



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

KU - Vannforurensing - Ringvei Vest i Bergen

FORFATTERE:

Dr. philos. Geir Helge Johnsen & cand.scient. Annie Elisabeth Bjørklund

OPPDRAKSGIVER:

Statens vegvesen Hordaland, Spelhaugen 12, Postboks 3645, 5845 Bergen

OPPDRAGET GITT:

19.april 1999

ARBEIDET UTFØRT:

1999

RAPPORTDATO:

13.mai 1999

RAPPORT NR:

407

ANTALL SIDER:

22

ISBN NR:

ISBN 82-7658-264-8

EMNEORD:

- Konsekvensutredning vei
- Vannforurensning
- Ringvei Vest Bergen

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
www.bgnett\~rb\

Telefon: 55 31 02 78

Telefax: 55 31 62 75

E-post: rb@bgnett.no

FORORD

Statens vegvesen Hordaland har bedt Rådgivende Biologer as. om å gjennomføre konsekvensutredning (KU) med hensyn på vannforurensning for de foreliggende alternative planene for Ringvei Vest i Bergen.

Rapporten omfatter innledningsvis en generell gjennomgang av de ulike typer avrenning fra vei, inkludert både generell overløpsavrenning, avrenning i forbindelse med veisaltning og avrenning fra vasking av tunnel, samt mulige miljøvirkninger av de aktuelle stoffene. Dessuten er også mulige miljøkonsekvenser knyttet til avrenning til vassdrag fra anleggsfasen omtalt. Tilslutt er de ulike foreliggende alternative vei-traséer beskrevet, mulige konfliktområder lokalisert og konsekvensene for de berørte vassdrags- og sjøresipienter vurdert.

Rapporten er ikke ment som noe detaljert direktiv for valg av framtidige tekniske renseløsninger, slik at det derfor heller ikke er utarbeidet konkretiserte renskrav for de ulike strekningene. Dette vil en nødvendigvis måtte komme tilbake til etter en mer omfattende gjennomgang av de aktuelle veistrekninger etter at valg av trase er foretatt.

Arbeidet er utført de to første ukene i mai 1999, og det er gjennomført en enkel befaring til de aktuelle områdene. Det er ikke foretatt ytterligere vitenskapelige undersøkelser av noe slag, men foreliggende opplysninger om resipientene er innhentet og benyttet.

Rådgivende Biologer as. takker Statens Vegvesen Hordaland for oppdraget.

Bergen, 13.mai 1999

INNHOOLD

Forord	2
Innhold	2
Sammendrag og konklusjon	3
Om avrenning fra vei	4
Aktuelle forurensende stoffer fra veitrafikk	8
De ulike alternative traséene	11
Konsekvensvurdering	15
Foreslåtte rensiltak	20
Referanser	21

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

JOHNSEN, G.H. & A.E. BJØRKLUND 1999. KU - Vannforurensing - Ringvei Vest i Bergen
Rådgivende Biologer as., rapport 407, 22 sider, ISBN 82-7658-264-8.

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Statens Vegvesen Hordaland foretatt en konsekvensutredning med hensyn på avrenning fra vei til vassdrag/sjø for de foreliggende alternative traséer for den planlagte Ringvei Vest i Bergen.

Planene for "Ringvei vest" omfatter en firefelts vei langs hele strekningen fra Flyplassveien ved Birkelandskrysset til Liavatnet på riksvei 555 mot Loddefjord og Sotra. Det foreligger planer for fire seksjoner med en østlig og vestlig trasé langs hele denne strekningen. Det gir mulighet for til sammen 16 alternativer for denne strekningen.

Den vestlige traséen omfatter en lang tunnel fra Liavatnet i nord og til Sandeidet ved Sælenvatnet, en ny tunnel fra Sandeidet under Nordåsstraumen og til Dolvikdalen, enda en tunnel derfra og til nordre del av Birkelandsvatnet og en siste strekning langs dagens Ytrebygdsvei til Hjeltestadkrysset. Det østlige alternativet omfatter en kortere tunnel fra Liavatnet til Skarphaugen i Fyllingsdalen, vei i dagen ved nåværende Fyllingsdalsvei langs Sælenvatnet forbi Sandeidet og til utløpet av Sælenvatnet, der den går ned i tunnel under Nordåsstrumen til oppe i Dolvikdalen og videre i dagen til Flyplassveien langs Birkelandsvatnet.

Generelt ønsker en å minimalisere mulige negative virkninger av avrenning fra vei. Det betyr at avrenning fra veistrekninger og tunneler med stor trafikk, i utgangspunktet bør samles opp og renses før vannet slippes til følsomme resipienter/vassdrag. Det er dessuten viktig å kunne samle opp avrenning dersom det skulle skje uhell ved transport av farlig stoff. Dette er særlig viktig for tunneler, der den periodevise avrenningen etter vasking er vesentlig mer konsentrert. Det bør derfor etableres oppsamlingskummer for tunnelene, slik at vannet etter vask og eventuelle uhell kan samles opp og fraktes bort til egnet deponering,- gjerne i et spesielt dimensjonert sedimenterings-anlegg annet steds langs den aktuelle traséen.

Det er i denne vurderingen foreslått etablert fire hovednivåer for oppsamling og rensing av avrenning fra vei. Dette beror seg på at det er snakk om firefeltsveier med en trafikkbelastning mellom 10.000 og 15.000 kjøretøyer i døgnet for de fleste strekningene, og at de aller fleste vassdragsresipientene er følsomme for tilførsler av denne type og har stor miljømessig verdi både i seg selv og fordi de ligger nær betydelige befolkningskonsentrasjoner.

Nivå 1: Ingen oppsamling og rensing

Nivå 2: Oppsamling med enkel slamavskilling

Nivå 3: Oppsamling med mer omfattende slamavskilling

Nivå 4: Mulighet for oppsamling i kum fra tunneler

Avrenning fra de to nordlige tunnelene mellom Liavatnet og Sandeidet (alternativ V1) og mellom Liavatnet og Skarphaugen bør ikke slippes urensert til henholdsvis Gjeddevatnet eller Tjernet. Avrenning fra vei langs nordvestre del av Sælenvatnet og langs Birkelandsvatnet bør renses før det slippes til vassdragene. Avrenning fra tunnel under Nordåsstraumen kan slippes til sjø dersom det gjøres direkte til utstrømmende vatn i Nordåsstraumen. Alternativt kan det fraktes bort til egnet deponering,- gjerne i et spesielt dimensjonert sedimenteringsanlegg annet steds langs den aktuelle traséen. Miljømessig medfører de vestre tunnel-baserte alternativene jevnt over minst behov for rensiltak.

OM AVRENNING FRA VEI

Veitrafikk gir opphav til et stort spekter av forurensninger som spres til jord og vann langs veien. Hovedsakelig foreligger disse forurensningene som fint veistøv som i første omgang blir liggende på veibanen og i veiens umiddelbare nærhet. Dette er kontinuerlige forurensninger som dannes hele tiden veien er i bruk. Det kan imidlertid også være snakk om mer kortvarige forurensninger. Tunnelvasking og uhell ved transport av farlig gods er to slike eksempler. I tillegg vil anleggsperioden i forbindelse med veibyggingen vanligvis kunne medføre periodevis og store punktbelastning på nærmiljøet.

Veistøv dannes ved veislitasje, forbrenning av fossilt brensel og ved slitasje på kjøretøy og dekk. Det dannes store mengder veistøv og langs E 18 utenfor Oslo er det målt en årlig veistøvavsetning på i gjennomsnitt 1,5 cm (SFT 1997). Støvet er forskjellig fra jord både i kjemisk sammensetning, struktur og fysisk utforming. Det har mye fine stoffpartikler, høy pH, lav næringsstatus, lavt innhold av organisk materiale og normalt forhøyede verdier av tungmetaller. Veistøv er påvirket av tilslagsmaterialet i asfalten, men har ellers lite variasjon i kjemisk og fysisk karakter. Partikkelproduksjonen er spesielt stor i piggdekkseongen, men ettersom bruken av piggdekk allerede er sterkt redusert, og ventes ytterligere redusert i framtiden, vil partikkelproduksjonen ventelig avta. På slitesterkt asfaltdekke er den gjennomsnittlige piggdekkslitasjen i dag regnet å være omtrent 5-10 g/km/bil (SFT 1996).

Det meste av veistøvet ender til slutt opp i vassdrag langs veien. Normalt skjer dette som diffuse overvannstilsig, men i spesielle tilfeller samles overvannet opp og ledes vekk. Dette er stort sett aktuelt i forbindelse med tunneler, men blir i større og større grad også brukt for å lede forurenset overvann vekk fra lokalområder der det er spesielt viktig at grunnen og nærområdene ikke forurenses. Vanligvis slippes også dette oppsamlingsvannet ut i nærmeste vassdrag, og forurensningstilførslene blir dermed konsentrert til ett enkelt punkt i vassdraget.

Forurensning via overvann

Overvann dannes i nedbørperioder eller ved sig av grunnvann inn i tunneler. Ved nedbør og grunnvannstilsig vil forurensningene på veidekke, vegetasjon og jordsmonn ved veien vaskes ut og fraktes til vassdragene via avrenningsvannet. En del av forurensningene bindes en periode i jorda, mens resten transporteres med overvannet til vassdragene. I områder med selvdrenerende grunnforhold, vil også en del av overvannet sige ned til grunnvannet og kunne forurense dette. Dette er i mindre grad aktuelt på Vestlandet der forekomst av løsmasser er mer begrenset.

Det har vært en økt fokusering på den diffuse forurensningen fra overvann de siste årene, og det er en økende bevissthet rundt denne problemstillingen fordi trafikkmengdene stadig øker. Likevel ligger Norge langt bak de sentrale deler av Europa med hensyn til krav om behandling av slikt vann (Hvitved-Jacobsen & Åstebøl). Der har man fastsatt krav til fordrøyning av overvannsutslippet som er tilpasset kapasiteten i resipienten. Kravet til reduksjon i utslippet av forurensningsstoffer er vanligvis ikke angitt i form av grenseverdier, men er innebygget i et dimensjonskriterium for den rensemetode som angis, som sedimenteringsanlegg for overvann. Det velges fortrinnsvis løsninger som er drifts- og kontrollmessig enkle, i praksis naturbaserte rensemetoder.

Generelt har man i dag ikke de samme krav til behandling av overvann i Norge, noe som delvis kan henge sammen med at tettheten av biltrafikken hos oss er adskillig lavere enn i Europa. Likevel har man ved etableringen av den nye E18 i Vestfold bygget sedimenteringsanlegg for overvann med jevne mellomrom.

Forurensning via tunnelavrenning.

I forbindelse med bygging av tunneler vil vann måtte ledes vekk. Vanligvis vil tetningskravene i tunneler tilsi at det her er snakk om små grunnvannsmengder, men dette kan variere fra tunnel til tunnel og fra sted til sted. Det vanlige i Norge er at slikt grunnvann dreneres til en drensledning i bunnen av tunnelen. Større vannmengder forekommer vanligvis bare i forbindelse med vask av tunnelene. Dette overvannet ledes ut i egne rør, og samles i dag vanligvis opp i sedimenteringskummer. Avrenningsvannet fra sedimenteringskummene renner videre ut i terrenget eller ledes til nærmeste vassdrag. Kummene er vanligvis bygget slik at de kan lukkes og tømmes dersom dette skulle bli nødvendig, for eksempel ved trafikkuhell med skadelig gods inne i tunnelene. Ved høytrykkspyling / vask av tunneler brukes det i dag kun rent vann slik at vaskingen i seg selv ikke vil tilføre ekstra forurensningsstoffer.

Forurensningene fra tunnelene vil være de samme som i overvannet, men konsentrasjonene av forurensende stoffer vil være adskillig høyere, og utslippene vil være konsentrert til et sted i vassdraget. I tunneler med vifter som fjerner støv, vil støvmengdene som blir liggende i tunnelen kunne være lavere enn i tunneler uten vifter.

Ved vurdering av overvannsutslipp vil det være naturlig at en ikke anvender fastsatte grenser for utslippet, men at omfanget av utslippet vurderes i forhold til resipientkapasitetet i vassdraget der det er relevant, og at det sees i forhold til andre utslipp og også i forhold til bruken av vassdraget (Statens vegvesen 1996). I tillegg til forurensninger må en også vurdere eventuelle flommessige effekter i vassdragene.

Forurensning på grunn av veisaltning

En tredje type forurensning fra veiene er saltavrenning i vinterperioden. Forbruket av salt varierer mye mellom regioner og år, men i løpet av en saltingssesong brukes i gjennomsnitt 10 tonn salt pr. km to-felts veg (SFT 1996). Salt løses fullstendig i vann og transporteres til jordsmonn, vassdrag og det kan også påvirke grunnvannet, spesielt i områder med grovkornige løsmasser. De naturlige avrenningsforholdene på stedet, samt veiens utforming og dressystem, er bestemmende for spredningen av veisaltet, mens geologi, topografi og klima er viktige naturgitte faktorer som påvirker avrenningsforholdene. Ved stabilt kaldt klima skjer det meste ved snøsmeltingen på våren. Ved hyppig veksling mellom kaldt vær og snøsmelting, som på Vestlandet, vil det derimot kunne være høy salttransport til vassdrag gjennom hele vinteren. I denne delen av landet er imidlertid nedbørmengdene store, og saltkonsentrasjonene i jordsmonnet blir derfor lavere enn det en finner i strøk lenger øst på (Statens vegvesen 1996).

Salt spres til veiens omgivelser gjennom sprut, avdrift og avrenning av overvann. Forurensningen fører enkelte steder til store skader på vegetasjonen langs veiene, men skader i vassdrag er i langt mindre grad undersøkt. Mulige konsekvenser av veisaltning er:

1. Salt avrenningsvann kan legge seg på bunnen av innsjøer og hindre fullstendig sirkulasjon av vannmassene. Det kan i sjeldne tilfeller medføre oksygenvinn og biologisk døde områder.
2. Salttilførselen øker ionesammensetningen i vann og jordsmonn. Det kan igjen føre til økt løselighet av enkelte tungmetaller. Ionebytting kan også medføre forsuring og giftig aluminiumslekkasje fra jordsmonnet til vassdragene.
3. Salt er lite giftig, men dramatiske konsentrasjonsøkninger i mindre vassdrag vil trolig ha direkte og indirekte skadelig virkning på biologiske forhold.

Når det gjelder drikkevann er anbefalte grenser for natrium satt til 20 mg Na/l og for klor til 25 mg Cl/l. For natrium er høyeste tillatte konsentrasjon 150 mg Na/l, mens tilsvarende ikke finnes for klor (Sosial- og Helsedepartementet 1995).

Tilfeldig forurensning

I tillegg til de vanlige forurensningene i forbindelse med drift av vei skal man i spesielle områder ta ekstra hensyn fordi trafikkuhell kan føre til store utslipp av skadelige stoffer.

Forurensning ved anlegg av vei.

Under anleggsarbeide langs vassdrag har en erfaringer for at dette kan påvirke livet i vassdrag og innsjøer på flere måter utenom de direkte fysiske inngrep, og det foreligger en god del informasjon på dette området også fra konkrete lokale eksempler:

- Vassdragsregulering i Vetlefjordelva i Sogn og Fjordane: *Hessen mfl. (1989)*
- Veibygging langs Vosso og flomregulering i Vangsvatnet: *Sægrov mfl. (1991)*
- Veibygging Hufthamar - Storebø på Austevoll: *Johnsen (1992)*
- Vassdragsregulering på Trengereid i Bergen: *Bergen byrett 1996*
- Veibygging og rørlegging Europipe II på Bokn: *Johnsen og Kålås (1998a og b)*

Slikt arbeide medfører tilførsler av steinstøv, leire og silt som kan føre tilfølgende miljøvirkninger i vassdragene og i innsjøer:

- 1) tilslamming kan hemme næringsdyrproduksjon for fisk
- 2) innhold av fine partikler i vannet kan legge seg på gjeller og "kvele" fisken
- 3) skarpe partikler fra enten sprengsteinstøv eller også kiselalger kan skade fiskens gjeller
- 4) tilførsel av næringsstoff kan gi oppblomstring av alger, særlig kiselalger med kvasse skall
- 5) tilførsel av jern og aluminium fra drenering av myrer kan skade fisk ved utfelling på gjellene
- 6) tilslamming av gytebekker kan føre til redusert rekruttering

Erfaringene viser at effekten av slike partikkeltilførsler i hovedsak er knyttet til grad av sedimentering i vassdragene. Kun sprengsteinstøv fra harde bergarter kan medføre akutte skader på fisk selv i moderate konsentrasjoner, fordi de spisse partiklene medfører umiddelbare skader på fiskens gjeller. Akutte skader risikerer en ellers bare ved meget store partikkelkonsentrasjoner (se for øvrig side 8).

AKTUELLE FORURENSENDE STOFFER FRA VEITRAFIKK

Veitrafikkrelaterte forurensninger kommer som tidligere nevnt fra mange kilder. Asfalt, bildekk, bensin, diesel og olje har alle komponenter i seg som både er direkte giftige og/eller skadelige på andre mer indirekte måter. De to viktigste hovedgruppene, med dagens kunnskap, er tungmetaller og organiske miljøgifter.

Tungmetaller

De viktigste tungmetallene i trafikkmessig sammenheng er kadmium, kvikksølv, bly, kobber, nikkel, krom, sink og vanadium. Disse kommer delvis fra vei og kjøretøyslitasje samt at de finnes i små mengder i råbensin og smøreoljer. Det er i første rekke trafikkbelastningen i et område som er avgjørende for forurensningsmengdene av tungmetaller (SFT 1996). Dette vist klart også i en undersøkelse fra Bergen der konsentrasjonene av de fleste tungmetallene er klart høyere i sentrum (Christiesgt.) enn i Sandalen og på Sandsli der trafikk tettheten er lavere (**tabell 1**). Tungmetallene er i stor grad knyttet til partikler over 0,45 μ m, og høy pH i veistøv gjør at de fleste tungmetallene bindes sterkt. Imidlertid vil veisalting medføre at forbindelsene blir lettere løselige.

TABELL 1: Innhold av tungmetaller i avrenningsvann fra tre veier i Bergen kommune. Målingene omfatter to prøvetakinger; høsten 1995 (tallene til venstre) og våren 1996 (tallene til høyre). Data er hentet fra SFT (1996).

	Kadmium : g/l	Kvikksølv : g/l	Bly : g/l	Nikkel : g/l	Krom : g/l	Sink : g/l	Kobber : g/l
Christiesgt.	0,5-0,5	<0,2-<0,2	17-27	6-6	4-12	96-160	33-48
Sandalen	0,4- <0,1	<0,2-<0,2	8-1	4-<1	2-1	48-41	12-8
Sandsli	0,2-0,4	<0,2-<0,2	7-14	5-2	1-2	8-46	13-15

Effektene av tungmetallforurensning er lite undersøkt, og det er vanskelig å skille enkelteffekter av tungmetallene fra hverandre, samt å skille effekten av tungmetall-forurensning fra effektene av høy pH. Det er imidlertid antydning at planteveksten påvirkes, blant annet er veirelatert kadmiumforurensning antydning som mulig årsak til skogskader langs veien. Det er også påvist at bly legger seg på vegetasjon, bær, frukt osv som vokser nær veikanten. Det er imidlertid ikke påvist forhøyede verdier i rotfrukter, og opptaket via jord ser derfor ikke ut til å være stort. Ved tilrenning av vann med tungmetaller vil bruksverdien av vannet til akvakultur og til jordvanning reduseres sterkt, samt at vannet blir uegnet som drikkevann.

Organiske miljøgifter

Av de organiske miljøgiftene finnes det svært mange, og vi kjenner trolig ikke alle som produseres av veitrafikken. Foreløpig er det tjærestoffene PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) og nonylfenol det fokuseres mest på (SFT 1996). PAH-forbindelsene fra veitrafikk har i hovedsak tre kilder; bindemiddel i veidekket, forbrenningsgasser og sotpartikler fra biler, samt bildekk. Tunge kjøretøyer med dieselmotorer avgir mer PAH enn lette bensindrevne biler. Også for de organiske miljøgiftene er det i første rekke trafikkbelastningen i et område som er avgjørende for forurensningsmengdene (SFT 1996), noe som også ble funnet i Bergen der konsentrasjonene var høyest i Christiesgt. som er en sterkt trafikkert bygate (**tabell 2**). Og som for tungmetallene er også de organiske miljøgiftene i stor grad knyttet til fine partikler (Hoffmann m. fl. 1983).

TABELL 2: Innhold av PAH og nonylfenoler i avrenningsvann fra tre veier i Bergen kommune. Målingene omfatter to prøvetakinger; høsten 1995 (tallene til venstre) og våren 1996 (tallene til høyre). Data er hentet fra SFT (1996).

	PAH (: g/l)	Nonylfenoler (: g/l)
Christiesgt.	2,7-1,7	0,7-0,4
Sandalen	ikke us.- 0,06	ikke us.- ikke påvist
Sandsli	0,09 - 0,3	ikke påvist - 0,8

Den biologiske virkningen av PAH er lite undersøkt, men flere av disse stoffene er mutagene og kreftfremkallende. PAH-komponenten benzo (a) pyren brukes ofte som representant for hele gruppen, og for denne er det en grenseverdi på 0,2 : g/l i råvann (kategori A1 og A2) som ikke trenger inngående fysisk og kjemisk behandling (Sosial og Helsedpt. 1995).

Andre potensielt skadelige stoffer

Partikkelproduksjonen er stor i piggdekkseasonen, men ettersom bruken av piggdekk allerede er og i fremtiden ventes å bli ytterligere redusert, vil partikkelproduksjonen avta betydelig. På slitesterk asfaltdekke er den gjennomsnittlige piggdekslitasjen i dag regnet å være omtrent 5-10 g/km bil (SFT 1997), hvilket betyr at det er snakk om store mengder. En trafikk på 10.000 ÅDT langs en veistrekning på 10 km medfører altså en årlig "produksjon" av veistøv på i størrelsesorden 180 tonn.

Punktavrenning til vassdrag fra veier med en slik partikkelproduksjonen, kan føre til nedslamming av sedimenter i innsjøer og sakteflytende elver. Det foreligger få studier fra norske vassdrag som kan angi et skadeomfang avhengig av konsentrasjon av slike tilførsler, men Hessen mfl. (1989) har ut fra litteratur satt opp følgende skade-gradering for fisk i ut fra omfang av innhold av partikler:

- < 25 mg/l: Ingen skadelige effekter
- 25 - 80 mg/l: Noe redusert avkastning
- 80 - 400 mg/l: Betydelige reduksjoner i avkastning
- > 400 mg/l: Meget dårlig fiske, betydelig redusert avkastning
- > 1000 mg/l over 10 døgn gir akutt død (fra Sægrov mfl. 1991)

Det er ikke nødvendigvis konsentrasjonen i seg selv som er viktigst ved de laveste nivåene, men den nedslammende virkningen i vassdragene vil likevel kunne være betydelig i små vassdrag ved store og kontinuerlige tilførsler.

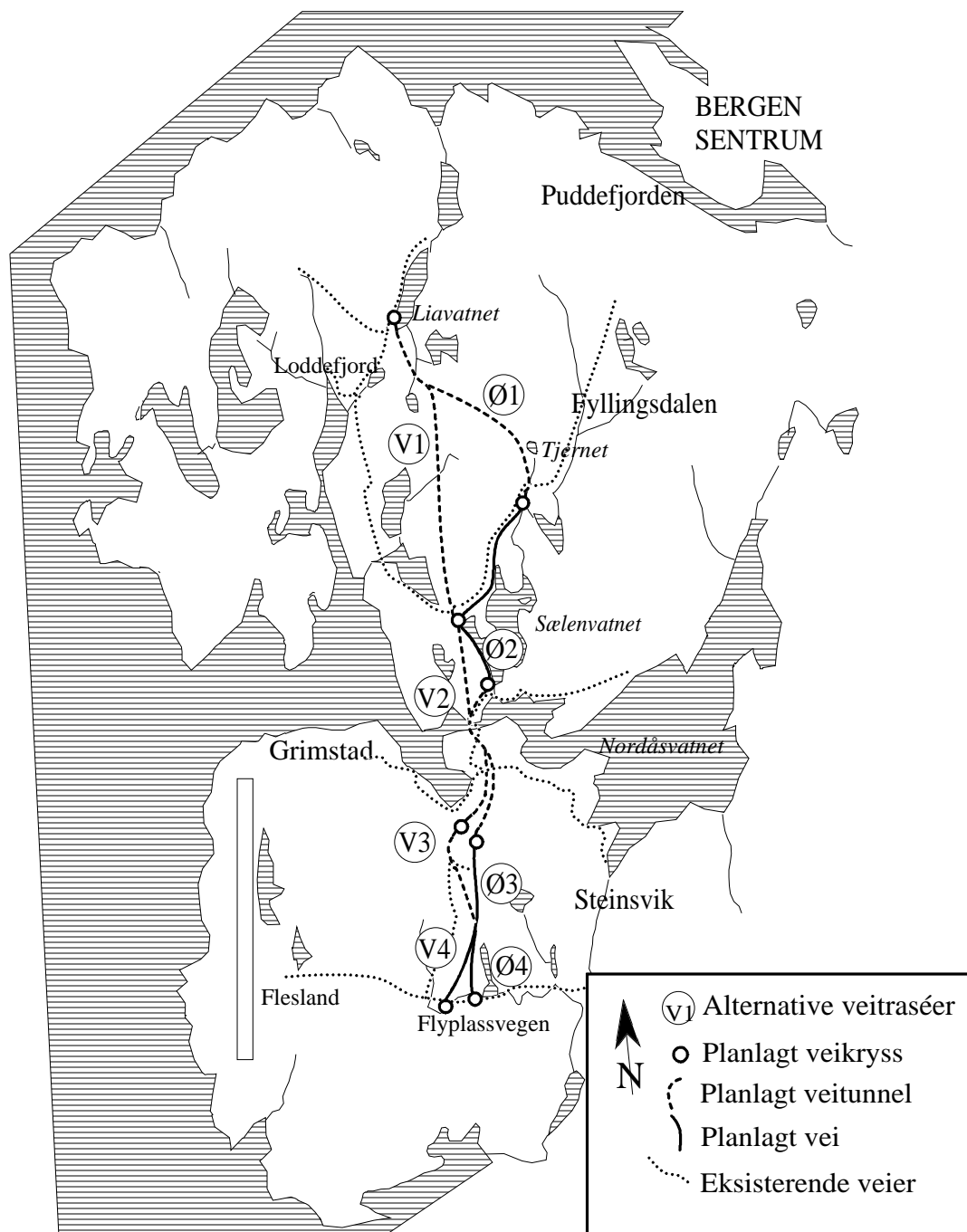
Av næringsstoffer er det påvist at nitrogenoksider kan føre til forsuring av jord og vann, samt ha en gjødslingseffekt. Ved høye konsentrasjoner (årsmiddel av NO_2 over 100 : g/m^3) er det påvist skader på vegetasjonen. Nitrogen og fosfor samt olje kan også finnes i høye konsentrasjoner i smeltevann fra snø. Det er også påvist høye konsentrasjoner av fosfor og nitrogen ved veianlegg, og konsentrasjonene varierte med trafikkmengden. Dette antas imidlertid i liten grad å være tilgjengelig for alge- og plantevekst, men det er ikke dokumentert.

Av klororganiske stoffer er dioksiner påvist i bileksos. Dette er stoffer som er meget giftige. I tillegg ble PCB og HCB (heksaklorbenzen) påvist i en undersøkelse av trafikkforurenset snø i 1994 (Bækken 1994). Dette er nye stoffer i trafikksammenheng og det er ukjent hva som er kilden.

For å kunne redusere blymengden i bensinen i Norge ble nye stoffer som benzen og TML tilsatt som erstatning for blyet. Foreløpig er lite kjent om disse stoffene, men en antar at også disse vil kunne ha en negativ effekt på miljøet.

DE ULIKE ALTERNATIVE TRASÉENE

Planene for “Ringvei vest” omfatter strekningen fra Flyplassveien ved Birkelandskrysset til Liavatnet på riksvei 555 mot Loddefjord og Sotra. Det er foretatt en siling av mulige alternativer, og det skal her foretas en konsekvensvurdering av fire seksjoner med to alternative traséer langs hele denne strekningen.



FIGUR 1: De ulike alternative traséene for “Ringvei vest”, fra Birkelandskrysset på Flyplassveien til Liavatnet på riksvei 555 mot Loddefjord.

Strekning 1; fra kryss ved Liavatnet i nord til kryss ved Sælenvatnet

- V1 Det vestlige alternativet omfatter en 3,5 km lang tunnel fra dagens motorveikryss sør for Liavatnet til dagens rundkjøring ved Sandeidet midt på Sælenvatnet.

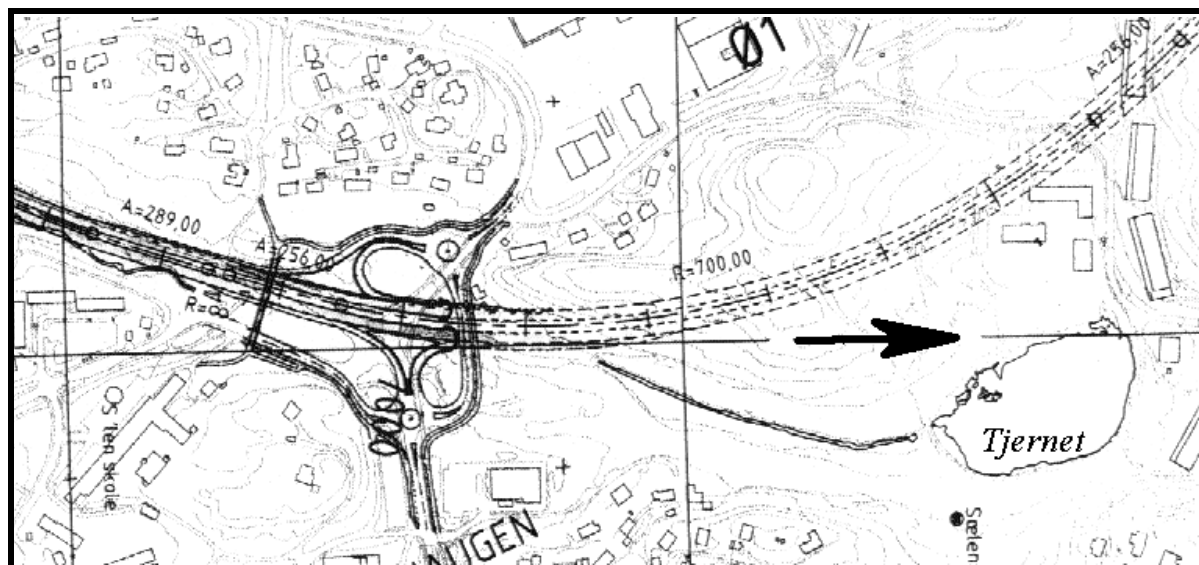
Denne tunnelen starter 40 moh ved Liavatnet og synker med 23,01 ‰ ned mot sitt bunnpunkt på omtrent -30 moh. Derfra stiger den bratt med 55,47 ‰ de siste 750 metrene mot 5 moh og utløpet ved Sandeidet.

*Bunnpunktet i tunnelen ligger omtrent 200 meter øst og under Gjeddevatnet
Det samler opp overflatevann fra hele den 3,5 km lange tunnelen*

- Ø1 Det østlige alternativet har en noe kortere tunnel på 2,7 km til Skarphaugen i Fyllingsdalen og følger så langs breddene av Sælenvatnet langs dagens veitrasé til krysset ved Sandeidet.

Tunnelen starter på 40 moh og stiger den første km til et toppunkt på omtrent 50 moh, deretter synker den med 16,4 ‰ på en 1,3 km lang strekning til et bunnpunkt på 30 moh, hvorefter den stiger med 11,66 ‰ de siste 500 metrene mot Skarphaugen i Fyllingsdalen der den ender på 37 moh.

*Bunnpunktet i tunnelen ligger nær "Tjernet" ved "Tjernet borettslag"
Bunnpunktet samler opp overflatevann fra 1,8 km tunnel
Til Liavatnet renner overflatevann og evt. dreneringsvann fra 1 km tunnel
Til Sælenvatnet renner overflatevann og evt. dreneringsvann 2 km vei*



FIGUR 2: Alternativ Ø1, krysset ved Skarphaugen med innslaget til tunnelen mot Liavatnet. Bunnpunkt i tunnelen er omtrent ved "Tjernet" til høyre. Kartet har 500 meters rutenett og piler angir nord.

Strekning 2; fra kryss ved Sælenvatnet og under Nordåsstraumen

- V2 Det vestlige alternativet på neste seksjon går i tunnel fra kryss ved Sandeidet langs Sælenvatnet og nokså direkte i tunnel under Nordåsstraumen.

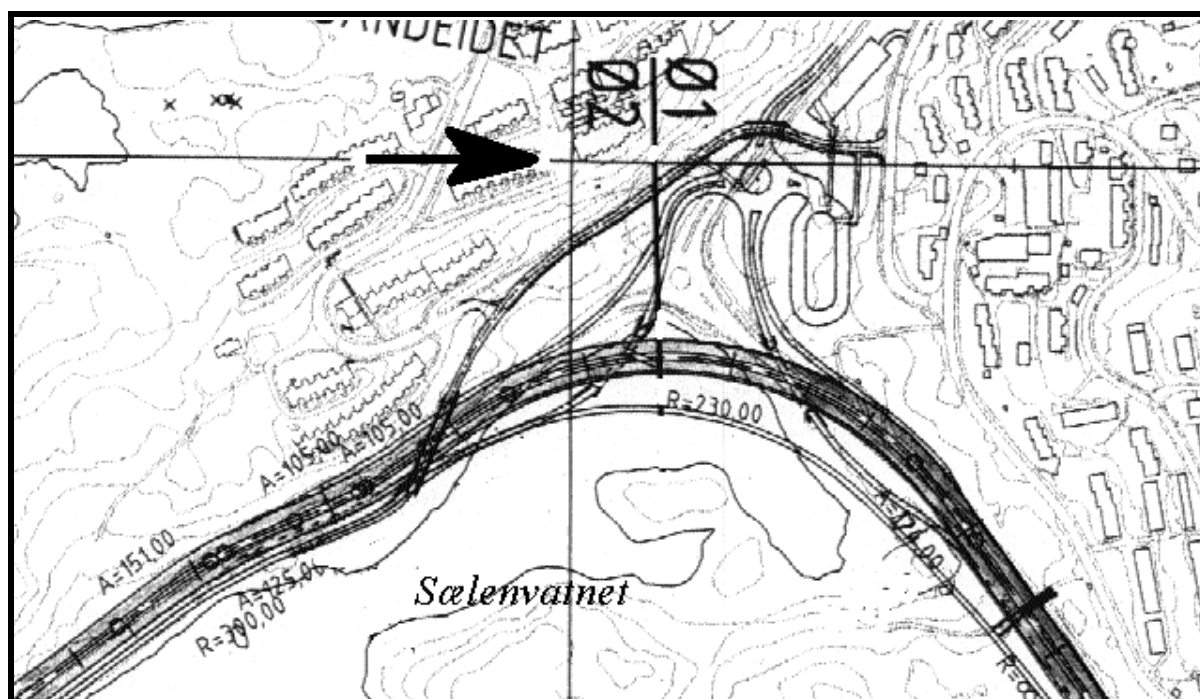
Denne tunnelen har sitt bunnpunkt under Nordåsstraumen, og lengden på tunnelen avhenger av om fortsettelsen er etter alternativ V3 eller Ø3, der Ø3 er ørlite lenger.

Hele tunnelen har oppsamling til bunnpunktet under Nordåsstraumen

- Ø2 Det østlige alternativet følger strandkanten av Sælenvatnet sørover fra krysset ved Sandeidet og går så ned i tunnel under Nordåsstraumen omtrent ved dagens rundkjøring ved straumen inn til Sælenvatnet.

Denne tunnelen har sitt bunnpunkt under Nordåsstraumen, og lengden på tunnelen avhenger av om fortsettelsen er etter alternativ V3 eller Ø3, der Ø3 er ørlite lenger.

Hele tunnelen har avrenning til bunnpunktet under Nordåsstraumen



FIGUR 3: Kryss ved sandeidet ved Sælenvatnet etter alternativene Ø1 og Ø2. Alternativene V1 og V2 går i tunneler, henholdsvis nordover fra dagens rundkjøring midt på kartet og sørover under rekkehusene vest for veien. Kartet har 500 meters rutenett og piler angir nord.

Strekning 3; under Nordåsstraumen og til Birkelandsvatnet

- V3 Det vestre alternativet passerer i tunnel under Nordåsstraumen og kommer opp i dagen og passerer dalen opp fra Dolviken, der dagens veikryss inn mot Sandsli ligger. Videre mot sør går veien igjen inn i en ny 1,2 km lang tunnel som ender omtrent der veien kommer inn mot dagens Ytrebygdvei.

Tunnelen under Nordåsstraumen har sitt lavpunkt på -20 moh og stiger så bratt med 50,79 ‰ opp mot passeringen av Dolvikdalen. Den neste tunnelen sørover mot Birkelandsvatnet stiger videre med kun 7,38 ‰ opp mot toppunktet på omtrent 45 moh nær det søre innløpet

*Dreneringspunkt 1 ved passering Dolvikdalen samler opp vann fra 1,2 km tunnel fra nord
Dreneringspunkt under Nordåsstraumen samler opp vann fra hele tunnelen.
Resten av veien har avrenning mot Birkelandsvatnet*

- Ø3 Det østre alternativet passerer under Nordåsstraumen og kommer opp i dagen noe lenger opp i dalen fra Dolviken enn alternativ V3. Videre mot sør går veien i dagen rett sørover, øst for dagens Ytrebygdvei til Birkelandsvatnet.

Tunnelen under Nordåsstraumen har sitt lavpunkt på -35 moh og stiger så bratt med hele 65,89 ‰ opp mot utløpet. Videre mot sør stiger veien svakt og går så svakt nedover mot Birkelandsvatnet.

*Dreneringspunkt under Nordåsstraumen samler opp vann fra hele tunnelen.
Dreneringspunkt 1 ved passering Dolvikdalen samler opp vann fra omtrent 0,5 km vei fra nord
Resten av veien har avrenning mot Birkelandsvatnet*

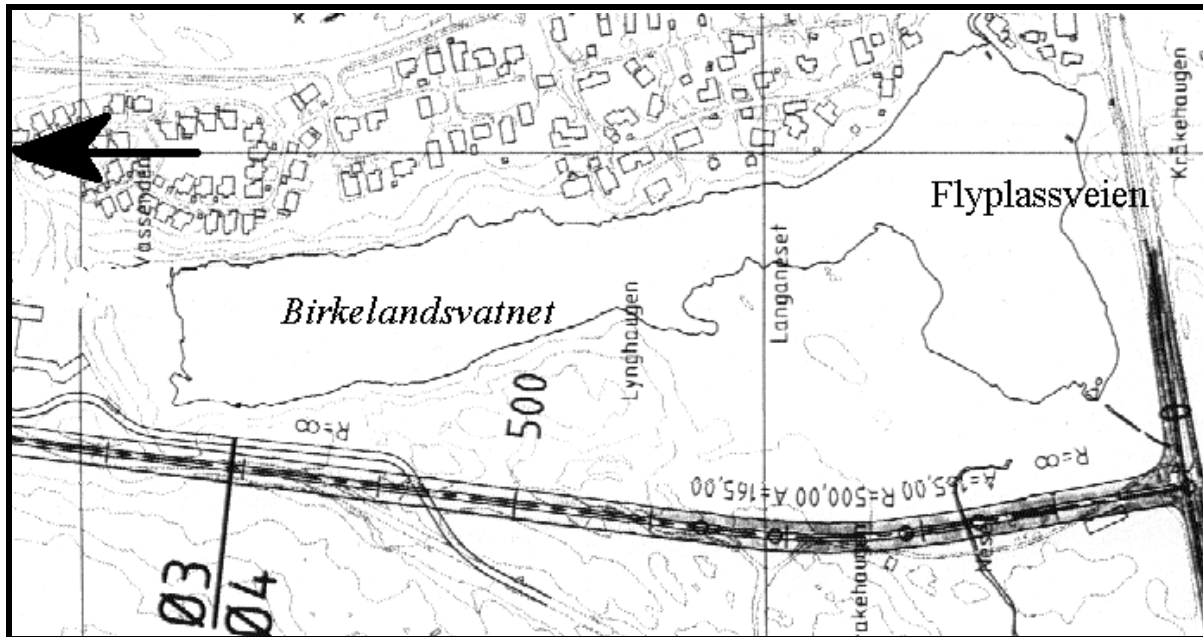
Strekning 4; langs Birkelandsvatnet og til Flyplassveien

- V4 Det siste stykket mot Flyplassveien går dette alternativet langs dagens Ytrebygdvei og ender ut i dagens Hjellestadkryss.

Dette veistykket har avrenning mot Birkelandsvatnet, selv om det er noe avstand til selve innsjøen

- Ø4 Det østre alternativet går langs med Birkelandsvatnet fram til et nytt kryss ved Flyplassveien

Dette veistykket har avrenning direkte til Birkelandsvatnet,



FIGUR 4: *Alternative Ø4. Alternativene V4 går vest langs dagens Ytrebygdvei til Hjellestadkrysset. Kartet har 500 meters rutenett og piler angir nord.*

Alternativ S; egen tofeltsvei for kollektivtrafikk på hele strekningen

Det er også utarbeidet et eget alternativ med en tofeltsvei for kollektivtrafikk på hele strekningen. Fra Kokstad går den som en ny firefelts Kokstadvei nordover, svinger østover og går gjennom en liten tunnel på 200 meter som munner ut akkurat nord for Birkelandsvatnet. Har et lavpunkt på 36 moh her. Går så videre mot nord mellom Statoil og Hydro og passerer bekk fra Skranevatnet med bro. Går videre i en ny firefeltsløsning gjennom "Fanatorget" og egen trasé mot Dolviken. Her går veien inn i en 1,8 km lang tunnel under Nordåsstraumen med lavpunkt på -15 moh og kommer opp i sørenden av Sælenvatnet (mye likt alternativ Ø2). Følger så egen trasé parallelt med Bjørgeveien langs Sælenvatnet (som alternativ Ø1), videre innover Fyllingsdalen der det går inn i en 3,3 km lang tunnel ved Skarphaugen. Har sitt lavpunkt ved "Tjernet" (som tunnel i alternativ Ø1), og går til Loddefjord med fall de siste 2,4 km dit.

200 m tunnel og 0,5 km vei har avrenning til lavpunkt ved Birkelandsvatnet

1,8 km tunnel med lavpunkt under Nordåsstraumen

Nesten 5 km vei har avrenning til Sælenvatnet

0,9 km tunnel renner til lavpunkt ved "Tjernet"

2,4 km tunnel renner til Loddefjord

KONSEKVENSVURDERING

Generelt ønsker en å minimalisere mulige negative virkninger av avrenning fra vei. Det betyr at avrenning fra veistrekninger og tunneler med stor trafikk, i utgangspunktet bør samles opp og renses før vannet slippes til følsomme resipienter/vassdrag. Det er dessuten viktig å kunne samle opp avrenning dersom det skulle skje uhell ved transport av farlig stoff.

Vassdragene i denne delen av kommunen er små, og fordi de har svært liten minstevannføring er de spesielt følsomme for selv moderate tilførsler. Selv små tilførsler vil kunne gi høye konsentrasjoner av stoff, og partikkelavsetningen i vassdragene blir stor i periodene med liten vannføring. Også i innsjøene vil avrenning fra veistrekninger kunne føre til uønsket opphopning av giftstoff i sedimenter, med påfølgende oppkonsentrering i organismer som fisk og fugl. Innsjøene ligger nær befolkningskonsentrasjoner, og flere av innsjøene er attraktive for fritidsfiske. Enkelte er også knyttet til våtmarksområder av særlig verdi.

Dette betyr at alt tilsig fra vanlig veiavrenning bør samles opp, og ved veitraséenes lavpunkter bør det etableres enkle sedimenteringsanlegg som renses avrenningen. Videre bør det også være mulig å samle opp avrenningen i oppsamlingskummer som kan stenges i tilfelle uhell. Dette er særlig viktig for tunneler, der den periodevise avrenningen etter vasking er vesentlig mer konsentrert. Det bør derfor etableres tette oppsamlingskummer for tunnelene med lengde på over 1 km, slik at vannet etter vask og eventuelle uhell kan samles opp og fraktes bort til egnet deponering,- gjerne i et spesielt dimensjonert sedimenteringsanlegg annet steds langs den aktuelle traséen.

Avrenning preget av veisaltning ansees å være et mindre miljøproblem i disse områdene, både fordi det regner så mye at saltkonsentrasjonene blir moderate, men også fordi vegetasjonen i større grad er vant til å takle salttilførsler på grunn av nærheten til kysten (Statens vegvesen 1996 b).

Alternativ V1

Det vestre alternativet går i tunnel hele veien fra Liavatnet til krysset ved Sandeidet ved Sælenvatnet, og hele den 3,5 km lange tunnelen har avrenning til et dyppunkt omtrent 200 meter øst for Gjeddevatnet og -30 moh. Herfra må alt vann pumpes til overflaten.

Gjeddevatnet er i dag reservedrikkevannskilde, og utslipp til denne innsjøen må derfor i utgangspunktet renses. Selv om Gjeddevatnet med tiden kan bli fristilt fra båndlegging som drikkevannskilde, inngår innsjøen i kommunens planer for tilrettelegging for fritidsfiske (Johnsen 1997).

Tjørevikvassdraget med Bjørndalsvatnet og Gjeddevatnet er valgt ut som sentrale innsjøer for fritidsfiske i Fyllingsdalen bydel. Innsjøene ligger i naturskjønne omgivelser med Kanadaskogens nett av turstier på den ene siden, samtidig som begge innsjøene ligger til vei. Vannkvaliteten i vassdraget er i dag preget av forsurening, men innsjøene er høyt prioritert i *Kalkingsplan for Bergen* (Bjørklund mfl. 1996). I Gjeddevatnet er det fremdeles en tynn bestand av storvokst aure uten særlig rekruttering.

Avrenningsvann fra tunnelen føres til tunnelåpningen, der det bør etableres oppsamlingskum.

Alternativ Ø1

Det østre alternativet går først i en tunnel fra Liavatnet til Skarphaugen i Fyllingsdalen. Lavpunktet til denne tunnelen ligger ved “Tjernet” ved “Tjernet borettslag”. Dette tjernet ligger som en liten idyll foran borettslaget, det er grunt og omtrent helt dekket av nøkkeroser og annen vannvegetasjon som tjønnaks (**figur 5**). Det ble observert flere stokkand-par ved befaringen 8.mai 1999. Tjernet er preget av gjengroing, og har sannsynligvis liten vannutskifting. Innsjøen har liten resipientkapasitet.

Avrenningsvann fra tunnelen føres til tunnelåpningen, der det bør etableres oppsamlingskum.



FIGUR5: “Tjernet borettslag” ved “Tjernet” i Fyllingsdalen. Tunnelen i alternativ Ø1 har sitt lavpunkt i åsryggen under borettslaget og til høyre på bildet.

Fra krysset ved Skarphaugen skal veien gå videre sørover langs og delvis uti Sælenvatnet. Den vil dessuten berøre innløpet til Sælenvatnet i nordvest. Denne bekken er i dag meget næringsrik, og passerer dyrket mark i en steinsatt veit før den renner ut i Sælenvatnet. 150 meter over utløpet passerer den dagens *Fyllingsdalsvei* gjennom et langt rør. Det er mulig for fisk å vandre opp fra Sælenvatnet, men gytemulighetene var svært begrenset, både på grunn av uegnet substrat og også periodevis liten vannføring.

Det er sannsynligvis ikke noe stort tap for sjøauren i Sælenvatnet om resten av denne bekken legges i rør.

Veien er planlagt langs med Sælenvatnets breidd helt til og videre forbi krysset ved Sandeidet. Hele denne strekningen på et par km har avrenning mot Sælenvatnet, og akkurat denne vestre delen av Sælenvatnet er viktig som myte-område for andefugler (Håland & Stellberg 1998). Tilførsler fra avrenning fra flere km firefelts vei er derfor lite ønskelig til akkurat dette bassenget. For øvrig har Bergen kommune brukt ressurser de siste årene på å forbedre miljøet i Sælenvatnet, som har hatt et oksygenfritt og hydrogensulfidrikt stagnerende dypvann (Kambestad & Johnsen 1994; Johnsen 1994). Dette arbeidet har

vært relativt vellykket, men det gjenstår svært omfattende arbeider før Sælenvatnet er fullstendig restaurert.

Sælenvatnet ble for øvrig undersøkt med hensyn på forekommende fiskebestander høsten 1998 i forbindelse med konsekvensvurderingene knyttet til planene for Ringvei Vest (Urdal & Kålås 1998). Når det gjelder forholdene for fisk i Sælenvatnet ble det her konkludert med at:

UTDRAG 1:

“Eit inngrep i Sælenvatnet i form av vegfylling på vestsida av vatnet, vil truleg ha små og kortvarige effektar på fisken i vatnet. Eventuelle problem vil vera i og like etter anleggsfasen. Aure og stingsild vil verta påverka lokalt, men utan at det har avgjerande innverknad på bestandane i vatnet. Ei attfylling av den grunne bukta på vestsida av vatnet fjernar eit relativt stort område som er opphaldsstad for stingsild, men ein finn denne arten kring heile vatnet, og den totale konsekvensen vert relativt liten. Det er lite sannsynleg at denne bukta i særleg grad vert nytta som oppvekststad for ung aure. Det som er viktig er at Sælenelva ikkje vert påverka, nedslamming eller redusert vassføring her vil kunna ha alvorlege konsekvensar for rekrutteringa til auren i Sælenvatnet. Sælenelva er truleg også ei svært viktig rekrutteringselv for sjøaurebestanden i Nordåsvatnet.”

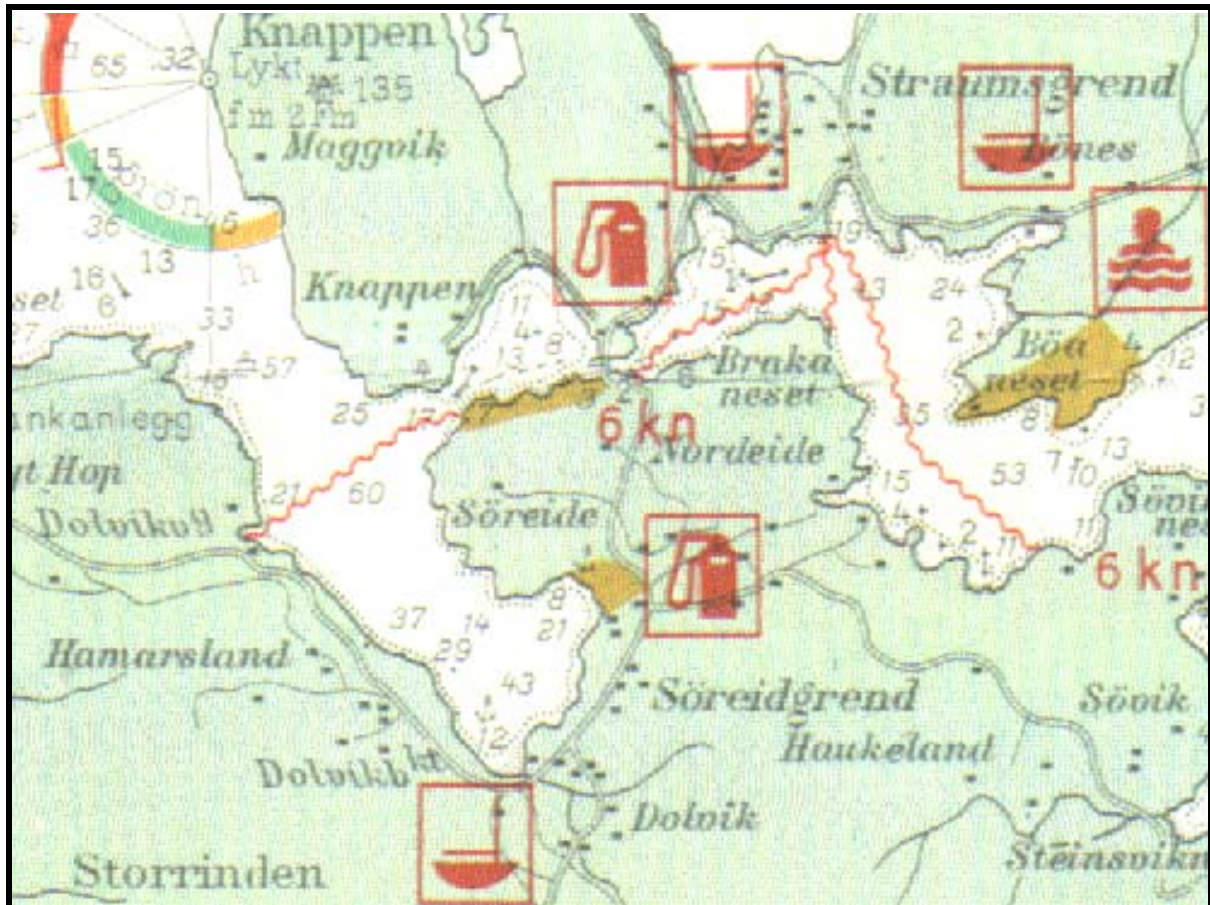
Fra: Urdal & Kålås (1998)

Konsekvensene med hensyn på avvenning fra veistrekningene ved alternativ Ø1 vil derfor i hovedsak knytte seg til eventuelt ønske om å ivareta en tilstrekkelig miljøkvalitet i den nordvestre bukten med hensyn på andefuglenes behov. Det anbefales derfor at en etablerer samlet avvenning fra hele veistrekningen via et sedimentasjonsanlegg, der avvenningen eventuelt føres ut i selve Sælenvatnet.

Alternativene V2 og Ø2

Begge de to alternativene, både det vestre og det østre, har mye til felles når det gjelder avvenningsvann fra tunnelene under Nordåsstraumen. Det østre veialternativet går dessuten i dagen langs nåværende vei ved Sælenvatnets sørvestre strandkant før det går inn i tunnel under Nordåsstraumen. Når det gjelder avvenning fra denne strekningen henvises til konklusjonen i Urdal & Kålås (1998) vist til over (utdrag 1).

Avvenning fra tunnelene under Nordåsstraumen må pumpes til overflaten, og det bør være mulig å slippe det meste av dette direkte til sjø. Slik utpumping vil imidlertid ikke være noen kontinuerlig prosess, og dersom en pumper avvenningen til sjø i selve Nordåsstraumen mens tidevannet er på vei ut av Nordåsvannet, vil stoffene bli transportert bort og spredd over et størst mulig område. Det lille bassenget rett vest for Straume Bro vil ventelig ikke ha stagnerende dypvann, og det er å regne med at avvenningsvann fra tunnelene vil bli fraktet ut på større dyp i Dolviken dersom det blir pumpet til overflaten ved sterkest utgående strøm (**figur 6**).



FIGUR 6: Utdrag av båtsportkart over Dolviken og vestre del av Nordåsvatnet.

Alternativene V3 og Ø3

Begge de to alternativene,- det østre og det vestre, kommer opp i dalen ovenfor Dolviken etter den undersjøiske passeringen av Nordåsstraumen (**figur 1 og 6**). I denne dalen går veien inn mot Sandsli i dag, og det lille vassdraget som renner ut innerst i Dolvikbukten er allerede for det meste lagt i rør. Like over flomålet krysses bekken av *Grimstadveien*, og allerede denne passasjen gjør vassdraget umulig å vandre opp i for sjøaure. Videre oppover er bekken 0,5 meter bred og utgjør ikke noen resipient for avrenning fra veiene.

Det vestre alternativet V3 innebærer en 1,2 km lang tunnel fra Birkelandsvatnet til Dolviksdalen, og her bør det etableres en mulighet for oppsamling av overflatevann med tilhørende enkelt sedimenteringsanlegg. Tilsvarende ansees ikke nødvendig for det østre alternativet Ø3 der veien går i dagen stort sett langs den nåværende *Ytrebygdsveien*.

Alternativene V4 og Ø4

Begge disse alternativene går innom nordenden av Birkelandsvatnet, mens det østre fortsetter langs innsjøen, der det vestre alternativet følger mer langs dagens Ytrebygdsvei mot Hjellestadkrysset.

Birkelandsvatnet ligger øverst i en grein av Grimseidvassdraget, og det skal være utsatt gjedde i innsjøen. Innsjøen ligger ikke enkelt tilgjengelig, og det er ikke tilrettelagt med adkomst på noen av sidene. Det ligger delvis brakklagte jordbruksarealer langs vestsiden av innsjøen. Det er heller ikke gytemuligheter for aure i forbindelse med denne innsjøen. Innsjøen har således kun begrensede muligheter for fritidsfiske etter gjedde. Innsjøens er meget næringsrik, og dypvannet er preget av høyt oksygenforbruk og råtne forhold. Vannkvaliteten i innsjøen er ikke god (Bjørklund mfl 1992; Bjørklund & Brekke 1999), og innsjøen preges av gjengroing langs de sørvestre delene. .

Avrenning fra begge disse to veitraséene bør samles opp før de kan slippes via et enkelt sedimenteringsanlegg til innsjøen ved veienes laveste punkt nær Fleslandsveien.

Alternativ S; egen tofeltsvei for kollektivtrafikk på hele strekningen

Dette alternativet vil i liten grad medføre tilsvarende avrenningsproblematikk som de tidligere omtalte, fordi det kun vil bli trafikkert av busser med en vesentlig lavere trafikk tetthet. Det vil heller ikke være fare for uhell ved transport av farlig gods, og behovet for vasking av tunneler vil være lite i forhold til tett trafikkerte veistreknings.

Veien vil imidlertid passere på bro over bekken mellom Skranevatnet og Håvardstunvatnet ved Sandsli, slik at det i anleggsfasen er viktig at det ikke slippes steinstøv etc til denne bekken.

Videre vil tunnelen fra Fyllingsdalen mot Loddefjord ha et lavpunkt ved Tjernet, og der vil det være en fordel om utpumpingen kan skje via en kum.

Ellers er det ikke å påregne at det skal være særlige behov for rensiltak knyttet til dette alternativet.

FORESLÅTTE RENSETILTAK

Det foreslås i denne vurderingen etablert fire hovednivåer for oppsamling og rensing av avrenning fra vei. Dette beror seg på at det er snakk om firfeltstveier med den trafikkbelastning på mellom 10.000 og 20.000 kjøretøyer i døgnet for de fleste strekningene, og at de aller fleste vassdragsresipientene er følsomme for tilførsler av denne type og har stor miljømessig verdi både i seg selv og fordi de ligger nær betydelige befolkningskonsentrasjoner.

Nivå 1: Ingen oppsamling og rensing

Dette gjelder korte veistrekninger i dagen med varierende stigning/fall, som samtidig har avrenning til gode resipienter. Det gjelder følgende steder:

- Alternativ Ø2 langs vestsiden av Sælenvatnet
- Alternativ V3 og V4 dagstrekningene mot Fleslandsveien

Nivå 2: Oppsamling med enkel slamavskilling

Dette er aktuelt der lengre veistrekninger med stigning/fall, som samtidig har avrenning til mindre gode resipienter. Det er her snakk om oppsamling med punktavrenning via enkel kum med overløp som tjener som slamavskiller. Dette overløpet bør kunne stenges og tømmes i tilfelle uhell med transport av farlig gods. Dette gjelder:

- Alternativ Ø3 langs Ytrebygdveien

Nivå 3: Oppsamling med mer omfattende slamavskilling

Dette er aktuelt der lengre veistrekninger med stigning/fall, som samtidig har avrenning til små eller dårlige resipienter, eller resipienter med krav til god miljøkvalitet. Det gjelder også for tunneler der strekning med fall mot anlegget er under en km. Det er her snakk om oppsamling med punktavrenning via slamavskiller med to basseng, der overløp fra det første kan stenges i tilfelle uhell med transport av farlig gods. Dette gjelder følgende steder:

- Alternativ Ø1 fra Skarphaugen til Sandeidet
- Alternativ V3 i Dolvikdalen
- Alternativ Ø4 ved Birkelandsvatnet

Nivå 4: Mulighet for oppsamling i kum

Dette er kun aktuelt for tunneler. Hensikten er å kunne frakte vekk avrenningen i de tilfeller der det foregår tunnelvask. Tunneler med lavpunkt underveis, der det kan være aktuelt å pumpe avrenning til vassdrag/sjø ved overflaten, bør ha tett kum ved lavpunkt, hvorfra overløpsvann pumpes til overflaten. Til god sjøresipient kan det gå direkte:

- Alle alternativ under Nordåsstraumen

Til vassdrag må det være rensing tilsvarende nivå 3 før avrenning til vassdrag. Dette gjelder:

- Alternativ V1 ved lavpunkt til Gjeddevatnet
- Alternativ Ø1 og S ved lavpunkt til Tjernet

REFERANSER

BERGEN BYRETT 1996

Dom i sak nr 96-761 A. 14 sider med domsslutning
(Omhandler erstatning på skader på fisk i settefiskanlegg etter anleggsarbeide i vassdraget).

BJØRKLUND, A.E. & E.BREKKE 1999

Overvåkning av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1998.
Rådgivende Biologer as, rapport nr. 382, 112 sider. ISBN 82-7658-242-7.

BJØRKLUND, A., G.H. JOHNSEN, Å. ÅTLAND & A. KAMBESTAD 1993.

Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1992.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 81, 168 sider ISBN 82-7658-011-4

BJØRKLUND, A.E., KÅLÅS, S. & G.H. JOHNSEN 1996

Kalkingsplan for Bergen kommune 1995.
Rådgivende Biologer, rapport 170, 32 sider. ISBN 82-7658-085-8

HESSEN, D., V. BJERKNES, T. BÆKKEN & K.J. AANES 1989.

Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på fisk og bunndyr.
NIVA-rapport 226, ISBN 82-577-1521-2, 36 sider

HOFFMANN, E.J., LATIMER, J.S., HUNT C.D., MILLS, G.L., QUINN, J.G. 1985

Stormwater runoff from highways. Water, Air and soil Pollution No. 25, 365-376.

HÅLAND & STELLBERG 1998

Ringvei Vest, bergen. Konsekvensutredning, deltema natur og miljø. Fase II. Vurdering av nye traséalternativer. Virkninger på Sælenvatnet.
Norsk Natur Informasjon - NNI, rapport 31.

HVITVED-JACOBSEN, T. & S. O. ÅSTEBØL 1996

Veiavrenning og vannforurensning.
Internasjonale krav til utslipp av overvann fra vei.
Geofuturum as., Prosjekt nr. 534, 20 sider

JOHNSEN, G.H. 1992

Beskrivelse av hendelsesforløp og årsaksforhold ved akutt høy dødelighet på fisken hos Kvernsmolt as. i september 1992.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 74, 22 sider

JOHNSEN, G.H. 1994.

Tilstandsbeskrivelse av Sælenvatnet i Bergen, høsten 1994.
Rådgivende Biologer, rapport 127, 8 sider, ISBN 82-7658-033-5

JOHNSEN, G.H. 1997

Plan for tilrettelegging for fritidsfiske i vassdrag i Bergen kommune 1996-2000.
Rådgivende Biologer as. Rapport nr 295, 71 sider, ISBN 82-7658-155-2

JOHNSEN, G.H. & S.KÅLÅS 1998a.

Undersøkelse av innsjøer på Vestre Bokn i forbindelse med legging av Europipe II
Rådgivende Biologer as. rapport 359, 21 sider, ISBN 82-7658-219-2.

JOHNSEN, G.H. & S. KÅLÅS 1998b.

Fiskebiologiske undersøkelser av tre innsjøer på Vestre Bokn i forbindelse med Europipe II
Rådgivende Biologer as. rapport 375, 18 sider, ISBN 82-7658-236-2.

KAMBESTAD, A. & G.H.JOHNSEN 1994

Tilstandsbeskrivelse av Sælenvatnet i Bergen vinteren 1994
Rådgivende Biologer, rapport 117, 16 sider ISBN 82-7658-026-2

SFT 1996:

Miljøgifter i overvann.
Rapport nr. 96:18, 43 sider.

STATENS VEGVESEN 1996

Veiavrenning og vannforurensning. Internasjonale krav til utslipp av overvann fra vei.
Prosjekt nr. 534, 20 sider.

STATENS VEGVESEN 1996 b

Effekter av veisaltning på jord, vann og vegetasjon.
Sammendragsrapport, 63 sider.

STATENS VEGVESEN 1997

Vegavrenning. Aktuell miljøforskning
MISA 97/08, Miljø og samfunnsavdelingen, 30 sider.

SOSIAL- OG HELSEDEPARTEMENTET 1995

Forskrift om vannforsyning og drikkevann mm.
Rapport nr. 68, 38 sider.

SÆGROV, H., B.T.BARLAUP & H.LURA 1991

Anleggsarbeidet i Vosso, vinteren 1990-91. Effekter på overleving av lakseegg.
Unummerert rapport, Økologisk Avdeling, Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen.

URDAL, K. & S. KÅLÅS 1998.

Fiskeundersøkingar i Sælenvatnet i Bergen hausten 1998.
Rådgivende Biologer as. Rapport nr. 358, 11 sider. ISBN-82-7658-218-4.