediment ved anlegging av senketunnel. Dette gjelder imidlertid naturlig avrundet og sedimentert erosjonsmateriale. Berggrunnen i området består av kambro-siluriske bergarter, med sandstein i sør-øst og kalkstein i nord-vest.

Den naturlige flora og fauna er også tilpasset partikkeltransport og tilslamming i forbindelse med erosjon i jordbruksområder, og er dermed mindre følsomme. Allikevel bør en utvise forsiktighet i områder hvor ørret har sine gyte- og oppvekstområder. Dette er først og fremst deler av bekken som renner ut ved Sundvollen.

Periodene oktober-mai er mest kritisk for partikkelforurensning i gyteområdene til ørret, fordi rogn og yngel er følsomme overfor tilslamming når de befinner seg nede i bunnmaterialet (grus og stein).

Når det gjelder de øvrige fiskebestander som er vårgyttere, bl.a. gjedde og abbor, er disse mer tolerante overfor partikkelforurensninger. Det er imidlertid knyttet stor interesse til fiske etter disse artene i området.

Gruntområdene ved dagens trasé antas å være mer sårbare enn lengre ut i sundet. Steinsfjorden har større gruntområder med mye finmateriale. På bakgrunn av dette kan en si at Steinsfjorden har en **middels sårbarhet** ved partikkelpåvirkning, mens Tyrifjorden har en **liten sårbarhet**.

Et viktig våtmarksområde i forbindelse med utløpet av bekken ved Sundvollen bør også tas hensyn til. Ved traséalternativ IV vil anleggsarbeide foregå nært opptil dette området og mulighetene for skader vil være store. Det kan ikke sies å være noen vesensforskjell i partikkelpåvirkning ved etablering av en nedgravet senketunnel kontra et brualternativ. Det forutsettes at etableringen av senketunnelen gjøres på en måte som ikke medfører opphvirvling av bunnsediment over et stort område.

Sprenging eller tunneldriving gjennom Gjesvalåsen vil kunne tilføre området finmateriale som er mer kantet enn det som finnes i naturlige rundede sedimenter. Det er imidlertid ikke bergarter i området som tidligerer har gitt direkte skader på fisk. Alle traséalternativene innebærer en tunnel gjennom Gjesvalåsen, og det antas dermed ingen forskjell i påvirkning for de forskjellige alterative traséene.

Tiltak

Ved etablering av en nedgravet senketunnel må slamfjerning foretas på en varsom måte for ikke å få nedslammet et stort område. En løsning som en bruker i saltvann, er et såkalt "siltskjørt" som gjør at opphvirvling av sediment og påfølgende nedslammingen holdes innen et begrenset område. Et slikt "siltskjørt" eller evt. nedsetting av provisoriske og flyttbare spuntvegger rundt anleggsområdet, bør benyttes.

Det må konstrueres sedimetasjonsdammer med tilstrekkelig oppholdstid slik at partikler i tunnelvann sedimenterer før det når overflatevann.

4.2.2 Tilførsel av næringssalter

Generelt

Sprengstoff, både dynamitt og ammoniumnitrat, fører til betydelige tilførsler av nitrogenholdige næringssalter i anleggsperioden. Avrenningen ellers inneholder nokså mye partikulært fosfor. Imidlertid er påvirkningsperioden det er snakk om såpass kort at det neppe kan skape noen eutrofieringsproblemer i form av økt vekst av alger og høyere vegetasjon. Både Steinsfjorden og Tyrifjorden har en **liten sårbarhet** for disse påvirkningene.

Tiltak

Tilførslene av partikulært fosfor vil for en stor del fanges opp i sedimenteringsdammene konstruert for å ta partikler, se over. Nitrogenbelastningen fra sprengningskjemikaliene dynamitt og ammoniumnitrat vil være såpass kortvarig at det ikke anses som nødvendig å gjøre noen spesielle tiltak mot denne tilførselen. Nitrogenet vil for en stor del foreligge løst og vil ikke fanges opp av sedimenteringsdammene.

4.2.3 Olje- og kjemikaliespill

Ved større anleggsarbeider er det store muligheter for oljespill av forskjellig karakter, f.eks. ved tanking og oljeskift på maskiner, tønner og tanker som går i stykker ved uhell osv. Dette kan føre til skader på båter, fiskeredskap, jordbruksprodukter (vanning), rekreasjon osv. Eventuelle midlertidige olje- og drivstofflagre må derfor plasseres utenfor områder med direkte avrenning til bekk eller elv. Det samme gjelder lagring av asfalt. Under forutsetning av at forholdsregler tas ved behandling av disse stoffene og at dermed påvirkningen blir minimal, kan en si at både Steinsfjorden og Tyrifjorden har en **liten sårbarhet** for disse påvirkningene.

Ellers skjer det alltid en del forsøpling i en anleggsperiode som f.eks. plast, olje, kanner, sekker, bygningsmaterialer, etc. Særlig når man arbeider med bruer vil slikt kunne havne ut i vann og flyte utover. Dette er nokså uheldig både rent estetisk og som reell forurensning.

I forbindelse med evt. tetningsarbeider i tunnelen gjennom Gjesvaldåsen forutsettes det at tetningsstoffer ikke inneholder giftige herdestoffer (acrylamid eller andre), ei heller at utlekking fra grunnvann eller tjern på Gjesvaldåsen påvirkes i utilbørlig omfang. Dette forutsettes utredet i detalj ved kommende konsekvensutredning, og her vil det ikke være prinsipielle forskjeller ved noen av traséalternativene.

4.3 Påvirkninger og tiltak under drift

Under vegens driftsperiode er det særlig tre forhold som kan ha betydning for forurensningssituasjon i vassdrag:

1. Salting
2. Asfaltslitasje, dekkslitasje og avgasser - avrenning, direkte deponisjon
3. Bekkelukkinger og andre fysisk endringer.

Punkt 3, lukking av bekker, vil neppe være aktuelt i forhold til de skisserte traséalternativer, og omtales ikke videre her. Ved et brualternativ, og forutsatt samme trafikk tetthet, vil påvirkningene være de samme som i dag.

4.3.1 Salting

Generelt

Alle moderne motor- og stamveger i Norge må saltes om vinteren for å oppnå rimelig trafikksikkerhet hvis vegen skal ha samme hastighet om vinteren som om sommeren. I de fleste tilfeller brukes natriumklorid. Det er helt klart at salting er skadelig for terrestrisk vekst langs veger, bl.a. på gran. Skadene oppstår særlig i den sonen som nås av spruten fra brøyteploegen (Pedersen 1990). I vann er salt nokså lite skadelig mht. akutt giftighet. Mange års vegsalting gir imidlertid klart målbare effekter på nærliggende innsjøer med hensyn til økt saltinnhold. Padderudvannet i Asker som E18 passerer langsmed viser en klar økning i både konduktivitet, natrium og kloridkonsentrasjon som følge av vegsalting (Bækken 1992). Hva denne økningen i saltinnhold har av betydning for livet i innsjøen er ikke studert.

Kroksundet

Det er en begrenset del av vegstrekningen som går over Kroksundet (750 m). Allikevel er det betydelige mengder med salt som når vannet, 150-340 tonn (tabell 2), ved et brulaternativ. Imidlertid tilsier vannutskiftingen og vannmengden at dette får mindre betydning på vannkvaliteten. Sårbarhet for både Steinsfjorden og Tyrifjorden kan derfor sies å være **liten** for saltpåvirkningene.

4.3.2 Asfaltslitasje, dekkslitasje og avgasser - avrenning, direkte deposisjon

Generelt

NIVA har drevet mangeårige undersøkelser for Statens Veglaboratorium av forurensning fra motorveg ved Padderudvatn i Asker. Her ble E18 lagt forbi innsjøen i slutten av 1960-årene. E18 er her en av Norges mest trafikkerte vegstrekninger, med et gjennomsnitt på ca 30 000 bilpasseringer i døgnet (ÅDT). Ca 1,5 km motorvegstrekning drenerer her mot Padderudvannet. Vi har også studert forurensning fra E-6 ved Jessheim (Lygren og Gjessing 1984, Bækken 1992).

Trafikkforurensningenes opprinnelse er asfaltslitasje, dekkslitasje, avgasser og sot. Innsjøen påvirkes delvis via avrenning fra vegbane med vegskråninger og stikkrenner, og dels ved direkte deposisjon på innsjøflater. Det kan antas at ca halvparten av forurensningene fra veg havner innenfor det feltet som nås av spruten fra brøytepløgg/freser. Dette feltet kan således sies å være overvannsledningenes forurensningsmessige nedslagsfelt. Resten av forurensningene virvles opp som støv og faller ned i større avstand fra vegen.

De forurensningene man har vært mest opptatt av er metallene bly (Pb), kadmium (Cd), sink (Zn), nikkel (Ni), kobber (Cu), samt tjærestoffene "polycykliske aromatiske hydrokarboner", eller PAH-forbindelser som de kalles på forkortet form (Bækken 1993). Flere av de sistnevnte er kreftfremkallende og er derfor svært uheldige i drikkevann. Det er særlig PAH og bly som har stått sentralt i forurensningsdebatten omkring veg.

PAH-forbindelser (polycykliske aromatiske hydrokarboner) fra vegtrafikk har 2 kilder. Det ene er fra bindemiddelet bitumen (asfalttjære), og det andre er fra forbrenningsgasser/sotpartikler fra bilene. Hvor mye som kommer fra de to kildene er vanskelig å si eksakt. Dels vil det variere med innholdet i bitumen (avhenger hvor råoljen kommer fra), dels vil det avhenge av fordelingen lastebiler/personbiler. Tunge kjøretøyer med dieselmotorer gir langt mer PAH enn lette bensindrevne biler. Asfaltslitasje skjer stort sett bare i perioden hvor det brukes piggdekk (1. nov- ca 15.apr.). Forsøk som NIVA har gjort på E6 ved Jessheim tyder på at det er omtrent halvparten fra hver kilde i vinterhalvåret når man bruker piggdekk, mens i sommerhalvåret kommer nærmest alt fra avgasser (Lygren og Gjessing 1984). Dette ble gjort ved at man målte totalavsetningene i snø på begge sider av en 3,5 km lang betongstrekning og sammenliknet med avsetningene fra de 3.5 tilstøtende km asfaltstrekning. PAH deponeringen rundt betongvegen var litt under halvparten av deposisjonen fra asfaltstrekningen. Selv om det var kaldt i denne perioden, må man allikevel regne med at man tapte noe mer av vegslitasjen til dreneringen enn andelen avgasser som fant vegen til drenering. De fleste litteraturreferanser går ut på at andelen fra avgasser er viktigere enn vegslitasje (Steinar Larsen, NILU, pers. medd.). Disse undersøkelser er imidlertid utført i strøk med mindre bruk av piggdekk enn i Norge. Vi finner det derfor rimelig å anta at fordelingen i Norge er ca 50:50.

Bindemiddelet bitumen utgjør ca 5% innhold i asfalt. PAH innholdet i bitumen varierer sterkt, men ble funnet å være ca 130 µg/g (middel av 6 leveranser) ved en undersøkelse foretatt av Veglaboratoriet (Døhl og Jørgensen 1992). Det vil si at 1 kg asfalt inneholder ca 6.5 mg PAH.

Kroksundet

Det er beregnet at en personbil i Norge sliter i gjennomsnitt 9 g asfalt pr. kjørte km med normal varighet av piggdekkperiode, altså 9 g/pbkm. Det er beregnet at antall bilpasseringer pr døgn (ÅDT) i 2005 blir 10 800 fordelt på 7 400 for ny veg og 3 400 for eksisterende veg i ny situasjon. Da den aktuelle strekning til 0,75 km, kan det beregnes at asfaltslitasje tilsvarer en PAH produksjon på ca. 0,2 kg PAH pr. år. Beregninger av tilførslene av forskjellige stoffer til fritt vann ved bru er gitt i tabell 2. Det er forutsatt piggdekkbruk på alle biler halvparten av året. De samme tilførslene vil gjelde for tunnelalternativet, foruten vegsalt, hvis vannet ikke behandles etter spyling av tunnelen.

Tabell 2. Tilførsler til åpent vann ved brualternativ, under forutsetning at alt kommer fram til vannet (ingenting samles opp).

<i>Stoff</i>	<i>kg/år</i>
Suspenderte partikler ¹⁾	13122
Organisk stoff ²⁾	1247
veisalt høyt 365d	28038
veisalt lavt 365d	12462
klorid høyt	17015
klorid lavt	7562
natrium høyt	11024
natrium lavt	4899
tot N	14,8
tot P	51,1
Cd	0,04
Cr	1,2
Cu	2,0
Fe	223
Mn	12,3
Ni	0,44
Pb	3,4
V	0,91
Zn	6,9
Olje	527
PAH	0,43
KPAH	0,03
Benzo(a)pyren	0,01
PCB gram	0,17

1)slitasje (SPS) på skjelettasfalt satt til 9 g/pbkm.

2)organisk innhold forårsaket av trafikk er antatt å bestå av dekkslitasje og slitasjeprodukter fra bitumen, her regnet som 0,2g/pbkm for bildekk og 5% av asfalten for bitumen.

Hvis vi, som antyd det over, antar at det produseres omtrent det samme fra avgasser, blir den totale PAH-produksjon på den angjeldende strekning ca. 0,43 kg PAH pr. år.

Overflatevannet benyttes til drikkevann, selv om inntaket til Hole vannverk er et godt stykke i fra (ved Frognøya) og inntaket er på 60 m dyp. Drikkevannsinntaket for Asker og Bærum vannverk er enda mye lenger i fra (Holsfjorden). Skadevirkninger overfor mennesker kunne tenkes via akkumulering i

fisk og andre ferskvanns- og marine organismer som benyttes til konsum og jordbruksprodukter som tilføres vann fra vassdragene. Dette antas å være ert ubetydelig problem i dette området.

De metallene man har vært mest opptatt av er bly (Pb), kadmium (Cd), sink (Zn), nikkel (Ni), og kobber (Cu).

Bly var tidligere et stort problem i nærheten av store trafikkårer. Bruk av blyfri bensin har i stor grad redusert dette problemet. I Oslo er blyinnholdet i lufta gått ned til ca 1/6 av hva det var for 10 år siden. Det meste av dette skyldes redusert bruk av blybensin. Fortsatt kan man finne høye konsentrasjoner av bly i avrenning fra motorveger og gater, særlig i snøsmeltingen på etterm vinteren.

Det kommer også en god del sink og kadmium i vegavrenning. Man er her ikke helt klar over hvor kildene er. Dekkslitasje er trolig en vesentlig bidragsyter, da det brukes opp til 2% sink i dekkene som stabilisator. Sink og kadmium forefinnes nærmest alltid sammen i naturen, og det er mistanke om at kadmiumet kommer fra at man bruker "forurenset sink" i dekkproduksjonen. Asfaltsteinen kan også være betydelig forurenset med metaller, særlig der man benytter metamorf leirskifer (hornfels) som kan ha svært variable sulfid og metallhalter.

De andre metallene forekommer neppe i slike konsentrasjoner at de kan ha noen særlig negativ innflytelse på økologiske forhold i vannforekomster (større enn bekker) som mottar avrenningen. Under forutsetning av at forholdsregler tas (se under) ved behandling av disse stoffene og at dermed påvirkningen blir minimal, kan en si at både Steinsfjorden og Tyrifjorden har en **liten sårbarhet** for disse påvirkningene.

Tiltak

Ved spyling av senketunnel må spylevannet pumpes opp og til et oppsamlingsbasseng hvor partikulært materiale kan sedimenteres og pumpes over i tankbil for transport til egnet deponi/behandlingsanlegg.

Fra sedimenteringsbassenget renner vannet videre gjennom infiltrasjonsanlegg ut i terrenget. Dersom jordsmonnet på stedet ikke er egnet, må infiltrasjonsanlegget anlegges med tilkjørte masser.

Hvis spylevannet behandles forsvarlig, slik at en ikke får støtbelastninger, vil det ikke være noen ulempe med en senketunnell. Hvor senketunnellen kommer vil bety mindre i denne sammenheng. Den diffuse tilførselen av ovennevnte stoffer ved brualternativet vil antakeligvis spille mindre rolle for vannkvaliteten i området. Dette kan sies med bakgrunn i stor vannutskifting og store vannmengder. Slik sett vil det neppe være noe forskjell på alternativene med bru eller senketunnel.

4.4 Forventet påvirkning på vannutskifting mellom Tyrifjorden og Steinsfjorden, og dermed vannkvaliteten i Steinsfjorden

Forventede påvirkninger på vannutskiftingen er direkte knyttet til de forskjellige utbyggingsalternativer, og hvor disse kan komme. I konsekvensutredningsprogrammet er det skissert noen aktuelle krysningalternativer (figur 1).

Det er nylig foretatt vanddybdemålinger og målinger av sedimentdyp (grunnboringer) i forhold til de forskjellige traséalternativene for kryssning av Kroksundet.

I hele det undersøkte området er det vanddyp på 4-6 meter med 6,90 meter målt som det dypeste. Dette er målt ved en regulerings høyde på 62,80-62,95 meter. Laveste regulerings høyde om sommeren ligger på 62,75. *Dette innebærer at en senketunnel må graves helt ned i sedimentet uavhengig av hvilken krysningstrasé som velges.* En kan tenke seg en delvis nedgravet senketunnel, men selv dette vil fungere som en betydelig obstruksjon av vannutskiftingen når forholdene er så grunne som de er.

I traséskisse III (et godt stykke vest for dagens trasé) er sedimentdypet 4,4 til 27,9 meter. Det kan her sannsynligvis graves ned en senketunnel i sedimentet, uten at det behøver å sprenges. I traséskisse V (i hovedsak vest for dagens trasé, men går inn på dagens nordvestlige landforbindelse) er sedimentdypet på ett sted kun 2,8 meter, og her må det antakeligvis sprenges for at ikke tunnelen skal stikke over dagens sedimentoverflate. Traséalternativ IV (delvis øst for, delvis over dagens trasé) ser ut til å ha et sedimentdyp der en unngår sprengning ved anlegging av nedgravet senketunnel. Her er det sedimentdyp mellom 4,5 og 27 meter. Det er imidlertid usikkert hvor langt det er til fjell rett under dagens trasé.

For traséalternativ I/II (felles krysning) er det ikke foretatt ny vanddypmålinger eller krysninger, men utifra NVEs dybdekart er det heller ikke ved dette krysningalternativet særlig større vanddyp enn 4-6 meter.

Hele influensområdet har altså **stor sårbarhet** for en tunnel som ligger helt eller delvis oppå sedimentet med hensyn på vannutskifting og vannkvalitet i Steinsfjorden.

For en helt nedgravet tunnel vil hele influensområdet ha en **liten sårbarhet** med hensyn på vannutskifting.

For brualternativene er det allerede foretatt en vurdering av hva slags effekt dette kan ha på strømforhold og vannutskifting (Holtan 1992).

I konklusjonene fra rapporten heter det i forbindelse med etableringen av en bru over Kroksundet: "Brofundamentet kan føre til dannelse av strømhvirvler og bakevjer. I hvilken grad dette vil få vesentlig betydning for vannkvalitet og de biologiske forhold i området, beror på fundamenets omfang og utforming."

Til dette kan det sies at en langspennsbru er ventet å ha store brufundamenter på hver side ved land og ellers ingen obstruksjoner ute i vannet, mens en pelebru vil ha peler som kan ha en moderat påvirkning på vannutskiftingen ute i sundet. Påvirkningen på vannutskiftingen ved en pelebru er allikevel ikke ventet å gi så store minskninger av vannutvekslingen at det kvantitativt er særlige forskjeller mellom en pele- eller langspennsbru. Forutsetningen er da få og smale peler.

For begge brualternativene vil hele influensområdet ha en **liten sårbarhet** med hensyn på vannutskifting.

4.5 Samlet sårbarhetsvurdering for forurensingspåvirkning og vannutskifting

Det er i tabell 3 og tabell 4 gitt en samlet oversikt over sårbarheten ved de forskjellige utbyggingsalternativer med tanke på forurensninger i anleggsperiode og ved drift, og i forhold til vannutskifting. Her er det skilt på sårbarhet for Tyrifjorden og Steinsfjorden. I tillegg til tabellene er det i figur 3 og figur 4 vist kartskisser for sårbarheten knyttet til de forskjellige utbyggingsalternativene.

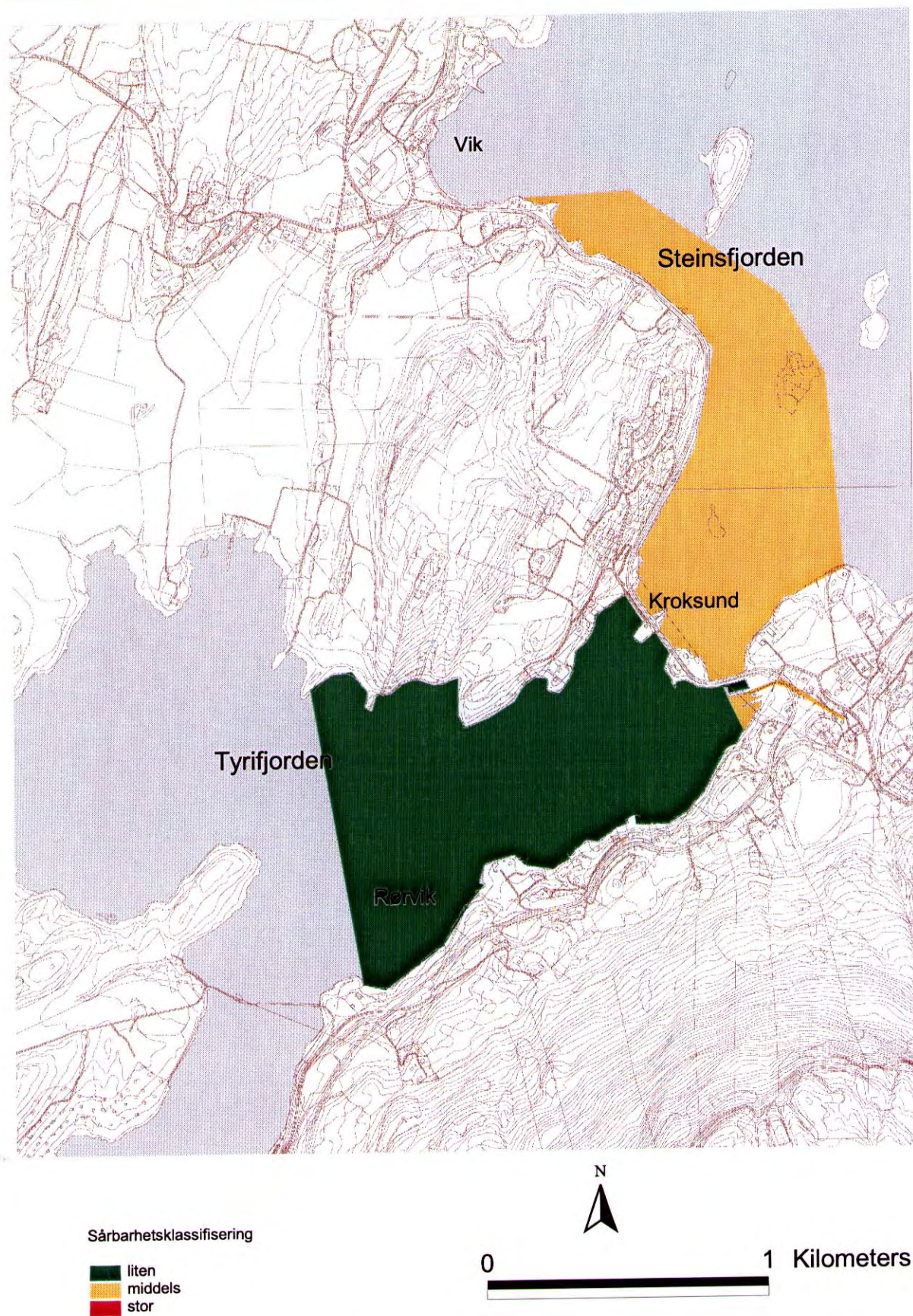
Grantområdene i forbindelse med dagens trasé er de mest sårbare med tanke på påvirkninger på leveområdene for fisk, kreps og vegetasjon. Det er valgt å skille på forholdene i Tyrifjorden og Steinsfjorden. Hovedgrunne til dette er at det i Steinsfjorden er gitt en høyest verdi (regional), og siden sårbarhet defineres som ødeleggelse av verdi, er potensialet for verediforringelse størst i Steinsfjorden. I tabellene er det valgt å legge størst vekt på den strengeste klassifiseringen ved samveing. For forurensing ser vi derfor at det er mulig partikkelpåvirkning som slår igjennom og gir Steinsfjorden en middels sårbarhet.

Tabell 3. Sårbarhet for forskjellige utbyggingsalternativer for *Steinsfjorden* i forhold til forurensning (anleggsfase og ved drift) og i forhold til vannutskifting. Sårbarhetsinndelingen er: liten (1), middels (2) og stor (3).

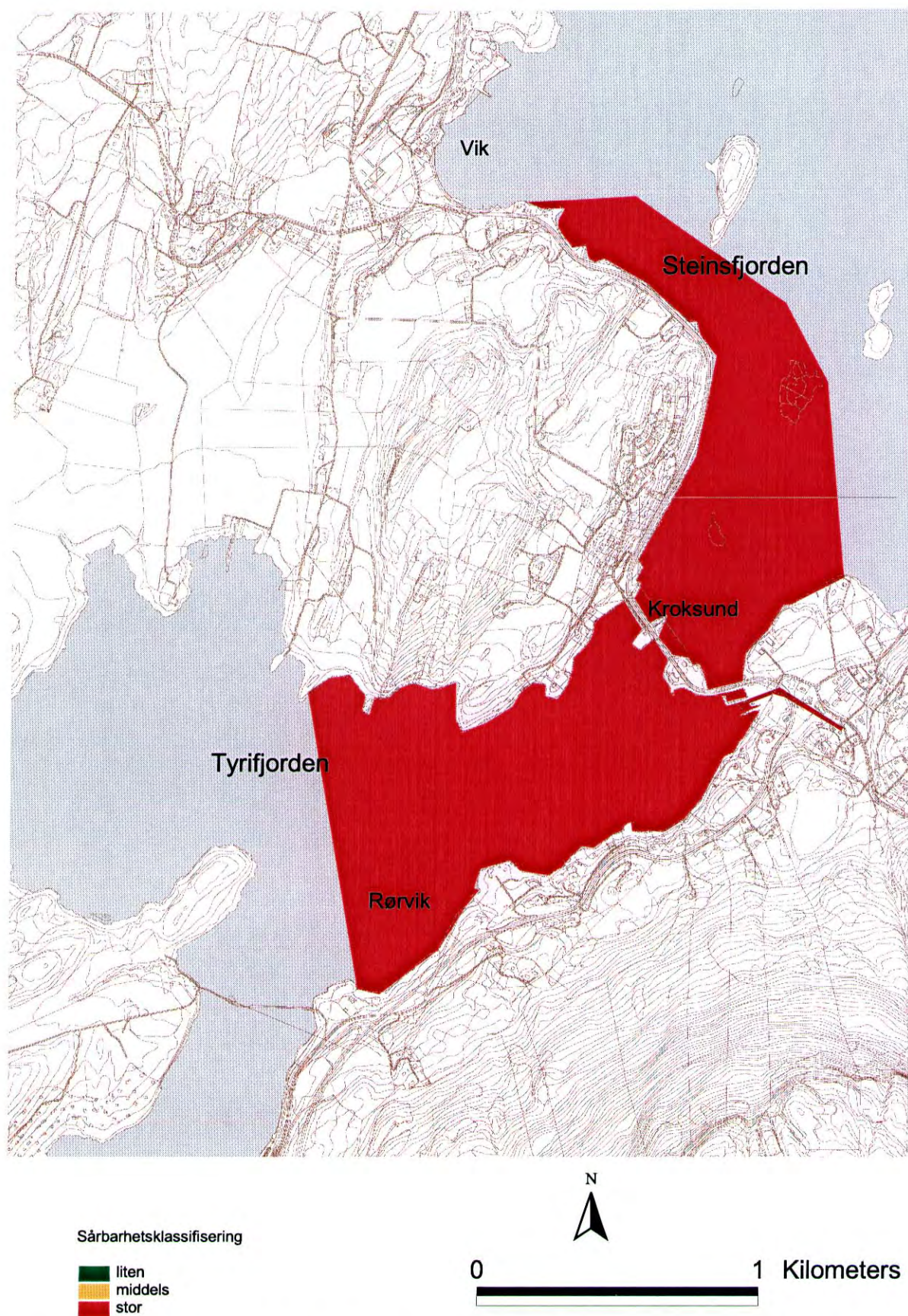
<i>Anleggsløsning</i>	<i>Sårbarhet forurensing, anleggsfase</i>	<i>Sårbarhet forurensing, driftsfase</i>	<i>Sårbarhet vannutskifting</i>	<i>Sårbarhet, samlet</i>
Pelebru	middels (2)	liten (1)	liten (1)	middels (2)
Langspennbru	middels (2)	liten (1)	liten (1)	middels (2)
Senketunnel, helt eller delvis oppå sediment	middels (2)	liten (1)	stor (3)	stor (3)
Senketunnel, helt nedgravet	middels (2)	liten (1)	liten (1)	middels (2)

Tabell 4. Sårbarhet for forskjellige utbyggingsalternativer for *Tyrifjorden* i forhold til forurensning (anleggsfase og ved drift) og i forhold til vannutskifting. Sårbarhetsinndelingen er: liten (1), middels (2) og stor (3).

<i>Anleggsløsning</i>	<i>Sårbarhet forurensing, anleggsfase</i>	<i>Sårbarhet forurensing, driftsfase</i>	<i>Sårbarhet vannutskifting</i>	<i>Sårbarhet, samlet</i>
Pelebru	liten (1)	liten (1)	liten (1)	liten (1)
Langspennbru	liten (1)	liten (1)	liten (1)	liten (1)
Senketunnel, helt eller delvis oppå sediment	liten (1)	liten (1)	stor (3)	stor (3)
Senketunnel, helt nedgravet	liten (1)	liten (1)	liten (1)	liten (1)



Figur 3. Samlet sårbarhetsvurdering for krysning av Kroksundet knyttet til utbyggingsalternativene pelebru, langspennbru og nedgravet senketunnel.



Figur 4. Samlet sårbarhetsvurdering for krysning av Kroksundet knyttet til utbyggingsalternativet senketunnel oppå sediment.

For brualternativene er det i forbindelse med ny Ringeriksbane foretatt en vurdering av hva slags effekt dette kan ha på vannkvaliteten (Holtan 1992). I konklusjonene fra rapporten i forbindelse med etableringen av en bru over Kroksundet er det imidlertid tatt opp forhold som er spesielt knyttet til jernbanedrift og følgelig er irrelevante for et vegprosjekt (lukkede toaletter og elektrifisering).

Ellers nevnes det at for anleggsperioden vil bunnforholdene berøres. Vannet vil tilgruskes og kreps og andre bunnlevende organismer vil bli forstyrret. Det antas at det lokalt også vil få betydning for andre bruksrelaterte interesser (drikkevann, fiske og rekreasjon).

Ut i fra en helhetsvurdering bør traséalternativ I/II velges, da en her kommer lengst bort fra Steinsfjorden som i denne sammenheng har størst verdi. Bru eller senketunnel betyr i denne sammenheng mindre. Senketunnelen må imidlertid være nedgravet.

5. Kostnader og effekter ved fjerning av dagens fyllinger i Kroksundet

5.1 Kostnader

Kostnaden for fjerning av eksisterende fyllinger er hentet fra SCC Abel Eng (Scandiaconsult) sin rapport (Flata 1995). Her er det tatt utgangspunkt i grave- og mudrearbeid for en østre bru. Gravearbeid med fjerning av 11.000 m^3 masse á kr 80,- medfører kr 880.000,-. Mudring i 75 m bredde og 300 m lengde innebærer fjerning av 23.000 m^3 masse á kr 50,- og medfører 1.150.000,-. Omtrent de samme kostnadene vil måtte påregnes for fjerningen av den vestre fyllingen. Tilsammen gir dette altså en total investering på omkring 4 millioner kroner (investeringer til konstruksjoner mm. kommer i tillegg).

5.2 Effekter

I en tidligere rapport (Berge og Tjomsland 1992) er det beregnet vannutskifting over Kroksundet med en egen modell. Det er simulert dagens tilstand og effektene av en åpning av vegfyllingene mellom Tangen og Slettøya og mellom Sundøya og Sundvollen. En har regnet med at dagens effektive åpning i Kroksundet på 25 m (3 m dypt) blir tredoblet, altså til 75 m. Dette er et minimumsestimat, da fyllingene på hver side er ca 100 m lange.

Strømsimuleringene viste at man fikk en total økt vannutskifting for hele Steinsfjorden fra tilsammen $62 \times 10^6\text{ m}^3/\text{år}$ til $82 \times 10^6\text{ m}^3/\text{år}$, altså en økning på 32 %. Det er de vinddrevne strømmene gjennom Kroksundet som øker mye, mens de to andre komponentene som styrer vannutskiftingen i Steinsfjorden, tilrenning fra nedbørfeltet og "fjellflommen" i Tyrifjorden, er konstante. De vinddrevne strømmene i Kroksundet om sommeren, dvs. i produksjonssesongen for alger, drives i all hovedsak av den sydlige solgangsbrisen, der det på ettermiddagstid stuves opp vann fra Holsfjorden mot Kroksundet.

Det er fra organisasjonen "Miljøet i bygda vår" stilt spørsmålstegn om det er så dypt ved fyllingene som 3 m, noe som er brukt i simuleringene. Nyere målinger viser at det er noe grunnere enn de NVE-kartene det ble tatt utgangspunkt i. Nye grunnboringer i området viser imidlertid at det er et stort sedimentdyp, og at simuleringene i overnevnte rapport gjelder hvis det blir mudret til 3 m dyp. Et annet forhold er at for dagens åpning under brua er det kun hovedåpningen på 13 m som er ca 3 m dyp, mens det for bi-åpningene på tilsammen 12 m er betraktelig grunnere. Det betyr at det ved en åpning av fyllingene med evt. mudring til tre meters dyp må forventes en effektiv åpning som er noe større enn en tredobling.

Konsentrasjonsmessig betyr en slik åpning av fyllingene at for fosfor og algemengde vil det være en reduksjon med ca 13 %. Den midlere fosforkonsentrasjonen på $12\text{ }\mu\text{g/l}$ blir dermed redusert til ca $10,5\text{ }\mu\text{g/l}$. En gjennomsnittkonsentrasjon på $5\text{ }\mu\text{g/l}$ klorofyll *a* reduseres til $4,35\text{ }\mu\text{g/l}$.

År om annet har det vært registrert masseforekomster av den toksinproduserende blågrønnalgen *Planktothrix spp* (tidl. *Oscillatoria spp.*). Dette var spesielt markant i 1996/7. Det pågår undersøkelser for å se hva toksinproduksjonen betyr for bl.a. kreps og fisk. Så langt kan det se ut til at dette ikke berører utøvelsen av krepsingen, og at man kan spise krepsen trygt. Denne rødfargede blågrønnalgen

har en noe spesiell karakter fordi den i produksjonssesongen holder seg til termoklinområdet, som i juli/august ligger på ca 10 m dyp. Det betyr at dette problemet ikke er fanget tilstrekkelig opp i den rutinemessige overvåkingen av innsjøen, der blandprøver som en hovedregel er tatt fra overflatesjiktet på 0-6 m hvor en vanligvis finner den dominerende delen av algebiomassen. For evt. bruk som drikkevann vil dette kunne få betydning hvis en ikke bruker avanserte rensemetoder, men for bading og vannbasert rekreasjon, som jo stort sett skjer i sommerhalvåret og i de to øverste meterne av vannet, vil dette ha mindre betydning.

Siden *Planktothrix spp* holder seg på dypt vann i sommerhalvåret, vil en måtte regne med at en mindre del av disse algene påvirkes direkte av en bedret vannutskifting over Kroksundet i denne delen av året. De konsentrasjonsmessige reduksjonene av fosfor og klorofyll målt om sommeren vil ved gjenåpning av Kroksundet derfor i størst grad relatere seg til overflatevannet. Om vinteren finnes disse blågrønnalgene år om annet rett under isen i Steinsfjorden, og vår og høst finnes de i hele vannmassen under fullsirkulasjonen. I disse periodene vil blågrønnalgene skiftes ut og fortynnes i samme takt som vannutskiftingen. Den bedrede vannutskiftingen som en får pga. fjerning av fyllingene, vil redusere fosforverdiene gjennom hele vannmassen vår og høst. *Planktothrix spp.* henter om sommeren i stor grad fosfor fra bunnvannet, som er mer rikt på fosfor enn overflatevannet. En redusert konsentrasjon av fosfor på slutten av vårfullsirkulasjonen (pga. økt vannutskifting) vil imidlertid være førende for hvor stor algebiomassen blir utover sommeren. En kan derfor si at blågrønnalgene om sommeren er *indirekte* påvirket av en forbedret vannutskifting, og at de resten av året er *direkte* påvirket.

Det er mange forhold som bestemmer hvilke algetyper som vil slå seg opp de enkelte år. Foruten de kjemiske forhold, med næringsalkonsentrasjoner som det viktigste, vil biologiske forhold, bl.a. beiting fra krepsdyrplankton, og i stor grad også meteorologiske forhold være av betydning. Årvis naturlige variasjoner eller svingninger vil derfor høyst sannsynlig medføre at *Planktothrix* -artene som holder til i termoklinområdet ikke kan opprettholde sin dominans over lengre tid. Det gjenstår dessuten å se hva slags betydning giftproduksjonen hos disse algene har for menneskelig utnyttelse av vannet og hva slags effekt dette har på økosystemet. Dette utredes i et pågående NIVA-prosjekt.

Ved transport av denne algen ut i Tyrifjorden vil den neppe ha sjanse til å overleve i bestander av betydning i Tyrifjorden (foruten inne i selve Kroksundområdet), da fosforverdiene her er lave. Tyrifjorden er en oligotrof innsjø, mens Steinsfjorden regnes som en mesotrof innsjø (enkelte år grensende mot det eutrofe) hvis en skal legge SFT/NIVAs miljøkvalitetskriterier til grunn (Bratli og medarbeidere, in press). Her der det gitt fem tilstandsklasser, og der Tyrifjorden i dag plasserer seg i klasse I (enkelte tidligere år med en tendens mot klasse II), mens Steinsfjorden ligger på grensen mellom klasse II og III (Brettum 1997).

Det er vanskelig å si noe sikkert om hva slags innvirkning en åpning av Kroksundet vil ha på utbredelsen av vasspest, *Eloдея canadensis*. Denne langskuddsplanten tar mesteparten av sin næring fra sedimentet, og en heller liten del fra vannet i Steinsfjorden (Rørslett og medarb. 1984). Et redusert næringssaltinnhold i vannet, som følge av en bedret vannutskifting, vil dermed neppe føre til markerte bestandsreduksjoner. Det at vannet blir klarere kan gi vasspesten som vokser på de dypere strandområdene noe bedre betingelser. Alt i alt vil en åpning av Kroksundet neppe gi noen betydelig forandring av vasspestbestanden.

De siste på åren er det av folk i området registrert noe som de mener er en tiltagende begroing av trådformede grønnlager (bl.a. *Cladophora glomerata*) i strandsonen. Dette gjør strandsonen sleip og glatt, og vanskelig for bading og andre rekreasjonsbetonte aktiviteter. Dette er også registrert av NIVA (Mjelde og Johansen 1997). Disse problemene antas å få et klart redusert omfang ved bedret vannutskifting og lavere nivåer av tilgjengelige plantenæringsstoffer.

5.2.1 Behov for nye beregninger

Det er visse usikkerheter og uklarheter i beregningsgrunnlaget både når det gjelder kostnader og effekter. Dette knytter seg til den kostnadsebergnede fyllingslengden på 300 m kun for den en fyllingen, som virker noe langt. Begge fyllingene tilsammen knapt når en lengde på 300 m. Kostnaden er i tillegg enhetskostnader som i større grad bør kunne tilpasses forholdene i Kroksundet spesielt

På effektsiden er det regnet med en tredobling av dagens åpning fra 25 til 75 meter. Dagens reelle åpning er etter nye dybdemålingen under 25 m, og det kan dessuten åpnes mer enn 75 m da den totale fyllingslengden tilsammen går opp mot 300 m. Effektestimatet ser derfor ut til å være noe konservativt. Etter at det nå er tatt gunnboringer der sedimentdypet er registrert, kan en tenke seg flere bergninger med forskjellige mudringsdyp. Selv om steinbrua i midten er vernet, så bør det også foretas beregninger med grunnlag i en åpning også her. Slik kan en få fram forskjellige åpningsalternativer med ulike kostnader og effekter, og hvor kostnadseffektiviteten for de forskjellige alternativene kan sammenliknes.

Selv med NIVAs tidligere anslag for forbedring, som må ses på som et relativt forsiktig anslag, ser det ut som forbedringspotensialet er betydelig. Inntil ovennevnte beregninger er foretatt, er det vanskelig å eksakt kvantifisere potentialet for forbedring av verdien, i form av bedret vannkvalitet for Steinsfjorden.

6. Forholdet til " Rikspolitiske retningslinjer for verna vassdrag"

Tyrifjorden er vernet mot kraftutbygging i Verneplan I. Vassdraget er som kjent allerede gjennomregulert, slik at det er det resterende marginale utbyggingspotensialet som er vernet. Det er kun Tyrifjorden som sådan, dvs. reguleringen ved dammen i Vikersund, som er vernet, og ikke ovenforliggende vassdrag (Begna og Randselva). Vernet av Tyrifjorden ble foreslått av Sperstadutvalget i rapport av 30. desember 1970, og ble vedtatt etter stortings prop. nr. 4 (1972-73) "Om verneplan for vassdrag", senere kjent som Verneplan I. Begrunnelse for vernet var at Tyrifjorden var antatt som en av 7 vitenskapelig verneverdige ferskvannslokaliteter under International Biological Programme etter instilling fra Norsk Project Aqua-komité.

Erfaringer fra tidligere vernede vassdrag er at andre inngrep enn kraftutbygging, eksempelvis vegbygging, grusuttak, forbygning, resipientbruk etc., har redusert vassdragets totale verdi betraktelig.

I disse Rikspolitiske retningslinjene legges det derfor vekt på å unngå andre inngrep i eller ved vannet som reduserer verdien bl.a. for naturvern og fisk. Slik sett faller veg-inngrep inn under retningslinjene, da det kan, i hvertfall temporert, gi dårligere vannkvalitet og levekår bl.a. for fisk.

For veg-inngrep er det vist til mulige skader på verneverdier:

- fjerning av kantvegetasjon
- utfyllinger
- vandringshinder for fisk
- vanskelig tilkomst
- skade på kulturminne/-miljö
-  okt forurensningsfare

Forholdene som er nevnt ovenfor relatert til vann er tatt hensyn til i denne utredningen, og prinsipplosninger (bru eller tunnel) og traséalternativ er foreslått slik at det i minst mulig grad skal komme i konflikt med hovedprinsippene i denne retningslinjen.

Riktignok blir det et nytt inngrep ved denne nye vegen, men totalt sett, med to nye og mindre bruer ved dagens fyllinger og med bedret vannutskifting og vannkvalitet som resultat, er dette noe som samlet sett gir en forbedring av verdien for hele området.

7. Litteratur

- Alabaster, J.S. & Lloyd, R. 1982. Water quality criteria for freshwater fish. Butterworths, London.
- Berge, D. 1983 (red.). TYRIFJORDEN - Tyrifjordundersøkelsen 1978-1981. Sammenfattende sluttrapport. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen. 156 s.
- Berge, D. 1992. Vannbruksplan for Tyrifjorden: Delutredning om forurensningssituasjonen i Tyrifjorden og Steinsfjorden, samt de viktigste tilløpselvene. NIVA-rapport O-90096 (l.nr. 2731). 72 s.
- Berge, D. 1996. Pumping av vann fra Tyrifjorden inn i Steinsfjorden som tiltak for å bedre vannkvaliteten i Steinsfjorden. NIVA-rapport O-95297 (l.nr. 3396-96). 15 s.
- Berge, D. og T. Tjomsland 1992. Vannbruksplan for Tyrifjorden - Delutredning om: Muligheter for vannkvalitetsforbedring i Steinsfjorden gjennom økning av vannutskiftningen. NIVA-rapport O-92001 (l.nr. 2735). 38 s.
- Berge, D. m.fl. 1989. Vasspest - Problem og ressurs. Sammenfattende sluttrapport fra vasspestprosjektene. - NIVA-rapport O-86238, 32 sider.
- Borgvang, S., J. L. Bratli & A. Skiple 1997. Hovedplan avløp for Ringerike kommune, Vannkvalitet i vassdragene. NIVA-rapport. O-96224. Lnr. 3603-97. 84 s.
- Bratli, J. L. 1996. Restaurering av Borrevannet. Selvrensing av næringssalter og suspendert stoff gjennom naturlige sivbelter, framdriftsrapport. O-92064/E-92426. L.3514-96. NIVA-rapport. 70 s.
- Bratli, J. L., A. Skiple & M. Mjelde. in press. Restaurering av Borrevannet. Selvrensing av næringssalter og suspendert stoff gjennom naturlige sivbelter, sluttrapport. O-92064/E-92426. NIVA-rapport.
- Bratli, J. L. og medarbeidere. in press. Miljøkvalitetskriterier for ferskvann. SFT veiledning.
- Brettum, P. 1997. Vannkvalitetsovervåkning i Tyrifjorden, Steinsfjorden og tilløpselvene Sogna og Storelva, 1996. - NIVA-rapport L. nr. 3662/97. O-96166,
- Buskerud vegkontor 1997. Analyse av undersøkelsesområdets verdi i dag og dets sårbarhet overfor en stamveg - kommunedelplan. Generelt (foreløpig) notat ved SvB, 7/10-97. 2 s.
- Bækken, T. 1992. Effekts of Highway pollutants on a small Norwegian Lake. Proc. The fourth international symposium og highway pollution, Madrid 1993. Pågående prosjekt om langtidseffekter av forurensning fra motorveg, E18 forbi Padderudvannet i Asker. Oppdragsgiver: Veglaboratoriet.
- Bækken, T. 1993. Miljøvirkninger av vegtrafikkens asfalt og dekkslitasje. NIVA-rapport L.nr. 2874. O-92090. 42 s.
- Døhl, J. & T. Jørgensen. 1992. Analyse av helseskadelige komponenter i bituminøse bindemidler II. - Interrapport 1523, Veglaboratoriet, Oslo.

- Elgmork, K. 1969. Områder av interesse for vitenskapelig forskning og undervisning på Ringerike. Rapport fra Universitetet i Oslo. 25 s.
- Elgmork, K. 1974. Verneverdige områder på Ringerike av interesse for vitenskapelig forskning og undervisning. Avgrensning og verneverdi. Rapport fra Universitetet i Oslo. 41 s.
- Flata, S. H. 1995. Skisseprosjekt nye bruer i Kroksundet. SCC Abel Engh AS. Notat og kostnadsoverslag. 7 s.
- Hessen, D.O., 1992. Uorganiske partikler i vann - effekter på fisk og dyreplankton. NIVA-rapport O-89179/Lnr. 2787. 42 sider.
- Holtan, H. 1992. Ringeriksbanen. Konsekvenser for vannmiljøet. - NIVA-notat O-92207.
- Jacobsen, P., Grande, M., Aanes, K.J., Kristiansen, H. og S. Andersen. 1987. Vurdering av årsaker til fiskedød hos G.P. Jægtvik A/S, Langstein. NIVA-rapport O-87114.
- Johansen, S.W. 1987. *Elodea canadensis* i Steinsfjorden. En undersøkelse av plantens vekst og livssyklus i relasjon til de fysiske og kjemiske forhold i littoralsonen. Cand.scient.oppg. Univ. Oslo.
- Lygren, E. og E. Gjessing 1984. Highway pollution in a Nordic Climate. VA-3/84. NIVA-rapport O-79024/Lnr-1603. 83 sider.
- Miljøverndepartementet 1994. Rikspolitiske retningslinjer for verna vassdrag. (SFT)
- Mjelde, M. 1997. Status for vasspest (*Elodea canadensis*) i Norge. Spredningsomfang og eksempler på effekter. NIVA-rapport lnr. 3607-97.
- Mjelde, M. og Johansen, S.W. 1997. Vasspest i Steinsfjorden. Status for utbredelse og omfang i 1996. - NIVA-rapport O-96161.
- Pedersen, P.A. 1990. Trafikkforurensning og vegetasjon. Dr. Scient. oppgave ved Institutt for hagebruk, Norges Landbrukshøgskole. 106 sider.
- Rørslett, B. 1981. Mjukt havfruegras, *Najas flexilis* i Norge. Blyttia 39: 1-6.
- Rørslett, B. 1983. Tyrifjord og Steinsfjord. Undersøkelse av vannvegetasjon 1977-1982. 1. Tekstdel. NIVA-rapport lnr. 1510.
- Rørslett, B., Berge, D., Erlandsen, A.H., Johansen, S.W. og Brettum, P. 1984. Vasspest i Steinsfjorden, Ringerike. Innvirkning på vannkvalitet 1978-83 og behov for tiltak. NIVA-rapport lnr. 1582.
- Rørslett, B. 1983. Tyrifjorden og Steinsfjorden. Undersøkelse av vannvegetasjon 1977-82. Del i, Tyrifjordundersøkelsen - Fagrapport nr 24. Fylkeshuset, Drammen ISBN 82-90356-28-5. 289 sider.
- Rørslett, B. & Berge, D. 1986. Vasspest (*Elodea canadensis*) i 1980-årene. Blyttia 44: 119-125.
- Skurdal, J. & E. Garnås 1997. Utviklingen av krepsebestanden i Steinsfjorden 1997-1996. Østlandsforsknings-rapport nr. 11/1997. 45 s.

Statens Vegvesen 1995a. Konsekvensanalyser. Del I Prinsipper om metodegrunnlag. Håndbok 140. Veiledning. 140 s.

Statens Vegvesen 1995b. Konsekvensanalyser. Del IIa Metodikk for beregning av ikke - prissatte konsekvenser. Håndbok 140. Veiledning. 132 s.

Wivestad,T.M. 1995. Overvåking av Steinsfjorden 1995. Rapport utgitt av Fylkesmannen i Buskerud, Fylkeskommunen i Buskerud, Hole og Ringerike kommuner. 19 s.

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3750-97

ISBN 82-577-3320-2