



Statens vegvesen

Rapportkatalog:

Avrenning av vann fra sprengningsarbeid



UTB
2005/06

Utbyggingsavdelingen, Vegdirektoratet



Statens vegvesen

Avrenning av vann fra sprengningsarbeid

Oppdragsgiver Statens vegvesen Vegdirektoratet Utbyggingsavdelingen Miljøseksjonen Jørn Arntsen 22 07 34 64 jorn.arntsen@vegvesen.no	Oppdragstaker Randi Kruuse-Meyer og Elisabeth Rabben, NTNU	ISSN- nummer
		Rapportnr UTB 2005/06
		Arkivnummer 2005/29273

Tittel Avrenning av vann fra sprengningsarbeid
Sammendrag Rapporten viser sammendrag av tidligere rapporter som berører temaet avrenning av vann fra sprengningsarbeid. Sammendragene er gruppert etter problembeskrivelse, miljøkonsekvenser og mulige tiltak
Summary

Emneord Vann Avrenning Sprengningsarbeider Tunnel	Subject words
--	----------------------

FORORD	4
1. PROBLEMATIKK	5
1.1. Utlekking av nitrogen fra lagret tunnelmasse i Kobbervikdalen.....	5
1.2. Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse	6
1.3. ”Nitrogen” i sprengstein fra tunneldrift	7
2. MILJØKONSEKVENSER VED UTSLIPP	8
2.1. Biologiske effekter av partikler i vann.....	8
2.2. Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på fisk og bunndyr.....	9
2.3. Uorganiske partikler i vann. Effekter på fisk og dyreplankton.	10
2.4. Konsekvensanalyse av dumping av tunnelmasse i sjøen i Lærdalsområdet	11
2.5. Drammenselva – Miljøvurderinger i forbindelse med utfylling av strandsonen ved Mjøndalen.....	12
2.6. Avløpsvann til Nitelva fra tunneldrift i Rælingen. Vurdering av effekter.	13
2.7. Igangkjøring av Hekni kraftverk.....	14
Undersøkelser av partikeleffekter på vannkjemi, Byglandsfjordbleke og vassdragsøkologi	14
2.8. Avløpsvann og slam frå tunnelarbeide. Oslofjordtunnelen.....	15
2.9. Skatestraumen. Vurdering av miljøeffekter ved utslipp av tetningsmidler fra tunnel.....	16
2.10. Romeriksporten.....	17
Kjemiske stoffer i tunnelvannet – utover rester av tetningskjemikalier	17
2.11. Overvåking -Månabekken.....	18
2.12. Utslipp av tunnelvann til Mastebekken, Modum kommune. Virkninger på vannkjemi, bunndyr og fisk	19
2.13. Uomsatt sprengstoff ved tunnelsprengning; miljø og sprengtekniske aspekter	20
2.14. Utfylling av tunnelmasse i nedre del av Drammenselva. Overvåking av vannkvalitet.....	21
2.15. E16. Tunnel Aurland – Lærdal. Registrering og overvåking av vasskvalitet, botndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella frå 1994 til 2000.	22
2.16. Miljørisikovurdering for utslipp av drifts- og drensvann fra nye tunneler under bygging mellom Asker og Jong.....	23
2.17. Sammensetning av tunnelvann som vurderes ført til kommunalt avløpsnett i Asker og deretter til behandling på VEAS.	24
2.18. Ring 3 Ulven-Sinsen, Utredning om vannmiljø.....	25
2.19. Utslipp av tunnelvann til Kortenbekken. Virkninger på sediment og biologi i Kortenbekken, Homannsbekken og Ilene naturreservat.....	26
3. MULIGE TILTAK	27
3.1. Fjerning av nitrogenforbindelser fra avløpsvann. Litteraturoversikt.	27
3.2. Parallellanalyser av ammonium og nitrat i avløpsvann fra DYNO Industrier A/S, Sætre i Hurum.....	28
3.3. Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann i en integrert avdrivnings- og absorpsjonsprosess.	29
3.4. Fjerning av næringsstoffer ved rensing av avløpsvann.....	30
3.5. Sensorer for nitrogen og fosfor. System for automatisk måling av nitrogen og fosfor i vann: Sluttrapport for første prosjektår.	31
3.6. Rensning av drensvann fra Romeriksporten. Driftserfaringer fra renseanlegg basert på oson	32
3.7. Forprosjekt – rensing av overvann og vaskevann fra nytt veganlegg Rv 150 Ring 3 Ulven – Sinsen.....	33
3.8. Tverrslag Lieråsen tunnel. Erfaringer med behandling av alkalisk avløpsvann før utslipp til Verkenselva i Asker.....	34
3.9. Tiltak/beredskap syredosering til basisk anleggsvann fra driving av Flår	35

Forord

I forbindelse med oppstarten av et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen og NFF (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk) ble det sommeren 2005 utført en litteraturstudie og kunnskapskartlegging rundt temaet "avrenning fra sprengningsarbeide i tunnel". Studiet ble utført av Randi Kruuse-Meyer og Elisabeth Rabben (begge NTNU) som en del av en sommerjobb for Statens vegvesen.

Innholdet i rapporten er en oppsummering av hva som ble funnet gjennom litteraturstudiet.

Rapporten er delt inn i tre kapitler, som tar for seg problematikken rundt avrenningen, konsekvenser ved utslipp og tiltak for å redusere de negative effektene.

De fleste sammendragene er hentet direkte fra rapportene, mens noen er bearbeidet for å trekke fram de viktigste poengene for denne problemstillingen. Sammendrag merket med * er bearbeidet.

Sammendragene er rangert etter utgivelsesår, med de eldste rapportene innenfor hvert tema først.

Ansvarlige på Utbyggingsavdelingen er Jørn Arntsen og Jan Eirik Henning.

September 2005



Sidsel Kålås

Seksjonsleder

Miljøseksjonen

1. Problematikk

1.1. Utlekking av nitrogen fra lagret tunnelmasse i Kobbervikdalen

Rapporttittel → Dato:19.01.97 ISBN:82-577-3360-1	Utlekking av nitrogen fra lagret tunnelmasse i Kobbervikdalen
Lokalitet/veganlegg/ vegstreknning	Vegpakke Drammen
Oppdragsgiver	Statens Vegvesen, Buskerud vegkontor
Utførende	NIVA Forfatter: Torleif Bækken
Rapportinnhold/ sammendrag	<p>5 prøver med lagret steinmasse ble tatt med gravemaskin ca 3 m nede i et steinlager i Kobbervikdalen. Fra disse prøvene ble det tatt ut 2 kg som ble blandet med 5L ferskvann. Etter 40 timer ble pH, totalt nitrogen og ammonium innhold målt i prøvevannet. pH-verdien var i gjennomsnitt 8,0. Dette var ca ½ pH enhet lavere enn ved tilsvarende målinger foretatt i mai 1997. Konsentrasjonen av totalt nitrogen var i gjennomsnitt 3,5 mgN/L. Dette var noe lavere enn i prøvene fra mai 1997 der det ble registrert 4,7 mg/L. Konsentrasjonen av ammonium (NH₄ + NH₃) var i gjennomsnitt 1,97 mgN/L. Dette var om lag det samme som ble funnet i mai 1997 der det ble registrert 1,95 mgN/L. Innholdet av ammoniakk (NH₃) i prøvene avhenger av konsentrasjonen av ammonium og av pH verdien i prøvene. Ved pH verdier omkring 7,5-8,0 vil en liten andel, ca 0,5-1,0 % ved 5°C, av ammonium forefinnes som ammoniakk. Samlet viser denne analysen ammoniakk-, totalt nitrogen- og pH-verdier i samme størrelsesorden eller noe lavere enn ved forrige utlekkingsforsøk i mai 1997.</p> <p>Rapporten konkluderer med at de lagrede massene fra Kobbervikdalen trolig ikke vil medføre vesentlige forurensningsproblemer for Drammenselva dersom de anvendes som fyllmasse til gang og sykkelvei ved Mjøndalen.</p>

1.2. Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse

Rapporttittel → Dato: 10.01.98 ISBN: 82-577-3509-4	Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	
Oppdragsgiver	Statens vegvesen, Oslo
Utførende	NIVA Forfatter: Torleif Bækken
Rapportinnhold/ sammendrag	<p>For å få bedre kunnskap om hvor mye nitrogen som renner av fra sprengstein fra tunneler, og hvor mye av dette som kan forefinnes som ammoniakk, har Statens Vegvesen ønsket å sette i gang en utlekkingsstest på tunnelmasse. Testen ble utført på representative uspylte delprøver fra 8 salver. Prøvene hadde en masse på omkring 11 tonn. Det ble anvendt emulsjonssprengstoff bestående i hovedsak av NH_4NO_3. Forbruket var i gjennomsnitt 555 kg/salve. Til fjellsikring ble det anvendt sprøytebetong. Hver prøve ble vasket 5 ganger i 10m^3 containere. Vannprøver ble analysert for NH_4, NO_3, pH og konduktivitet. 65 % av nitrogenet ble vasket ut ved 1. vask og ga gjennomsnittlige konsentrasjoner av NH_4 og NO_3 på 46 mgN/l og 58 mgN/l. Etter 5. vask var det konsentrasjonene henholdsvis 2,5 og 1,2 mgN/l. pH varierte mellom 8,1 og 11,8 med høyeste verdi fra salver tatt rett etter bruk av sprøytebetong. Gjennomsnittlig avrenning av totalt nitrogen var 24,2 gN/tonn og tilsvarte 14,7 % av nitrogenet i det benyttede sprengstoffet. Ved dumping av tunnelmasser vil konsekvensene for vannkvaliteten og biologi avhenge av mengden sprengstoffrester, pH-verdi samt resipienttype og størrelse. Det bør vurderes å sette i verk tiltak som reduserer avrenningen av nitrogen fra tunnelanlegg. Tiltaksmetoder og virkningen av tiltak på nitrogenavrenning fra tunneler er lite/ikke utprøvd. Mulig innfallsvinkler er: bedre arbeidsrutiner for å redusere søl av sprengstoff ved håndtering og ladning, og spyling av røysa før utkjøring med oppsamling og rensetiltak på tunnelvann.</p>

1.3. "Nitrogen" i sprengstein fra tunneldrift

Rapporttittel → Dato: 17.4.00 ISBN:	"Nitrogen" i sprengstein fra tunneldrift
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Oslo
Oppdragsgiver	Norconsult Rådgivende ingeniører og konsulenter
Utførende	Dyno Nobel Forfatter: Jan Vestre
Rapportinnhold/ Sammendrag *	<p>Deponering av sprengstein fra tunneler kan medføre utslipp av ulike nitrogenforbindelse som nitrater, ammonium, ammoniakk og andre nitrogenforbindelser som kan virke som gjødsel for planter på land og i vann. Ammoniakk (NH_3) er en giftig forbindelse som dannes når ammonium (NH_4^+) kommer i et basisk miljø. Utslipp av ammoniakk medførte mye avisskriverier i Drammenspressen høsten 1997, med det viste seg at prøvetakingen det baserte seg på var lite representativ. Nye kontrollerte prøver fra tippene i Kobbervikdalen og målinger fra Drammenselva under utfylling av sprengstein viste akseptable verdier, og benyttelse av sprengstein til utfylling i Drammenselva ved Mjøndalen ble derfor godkjent av Fylkesmannen.</p> <p>Etter forespørsel fra Vegvesenet i Buskerud, besluttet Vegdirektoratet og Dyno at de i fellesskap skulle utføre en større miljøundersøkelse. NIVA ble engasjert til prøvetaking og måling, samt rapportering av resultatene. Artikkelen gir en kort oppsummering av resultatene fra undersøkelsen. Den viser at "nitrogenet" lett lar seg vaske ut av tunnelmassen, og det kan derfor være et godt tiltak å spyle røysa før og under utlastning. Mengden sprengstoffrester i sprengstein vil avhenge av type sprengstoff, omfanget av spyling på røysa og lekkesjemengde inn i tunnelen. Gjennomsnittlig 12 % av sprengstoffet blir liggende igjen i røysa. Det vil være mindre nitrogen i avrenningen ved bruk av Slurry enn Anfo. Mengden sprøytebetong som benyttes er bestemmende for pH-verdi, det er derfor viktig å sørge for at minst mulig sprøytebetong kommer med i røysa.</p>

2. Miljøkonsekvenser ved utslipp

2.1. Biologiske effekter av partikler i vann

Rapporttittel →	Biologiske effekter av partikler i vann
Dato: 1988	
ISBN:	
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	
Oppdragsgiver	Limnos, nr.3-88
Utførende	NIVA Forfatter: Dag O. Hessen
Rapportinnhold/ Sammendrag*	Suspenderte uorganiske partikler representerer et betydelig problem i mange vassdrag, og medfører til dels drastiske effekter på alle ledd i akvatiske næringskjeder. Det må skilles mellom to hovedtyper partikler; leirpartikler, ofte breslam eller erosjonsmateriale fra marine avsetninger, og nydannede partikler fra fjellskjæringer og sprengningsarbeide. Den viktigste forskjellen på disse typene partikler er morfologisk: avrundede kontra kantete, flisige partikler. Dette vil ha betydelige konsekvenser for de fysiske effekter på plante- og dyrelivet. Ved vurdering av partikkelinnholdets effekt på biologien må det legges vekt på konsentrasjon, partikkelstørrelser og morfologi. Konsentrasjon har betydning for lysintensiteten i vannet, som igjen har betydning for bentisk vegetasjon og planteplankton. Partikkelinnholdet har også betydning for tilgangen på næringssalter som kan være adsorbent på partiklene. For bunndyr vil sedimenteringseffekter være av størst betydning. Tilslammingsproblemer vil neppe avhenge av partikkeltype, men med hensyn til mekaniske effekter på filtrerende bunndyrarter må man forvente lavere toleransegrenser for sprengningspartikler. For fisk er det observert tre ulike partikleffekter; adferdsendringer, vevskader og tilslamming av gyteområder. Adferdsendringer og tilslamming vil være en funksjon av partikkelkonsentrasjon. Vevsskader vil avhenge av partikkeltype, og er spesielt påvist i tilfeller med kantete og flislige sprengningspartikler. Tilslamming av gyteområder kan medføre økt dødelighet av rogn og yngel grunnet redusert oksygentilførsel.

2.2. Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på fisk og bunndyr

Rapporttittel → Dato: 04.04.89 ISBN: 82-577-1521-2	Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på fisk og bunndyr
Lokalitet/veganlegg/ vegstrekning	Sogn og Fjordane
Oppdragsgiver	Sogn og Fjordane energiverk
Utførende	NIVA Forfatter: Dag Hessen Vilhelm Bjerknes Torleif Bækken Karl Jan Aanes
Rapportinnhold/ Sammendrag	<p>Tipping av sprengstein og tunnelmasse i Vetlefjorden fra høsten 1987 til oktober 1988 ga en betydelig partikkeltransport på hele elvestrekningen nedstrøms tippetstedet og langt utover i selve Vetlefjorden. Maksimalt ble det i de nedre regionene av elva registrert nesten 700 mg/l suspendert tørrstoff. Analyse av partiklene i elektronmikroskop viste dominans av spisse og kantede, men liten grad av nåleformede partikler. Analyse av størrelsessammensetning viste dominans av partikler <20µm. Ved prøvetaking i november var (etter at deponering hadde opphørt) var det meste av elvebunnen fri for slam, det var imidlertid nå etablert en betydelig begroing på steinene som en følge av økt næringsalttransport.</p> <p>Undersøkelser viste at biomasse og sammensetningen av bunndyr ble endret ved de ulike prøvetakingsstasjonene. Generelt ble det observert en økning i fjærmygglarver og en nedgang av andre grupper. De yngste årsklassene av fisk (sjørret og laks) var klart underrepresentert i elva, trolig på grunn av økt stress ved gjelleskader, tilslamming av bunn og gytegroper og redusert næringstilgang. Elektronmikroskopiske undersøkelser viste slimutsondring på gjeller av fisk eksponert for partiklene.</p>

2.3. Uorganiske partikler i vann. Effekter på fisk og dyreplankton.

Rapporttittel → Dato: 10.9.92 ISBN: 82-577-2172-7	Uorganiske partikler i vann. Effekter på fisk og dyreplankton
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	
Oppdragsgiver	NVE/Konsesjonsavgiftsfondet
Utførende	NIVA Forfatter: Dag Hessen
Rapportinnhold/ Sammendrag*	<p>Effekter av uorganiske partikler (boreslam og støv) ble testet i ulike konsentrasjoner på fisk (ørretyngel) og dyreplankton (Daphnia). Dødelighet, kondisjon og mekaniske skader på gjeller og filterapparat ble undersøkt og sammenholdt med litteraturdata.</p> <p>Rapporten konkluderer med at fisk (ørret) kan tåle høy akutt partikkeleksponering (~1000 mg/l) uten økt dødelighet eller skader på gjellene, med unntak av fiberaktige partikler. For fisk synes tilslamming av gytegroper og redusert tilgang på føde (bunndyr og zooplankton) å være de viktigste effekter. Filtrerende dyreplankton er en sensitiv gruppe, der effekter er påvisbare allerede ved konsentrasjoner på 10 mg/l, og betydelige ved 50 mg/l. De viktigste observerte effektene er redusert fødeinntak og dødelighet hos juvenile.</p> <p>Ved undersøkelse av gjellevev ved eksponering for borestøv ble det påvist svulne sekundærlameller hos noen fisk, som muligens kan forklares med høye ammoniumkonsentrasjoner i vannet.</p>

2.4. Konsekvensanalyse av dumping av tunnelmasse i sjøen i Lærdalsområdet

Rapporttittel → Dato: 23.11.92 ISBN: 82-577-2201-4	Konsekvensanalyse av dumping av tunnelmasse i sjøen i Lærdalsområdet
Lokalitet/veganlegg/ vegstrekning	Sogn og Fjordane
Oppdragsgiver	Statens vegvesen Sogn og Fjordane
Utførende	NIVA Forfattere: Torbjørn M. Johnsen Lars G. Golmen
Rapportinnhold/ sammendrag	Anlegg av veiforbindelse mellom Årdal og Lærdal innebærer sprengning av tunnel mellom Fodnes og Lærdal. Overskuddsmassene fra tunneldrifter planlegges dumpet i sjøen ved Fodnes i Sognefjorden, ved Mjølkeflaten i ytre del av Lærdalsfjorden og inne ved Lærdal. En konsekvensanalyse basert på datainnsamling og litteraturstudier viser at begrensede miljømessige konsekvenser av dumping av sprengstein vil finne sted. Bunnflora og fauna i nærområdene vil bli tildekket av partikler, og vannets gjennomskinnelighet vil bli redusert. Vannmassene vil tilføres nitrat fra rester av sprengstoff, men den miljømessige effekten er relativt sett liten. Grunnfjell med grovkornede bergarter og en nettotransport av vann i det øvre vannlaget i Lærdalsfjorden medfører at steinstøvet representerer liten risiko for laksefisk i fjordene. Det anbefales likevel å unngå steindumping ved Lærdal i perioden mai - august. Skadeeffektene kan begrenses betydelig ved bruk av for eksempel "skjørt" utenfor dumpingsområdene.

2.5. Drammenselva – Miljøvurderinger i forbindelse med utfylling av strandsonen ved Mjøndalen

Rapporttittel → Dato:12.09.97 ISBN: 82-577-3252-4	Drammenselva – Miljøvurderinger i forbindelse med utfylling av strandsonen ved Mjøndalen
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Vegpakke Drammen
Oppdragsgiver	Statens Vegvesen, Buskerud vegkontor
Utførende	NIVA Forfattere: Torleif Bækken Leif Lien
Rapportinnhold/ sammendrag	<p>I Drammenselva ved Mjøndalen planlegges det å fylle ut stranden ved nåværende veganlegg med tunnelmasse for å anlegge gang og sykkelveg. Miljøkonsekvensene av dette er vurdert. Forsøk med tunnelmasse viste utlekking av nitrater, ammonium og metaller. Ulagret masse avgir store mengder ammoniakk som er meget giftig for alle vannlevende organismer. Denne tunnelmassen bør ikke deponeres direkte i elva uten mellomlagring. Lagret tunnelmasse kan medføre giftvirkninger grunnet utlekking av metaller men konsentrasjonene vil avta etter en tid.</p> <p>Bergarten som dominerer i området er hovedsakelig Drammensgranitt. Strukturen på finpartiklene fra tunnelmassen ble sammenlignet med referanse fra naturlig stein og det ble ikke registrert store forskjeller. Eventuelle forsøk med tunnelmasse og fisk må foretas for å kunne avgjøre dette med sikkerhet, men det forventes ikke at finpartiklene fra tunnelmassen vil være skadelig for fiskegjeller.</p> <p>Det var forhøyede konsentrasjoner av enkelte tungmetaller i elvedimentene. Tilstanden var stedvis ”nokså dårlig” med hensyn på kobber, krom og bly og ”dårlig” for kvikksølv. Det ble bare funnet ubetydelige mengder organiske miljøgifter.</p> <p>Bunndyrstettheten var størst ved øverste stasjon og utfyllingen medfører varig reduksjon av bunndyrproduksjonen på anslagsvis 5 %. I en periode vil giftvirkningene fra fyllingen og nedslammingen av elvebunnen gi ytterligere reduksjoner.</p> <p>Deler av utfyllingsområdet er kjent oppholdsplass for sjørret før gytting i bekken Evja. Utfyllingen kan medføre redusert oppgang av sjørret dersom det ikke tilrettelegges med tekniske tiltak.</p> <p>Deponering av fyllmasser medfører tilslamming av elvevannet og deponering i gytetid og klekkeperioder kan medføre tilslamming og redusert klekkesuksess.</p>

2.6. Avløpsvann til Nitelva fra tunneldrift i Rælingen. Vurdering av effekter.

Rapporttittel → Dato: 15.9.95 ISBN: 82-577-2844-6	Avløpsvann til Nitelva fra tunneldrift i Rælingen. Vurdering av effekter.
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Romerike
Oppdragsgiver	Statens vegvesen Akershus Oppdragsreferanse: Frode Reinaas
Utførende	NIVA Forfatter: Magne Grande
Rapportinnhold/ sammendrag	Rapporten gir en vurdering av mulige konsekvenser av utslipp av avløpsvann til Nitelva i forbindelse med tunneldrift i Rælingen. Vurderingen er basert på anslag over utslippsmengder fra Akershus vegvesen, vannførings- og fysisk/kjemiske data fra Avløpssambandet Nordre Øyeren (ANØ), erfaringer fra andre norske lokaliteter og anlegg med liknende utslipp samt diverse opplysninger om resipienten Nitelva med Øyeren og litteratur på området. Bergartene som tunnelen skal drives i er hovedsakelig gneiser med granittisk og granittdiorittisk sammensetning, med en del ganger og årer av mørke, gabbroide bergarter, bestående av amfibolitt, diabas og gabbro. Noe av gneisen er glimmerholdig. Nitelva er fra naturens side sterkt påvirket av erosjonsmateriale fra marine avsetninger. Partikler fra tunneldriften vil skille seg fra de eroderte partiklene ved å være spisse og skarpkantede. Spisse kantede partikler kan føre til sårdannelser på fisk, finpartikulært materiale irriterer gjelleepitelet. Det er forventet økning i partikkelinnholdet på 15-20 mg/l i Nitelva ved årlig middelvannføring. Vannet bør passere gjennom et sandfang og en oljeutskiller. Fiskeartene i Nitelva er dominert av bestander som er blant de mest tolerante overfor forurensninger, og det er derfor grunn til å tro at fisket i Nitelva ikke vil bli nevneverdig påvirket av partikkelforurensning fra Rælingentunnelen.

2.7. Igangkjøring av Hekni kraftverk.

Undersøkelser av partikkeleffekter på vannkjemi, Byglandsfjordbleke og vassdragsøkologi

Rapporttittel → Dato: 14.06.96 ISBN: 82-577-3063-7	Igangkjøring av Hekni kraftverk. 3. Undersøkelser av partikkeleffekter på vannkjemi, Byglandsfjordbleke og vassdragsøkologi
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Hekni kraftverk, Aust-Agder
Oppdragsgiver	Aust-Agder Kraftverk
Utførende	NIVA Forfatter: Vilhelm Bjerknes (NIVA) Agnar Kvellestad (SVL) Marc Berntsen (NIVA)
Rapportinnhold/ sammendrag	Under igangkjøringen av det nybygde Hekni kraftverk i Otra høsten 1995 er det foretatt registreringer og analyser av vann fra Otra, eksperimentell eksponering av bleke, taksering av villfisk og innsamling av bunndyr i partikkeleksponerte vassdragsavsnitt og i avsnitt som var upåvirket av slik eksponering (kontroll). Eksponert bleke viser typiske forsøringsinduserte gjelleforandringer, mens der ikke er spor etter partikkelinduserte endringer. Forskjeller i villfisk - og bunndyrstettheten i før - og ettersituasjonen henger primært sammen med forskjeller i vannføring. Fravær av partikkelømfintlige bunndyrgrupper etter eksponering kan likevel være et tegn på effekter av partikkelutslipp fra Hekni Kraftverk. De kjemiske ustabile partiklene har gitt en forbigående heving av pH og kalsiumkonsentrasjon og en reduksjon i konsentrasjon av labilt aluminium i den mest berørte delen av vassdraget, mens partikkelnivået i seg selv har vært for lavt til å gi registrerbare effekter på fisk. Omfanget av eventuelle skader på bunndyrssamfunnet er ikke tilstrekkelig klarlagt.

2.8. Avløpsvann og slam frå tunnelarbeide. Oslofjordtunnelen.

Rapporttittel → Dato: 8.5.98 ISBN:	Avløpsvann og slam frå tunnelarbeide. Oslofjordtunnelen.
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Oslo
Oppdragsgiver	Statens vegvesen
Utførende	Hovedoppgave ved Institutt for jord- og vannfag ved NHL Forfatter: Maghild Myklebust
Rapportinnhold/ Sammendrag *	<p>I forbindelse med byggingen av Oslofjordtunnelen fra Måna i Frogn til Drammen, ble avløpsvann fra tunneldriften studert med hensyn til slammateriale og vannkvalitet. Avløpsvann fra tunneldrivingen passerte et sedimenteringsanlegg med oljeavskiller og sandfilter, før det ble sluppet ut i bekken, slik at vannkvaliteten i bekken ikke skulle bli forringet. Vannet fra boringen inneholdt store mengder suspendert stoff som ble sedimentert under rensingen, en god del nitrogen fra sprengstoffrester, og dessuten løste ioner fra sement etter sementinjisering. Slammet som ble produsert var av grov og middels silt. Berggrunnen bestod hovedsakelig av øyegneis, med mineralene kvarts, feltspat, glimmer, amfibol og kloritt. Kvarts, som er et hardt mineral, ble anrikt i de groveste fraksjoner, mens glimmer og kloritt, som er myke mineraler, ble anrikt i de fineste fraksjonene. Mineralmaterialet reagerte basisk ved kontakt med vann, og pH var særlig høy i prøver som inneholdt sement.</p> <p>Jordforsk anbefalte en grense på 300 mg/l suspendert stoff i bekken etter utslipp av tunnelvann, og grensa for nitrogen ble satt til 10 mg/l nitrogen ved utløpet til sjø. Nitrogeninnholdet i vannet fra tunnelen var høyt, men siden nitrogen sjelden er minimumsfaktor i ferskvann er det lite trolig at det får skadelige effekter.</p>

2.9. Skatestraumen. Vurdering av miljøeffekter ved utslipp av tetningsmidler fra tunnel.

Rapporttittel → Dato:15.09.99 ISBN:82-577-3703-8	Skatestraumen. Vurdering av miljøeffekter ved utslipp av tetningsmidler fra tunnel.
Lokalitet/veganlegg/ vegstrekning	Rv. 16 Bremangersambandet, Sogn og Fjordane
Oppdragsgiver	Statens Vegvesen, Sogn og Fjordane vegkontor, Leikanger
Utførende	NIVA Forfatter: Jarle Molvær
Rapportinnhold/ sammendrag	<p>Tetningsmiddelet som det her ble analysert for er av en kjemisk type (TACSS-020) og inneholder komponenten di-n-butylftalat (DBP) som ansees som kritisk i forhold til miljøeffekter.</p> <p>Strømmålinger over ca 4 uker i Skatestraumen viste svært skiftende strømforhold som var styrt av det halvdaglige tidevannet. Beregningene tyder på at ved maksimale utslipp i omkring 30 m dyp er det mulighet for akutte skader på fastsittende organismer i et lag på 2-4 m tykkelse omkring 25-30 m dyp, innenfor en avstand på 100-150 m på begge sider av utslippet. Ved mindre vannmengder og/eller lavere konsentrasjoner av tetningsstoffet blir dette influensområdet betydelig mindre. Risikoen for effekter fra langtidspåvirkning er langt vanskeligere å bedømme, men beregningene antyder at ved de mest ugunstige omstendighetene kan skader opptre i et tynt vannsjikt helt ut til 1-1,5 km fra utslippspunktet.</p> <p>Innblanding av ferskvann i lekkasjevannet kan effektivt øke fortynningen, redusere konsentrasjonene og størrelsen av influensområdet.</p> <p>Varigheten av eventuelle skader på organismer samfunnene omkring utslippet er vanskelig å bedømme uten kunnskap om disse, men selv i verste fall betydelige skader på fastsittende organismer samfunn kan ventes å være utbredt etter 1-2 år. I de frie vannmassene vil tilstanden være gjenopprettet i løpet av timer/døgn etter at utslippet er opphørt.</p>

2.10. Romeriksporten

Kjemiske stoffer i tunnelvannet – utover rester av tetningskjemikalier

Rapporttittel → Dato: 20.09.99 ISBN:82-577-3707-0	Romeriksporten Kjemiske stoffer i tunnelvannet – utover rester av tetningskjemikalier
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Gardermobanen
Oppdragsgiver	NSB Gardermobanen
Utførende	NIVA Forfatter: Tor S. Traaen Dag Berge
Rapportinnhold/ sammendrag	I perioden oktober 1997 til juni 1999 ble det foretatt en vannkjemisk karakterisering av dremsvannet fra Romeriksporten. Vannet er rikt på oppløste salter, er i utgangspunktet svakt basisk (ca. pH 8) og reflekterer kalkrike bergarter. I anleggsperioden var pH i perioder ekstremt høy (pH>11) grunnet bruk av betong/sprøytebetong. Kombinert med høye ammoniumkonsentrasjoner var vannet i lange perioder giftig for fisk. God fortytning og nøytralisering i resipienten Alna avverget omfattende skader i vassdraget. I anleggsperioden var dremsvannet preget av høyt innhold av mineralpartikler, med turbiditetsverdier opp i 180 FTU og en partikkeltransport opp i 17 tonn/uke. Vannet klarnet raskt etter avslutningen av anleggsarbeidene. Fosforet syntes i stor grad å være knyttet til partikler og hadde sannsynligvis en begrenset eutrofierende effekt i resipienten. Flere tungmetaller hadde relativt høye konsentrasjoner, spesielt sink og kobber. Fortyningen i resipienten var imidlertid god nok til å hindre vesentlige skader på livet i vassdraget.

2.11. Overvåking -Månabekken

Rapporttittel →	Overvåking – Månabekken
Dato:30.11.99	
ISBN:	Rapport 88/99
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Månabekken (i forbindelse med Oslofjordtunnelen) Frogn, Akershus
Oppdragsgiver	Statens Vegvesen, Oslofjordforbindelsen
Utførende	Jordforsk Forfatter: Ole Fromreide
Rapportinnhold/ sammendrag	I forbindelse med driving av Oslofjordtunnelen ble det sluppet ut rensset overskuddsvann til Månabekken i Frogn. I løpet av perioden ble det tatt ukentlige vannprøver oppstrøms og nedstrøms utslippet fra tunnelen. Disse ble analysert og resultatene viste betydelige variasjoner i innhold av nitrogen, suspendert stoff og saltinnhold som kan ha vært en belastning for bekken. Spesielt for suspendert stoff er foreslåtte belastningsgrenser overskredet. Ved oppstart av arbeidene og et halvt år etter avsluttet arbeid ble det gjort en tilstandsvurdering av bekkeløpet. Resultatene gir ikke indikasjoner på at utslippet har gitt varige skader på bekken, heller ikke etter den store sediment og nitrogenbelastningen bekken har vært utsatt for. Det er ikke synlige rester etter sedimentasjon og undersøkelser indikerer at bunndyrsfaunaen i bekkeløpet er intakt.

2.12. Utslipp av tunnelvann til Mastebekken, Modum kommune. Virkninger på vannkjemi, bunndyr og fisk

Rapporttittel → Dato: 16.10.00 ISBN: 82-577-3917-0	Utslipp av tunnelvann til Mastebekken, Modum kommune Virkninger på vannkjemi, bunndyr og fisk
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Buskerud
Oppdragsgiver	Ing. Vidar Tveiten A/S, PB 120, 3840 Seljord
Utførende	NIVA Forfatter: Torleif Bækken
Rapportinnhold/ sammendrag	I forbindelse med midlertidig utslippstillatelse fra anleggsarbeider ved Kaggefoss Kraftverk i Modum kommune, ble det pålagt en undersøkelse av Mastebekken som blir resipient for tunnelvannet i anleggsperioden. Før anleggsstart hadde de 4 stasjonene samsvarende bunndyrssamfunn dominert av døgnfluearten <i>Beatis rhodani</i> . Det ble registrert et lite antall utsatte ørreter på nederste stasjon. Under anleggsperioden ble det påvist meget høye konsentrasjoner av ammonium og nitrat i bekken ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$: maks 28mgN/l, $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$: maks 37mgN/l). Dette skyldtes avrenning av sprengstoffrester. Bruk av betong i tunnelen medførte tidvis høye pH verdier (maks 10,2) som sammen med høye ammoniumverdier medførte meget høye konsentrasjoner av giftig ammoniakk (maks 7,2mgN/l). Dette hadde klare biologiske virkninger. Bunndyrssamfunnet var sterkt redusert 1,5 mnd etter anleggsslutt, og var trolig nærmest utdødd under anleggsarbeidene. Det ble imidlertid registrert en begynnende gjeninnvandring av organismer på dette tidspunktet. Det ble ikke påvist fisk. Ett år seinere syntes bekken å være tilbake til tilnærmet normale biologiske tilstander sett ut ifra sammensetningen av bunndyrssamfunnet.

2.13. Uomsatt sprengstoff ved tunnelsprengning; miljø og sprengtekniske aspekter

Rapporttittel → Dato: 2000 ISBN:	Uomsatt sprengstoff ved tunnelsprengning; miljø og sprengtekniske aspekter
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Notat
Oppdragsgiver	
Utførende	Jan Vestre
Rapportinnhold/ Sammendrag *	<p>Artikkelen summerer opp tidligere arbeid med nitrogen utslipp fra udetonert sprengstoff. Den viktigste grunnen til at sprengstoff ikke blir omsatt er sannsynligvis vanskelig fjell med mange og store slepper, men også søl under ladeprosessen, brukerfeil ved at det lades for lite eller for mye, og feil på tennere og sprengstoff kan være mulige årsaker. Alternative bor og tenningsplaner som skal bedre utnyttelsen av sprengstoffet er foreslått. Ved overgang til bulksprengstoff som Anfo og Emulsjon er det blitt vanskeligere å oppdage uomsatt sprengstoff på røysa, men undersøkelser viser at mer enn 10 % av sprengstoffet forblir udetonert. Det udetonerte sprengstoffet representerer et miljøproblem ved at hovedbestanddelen av stoffet, ammoniumnitrat føres ut og gjødsler vassdrag og bekker (eutrofiering). Ammonium omdannes også til ammoniakk som er svært giftig for fisk og andre vannlevende arter. Tidligere forsøk viser at sprengstoffrester lett lar seg vaske ut av sprengstein ved bruk av vann. Under flere forsøk utført i Bragemestunnelen ble mengden nitrogen i avrenningsvannet fra drivingen av tunnelen funnet. Det ble forsøkt brukt nøyaktige tennere i kontur og innerkontur, men dette ga bare marginalt mindre uomsatt sprengstoff i avrenningsvannet. Også totalt kortere intervall i kutten ga liten bedring.</p> <p>For å oppnå mindre udetonert sprengstoff i røysa må følgende faktorer vurderes:</p> <ul style="list-style-type: none"> optimalisere bor - og tennplan bore korrekt bruke stoffarbeidere som har fått den nødvendige trening bruke et vannbestandig sprengstoff ha utstyr som fungerer perfekt unngå søl på stoff vurdere injeksjon av stoffen ved vanskelige fjellforhold, før boring vurdere nye ”prinsipper” for å sprengte ut tunnel

2.14. Utfylling av tunnelmasse i nedre del av Drammenselva. Overvåkning av vannkvalitet

Rapporttittel → Dato: 28.02.01 ISBN: 82-577-3983-9	Utfylling av tunnelmasse i nedre del av Drammenselva. Overvåkning av vannkvalitet.
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Buskerud
Oppdragsgiver	Statens vegvesen, Buskerud Drammen kommune
Utførende	NIVA Forfatter: Torleif Bekken
Rapportinnhold/ sammendrag	<p>Tunnelmasse fra Bragernestunnelen i Drammen er brukt til utfylling i Drammenselva. Innledende tester viser at tunnelmassen tidvis hadde høyt innhold av sprengstoffrester (målt som ammonium), og høye pH-verdier. Overvåkning av vannkvaliteten i elva i utfyllingsperioden viste tidvis og stedvis høye konsentrasjoner av ammonium sammen med høye pH-verdier. Det medførte, for vannlevende organismer, giftige ammoniakk-konsentrasjoner nær utfyllingsstedet. Under utfyllingsarbeidet ble det registrert høyt innhold av partikler som slammet ned nærområdene til fyllingen. Prøver tatt etter pauser i utfyllingen viste at det stadig var utlekking av ammonium, men konsentrasjonene var da forholdsvis lave og av liten betydning for vannkvalitet og biologi. De høyeste konsentrasjonene av forurensninger ble alltid registrert i nærheten av der utfyllingsaktiviteten foregikk. Lengre unna utfyllingsstedet var forurensningstilførselen uttynnet. Konsentrasjonen på 10 m avstand var likevel nesten alltid høyere enn bakgrunnsverdiene, mens de på 30 m avstand som regel var bakgrunnsverdier. Det er lite trolig at utfyllingen har hatt direkte giftvirkninger på fiskefaunaen da denne har mulighet til å unngå de mest belastede områdene. Bunndyrssamfunnet nær fyllingen derimot ble trolig sterkt redusert både som en følge av høye ammoniakk-konsentrasjoner og som en følge av nedslamming av bunnområder. Det kan indirekte påvirke fiskefaunaen ved at næringsgrunnlaget for fisken lokalt blir dårligere. Det er å forvente at bunndyrssamfunnet vil være reetablert innen 1-2 år.</p>

2.15. E16. Tunnel Aurland – Lærdal. Registrering og overvåking av vasskvalitet, botndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella frå 1994 til 2000.

Rapporttittel → Dato: 30.06.01 ISBN: 82-577-4051-9	E16. Tunnel Aurland – Lærdal. Registrering og overvåking av vasskvalitet, botndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella frå 1994 til 2000.
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Sogn og Fjordane
Oppdragsgiver	Statens vegvesen Sogn og Fjordane Oppdragsreferanse: Jon Kvåle
Utførende	Forfattere: Vilhelm Bjerkenes (NIVA) Gunnar G. Raddum (UiB)
Rapportinnhold/ sammendrag	Overvåking av Kuvella og Lærdalselva har pågått frå 1996 til 2000 for å kontrollera eventuell påverknad av vassmiljø og fauna i samband med bygging av vegtunnel på E16 Lærdal-Aurland og tunneldriving og deponering av sprengstein i Tynjadalen. Det er gjort månadlege analysar av vassprøver frå Kuvella og Lærdalselva, og kvartalsvise analysar av vassprøver frå brønnar ved Tønjum. Kvantitative botndyrprøver er samla inn ein gong i året (mai/juni) på 2 stasjonar i Lærdalselva. Vidare er det utført teljing av gytefisk (sjøaure) i Kuvella kvar haust. Det er registrert markert auke i suspendert finstoff og fosfor i samband med flaumar i vassdraga, men konsentrasjonane har vore innanfor det normale for vassdraga. På låg vassføring er det registrert markert auka nitrogenverdiar i Kuvella, i hovudsak med opphav i sprengstoffrestar i drens- og driftsvatn frå tunnelen. Botndyrsamansetnaden på stasjonen i Lærdalselva nedstraums Kuvella er signifikant endra. Årsaka kan vera sedimentert finstoff. Nedgang i gytebestanden i Kuvella er registrert etter 1997. Dette er neppe årsaka av anleggsverksemda, men av rotenonhandsaminga av Lærdalselva i 1997 med sikte på å bekjempe lakseparasitten <i>Gyrodactylus salaris</i> .

2.16. Miljørisikovurdering for utslipp av drifts- og drensvann fra nye tunneler under bygging mellom Asker og Jong.

Rapporttittel → Dato: 15.10.02 ISBN:	Miljørisikovurdering for utslipp av drifts- og drensvann fra nye tunneler under bygging mellom Asker og Jong. Rapportnr: 00-046
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Asker-Jong
Oppdragsgiver	Jernbaneverket
Utførende	Aquateam – Norsk vannteknologisk senter A/S Forfattere: Mona Weideborg, Eilen Arctander Vik
Rapportinnhold/ sammendrag	<p>Jernbaneverket Utbygging skal gjennomføre arbeidet med nytt dobbeltspor fra Sandvika (Jong) til Asker. Sprengningen vil kunne medføre utslipp av drens- og driftsvann med høyt innhold av partikulært materiale, nitrogenforbindeleser fra uomsatt sprengstoff, og høy pH-verdi som følge av bruk av store mengder kalkprodukter. Kombinasjonen høy pH og store mengder nitrogen fra uomsatt sprengstoff kan forårsake uønsket høyt innhold av ammoniakk som er giftig i forholdsvis lave doser. Miljørisikovurderingen av utslippene til resipientene viser følgende:</p> <p>Sandvikselva: Det anses å være liten risiko for at utbyggingen skal resultere i høye nok utslipp til at høy pH og ammoniakk kan virke negativt på fisk og bunndyr. Konsentrasjonene av partikulært materiale vil øke noe, men neppe ha negativ virkning på fisk og bunndyr. Utslippene vil ikke kunne påvirke eutrofieringsutviklingen i vassdraget.</p> <p>Neselva: Utbyggingen vil, dersom man ikke iverksetter nødvendige tiltak, under uheldige omstendigheter ha negativ innvirkning på fisk og bunndyrsbestanden. Dette vil kunne skyldes tilslamming, høy pH-verdi og ammoniakk. Det er derfor foreslått en rekke tiltak som skal hindre dette:</p> <p>Drensvannet behandles til <100 mg SS/l. Tilskuddet av partikulært materiale (suspendert stoff) vil da ligge innenfor den naturlige variasjonen man må forvente for partikulært materiale, og vil derfor ikke ha noen avgjørende betydning.</p> <p>Dersom pH i Neselva pga. utslippene av drensvann overstiger 9,5 i en periode på >48 timer, bør drensvannet, inntil forholdene igjen er akseptable, pH-justeres, sendes til VEAS eller mengdene reduseres.</p> <p>Oslofjorden ved Holmendammen og ved Hvalstrand: Utslippene forventes ikke å føre til økt eutrofiering eller dødelighet av fisk, men i sommerperioden vil det kunne skje økt algevekst i området umiddelbart ved utslippene til fjorden som følge av anleggsvirksomheten eller tilslamming fra utslipp av partikulært materiale som gjør at området, i korte perioder blir mindre attraktivt for bading. For å hindre at dette skjer bør tilstanden kontrolleres minimum en gang per uke i badesesongen slike at nødvendige tiltak kan iverksettes.</p> <p>For å sikre en akseptabel kontroll av utslipp på resipienten, er det foreslått et overvåkingsprogram som omfatter overvåkning av mengder og kvalitet av utslippsvann på hvert utslippspunkt, overvåkning av resipient i perioden anleggsarbeidet foregår og i en kort periode etter avslutning av arbeidet. Det er i tillegg foreslått et kontinuerlig kontrollprogram i Neselva der det er fokus på kontinuerlig overvåkning av pH slik at drensvannet i perioder det dette kan ha negativ virkning på resipienten, kan pH-justeres, sendes til VEAS, eller mengdene reduseres.</p>

2.17. Sammensetning av tunnelvann som vurderes ført til kommunalt avløpsnett i Asker og deretter til behandling på VEAS.

Rapporttittel → Dato: 16.11.02 ISBN:	Sammensetning av tunnelvann som vurderes ført til kommunalt avløpsnett i Asker og deretter til behandling på VEAS. Arkivnr: O-00183
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Sandvika - Asker
Oppdragsgiver	Ing. Vidar Tveiten A/S, PB 120, 3840 Seljord
Utførende	Aquateam Norsk vannteknologisk senter AS
Rapportinnhold/ Sammendrag *	<p>Jernbaneverket utbygging skal bygge dobbeltspor fra Sandvika til Asker. Tunnelarbeidet er ventet å pågå fra februar 2002 til november 2004, og i den forbindelse vil det være nødvendig å slippe ut tunnelvann. Tunnelvann fra tverrslag Billingstad vil renses i sedimenteringslaguner og hurtigsandfilter (Dynasand) for så å føres til Neselva. Fra tverrslag Bikkjedammen vil tunnelvannet etter rensing i sedimenteringslaguner og eventuelt hurtigsandfilter eller lignende bli ført til kommunalt overvannsnett, som er et lokalt bekkefar som munner ut i Oslofjorden. I perioder med lav vannføring i resipientene og andre lokale forhold vurderer man å benytte kommunalt avløpsnett som resipient for tunnelvannet. Avløpsvannet føres videre til VEAS-anlegget, og for å kunne gi VEAS en oversikt over mengde og sammensetning av tunnelvannet, blir det i dette notatet gjort en sammenstilling av data som ligger til grunn for utslippssøknaden som Jernbaneverket Utbygging har sendt til Fylkesmannen i Oslo og Akershus, samt erfaringstall fra tilsvarende tunnelanlegg.</p> <p>Sammensetningen av tunnelvannet vil være påvirket av berggrunnen som tunnelen føres gjennom, type og mengde sprengstoff, type og mengde sprøytebetong og injeksjonssement som benyttes, håndtering av anleggsutstyr, samt rensaneanleggenes funksjon. I tunnelen vil det bli benyttet emulsjonssprengstoff med et nitrogeninnhold på 26,2 vekt-%. Om lag 10 % av sprengstoffet vil trolig forbli uomsatt, av dette vil ca. 30-50 % bli ført til drenevannet, dvs. 3-5 % av nitrogeninnholdet.</p>

2.18. Ring 3 Ulven-Sinsen, Utredning om vannmiljø

Rapporttittel → Dato: okt. 2004 ISBN:	Ring 3 Ulven-Sinsen, Utredning om vannmiljø
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Rv 150 Ring 3 Ulven-Sinsen, Oslo
Oppdragsgiver	Statens Vegvesen, Ring 3 Ulven-Sinsen
Utførende	Interconsult (nå COWI AS) v. Svein Ole Åstebøl
Rapportinnhold/ Sammendrag *	<p>Rapporten kartlegger de vannfaglige konsekvensene knyttet til utbyggingen av Ring 3 Ulven-Sinsen. Prosjektet skal bidra til å avvikle veksten i trafikken samt bidra til å redusere ulemper knyttet til støy og luftforurensning.</p> <p>Avrenningen fra veganlegget i anleggs- og driftsfasen går i hovedsak til Hovinbekken. Den er til dels sterkt forurenset av kloakk og metaller, og vil ved ytterligere tilsetning av avrenning fra tunneldriving kunne representere en markert forurensningsbelastning ved utløpet av Akerselva.</p> <p>Anleggsvannet fra Ring 3 har i utgangspunktet potensiale for å skade fisk. Det er først og fremst partikler fra sprengningsarbeider, høy pH og nitrogenforbindelser (ammoniakk) som kan gi skadevirkninger samt miljøgifter som kan lekke ut fra områder med forurenset grunn.</p> <p>Tiltak som anbefales gjennomført i anleggsfasen inkluderer rensing av tunnelvann via sedimentasjonsbasseng og oljeavskiller før utslipp til vassdrag, søl ved sprengning og injisering reduseres til et minimum, tilstanden til Hovinbekken og Akerselva skal overvåkes under anleggsdriften. Med gjennomføring av de gitte tiltakene er det liten sannsynlighet for at skader på fisk under anleggsfasen skal oppstå.</p>

2.19. Utslipp av tunnelvann til Kortenbekken. Virkninger på sediment og biologi i Kortenbekken, Homannsbekken og Ilene naturreservat.

Rapporttittel → Dato: 2005 ISBN: 82-577-4642-8	Utslipp av tunnelvann til Kortenbekken. Virkninger på sediment og biologi i Kortenbekken, Homannsbekken og Ilene naturreservat.
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Tønsbergpakken
Oppdragsgiver	Statens Vegvesen, Tønsberg. Kjelle prosjektkontor
Utførende	NIVA Forfatter: Torleif Bækken
Rapportinnhold/ sammendrag	<p>Tunnelvann fra tunnelanlegget ved Kjelle ble i desember 2004 pumpet til et overvannssystem som førte til Kortenbekken. Bekken går videre til Homannsbekken og ut i Ilene naturreservat. Det er utført analyser av forurensningene, kartlagt forurensningsgrad og utbredelse av tunnelslam, og vurdert biologiske konsekvenser for naturreservatet.</p> <p>pH verdiene var meget høye (11.8-12.5) i sediment fra tunnelslam. De fleste tungmetallene hadde konsentrasjoner tilsvarende ubetydelige eller moderate forurenset sediment i henhold til SFTs kriterier. Noen prøver fra det gamle sedimentet var markert eller sterkt forurenset av kobber (Cu), krom (Cr) og kvikksølv (Hg). Det var forholdsvis høye konsentrasjoner av olje (C14-C40) både i det gamle og det nye sedimentet i Kortenbekken. Det nye sedimentet var moderat forurenset av sum PAH 16 og markert forurenset av PAH forbindelsen Benzo (a) pyren- Det gamle sedimentet i Kortenbekken var markert eller sterkt forurenset av PAH og markert, sterkt eller meget sterkt forurenset av B(a)P. PCB, DDE+DDD ble påvist i enkeltprøver fra det gamle sedimentet. I Kortenbekken var sedimentet moderat, markert eller sterkt forurenset. Det var lave konsentrasjoner av forurensninger i sedimentet i Ilene naturreservat. Spredning av ammonium og pH ble modellberegnet. Modellen antyder at det under utslippet har vært giftige konsentrasjoner av ammoniakk i Kortenbekken og de nedre delene av Homannsbekken. Ute i Ilene var området begrenset til 20-50 meter i en vifteform ut fra Homannsbekkens utløp. Faren for økt akkumulering av miljøfarlige forbindelser grunnet dette utslippet er liten.</p> <p>Samlet sett har den biologiske effekten av tunnelutslippet i bekkene og Ilene naturreservat derfor vært relativt liten, og begrenset til gifteffekter i nedre del av Homannsbekken og det nærmeste gruntområdet ved utløpet. Dersom forurensningen opphører, vil det trolig være tilnærmet naturlige biologiske forhold innen et år eller to, avhengig av hva slags fauna som gikk tapt.</p>

3. Mulige tiltak

3.1. Fjerning av nitrogenforbindelser fra avløpsvann. Litteraturoversikt.

Resultater fra undersøkelser ved NIVA

Rapporttittel → Dato: 21.12.77 ISBN: 81-577-0014-2	Fjerning av nitrogenforbindelser fra avløpsvann. Litteraturoversikt. Resultater fra undersøkelser ved NIVA
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Litteraturundersøkelse
Oppdragsgiver	NIVA
Utførende	NIVA
Rapportinnhold/ sammendrag	<p>Rapporten tar for seg ulike metoder som kan brukes for å fjerne nitrogenforbindelser fra vann. Hovedvekten er lagt på kjemiske forhold for fjerning av nitrat og ammonium. Rapporten inkluderer også noen resultater fra laboratorieforsøk.</p> <p>Metoder som er beskrevet er: biologisk fjerning av nitrogen ammoniakk fjerning ved stripping brekkpunktklorering ionebytting kjemisk denitrifisering.</p>

3.2. Parallellanalyser av ammonium og nitrat i avløpsvann fra DYNO Industrier A/S, Sætre i Hurum

Rapporttittel → Dato: 18.09.89 ISBN: 82-577-1582-4	Parallellanalyser av ammonium og nitrat i avløpsvann fra DYNO Industrier A/S, Sætre i Hurum
Lokalitet/veganlegg/ vegstrekning	DYNO Industrier A/S, Sætre i Hurum
Oppdragsgiver	DYNO Industrier A/S, Sætre i Hurum
Utførende	NIVA Forfatter: Håvard Hovind
Rapportinnhold/ sammendrag	For å utarbeide et forslag til parametere og analysemetoder som oppfyller kravene for en tilfredsstillende egenkontroll av bedriftens utslipp ble en serie avløpsprøver fra DYNO Industrier A/S analysert parallelt mellom DYNO og NIVA. Det er akseptabel overensstemmelse mellom laboratorienes resultater for både ammonium og nitrat. Ioneselektiv elektrode gir resultater som samsvarer godt med destillasjonsmetoden, og kan brukes som alternativ til denne, ved den daglige egenkontrollen.

3.3. Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann i en integrert avdrivnings- og absorpsjonsprosess.

Rapporttittel → Dato: 16.02.90 ISBN: 82-577-1712-6	Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann i en integrert avdrivnings- og absorpsjonsprosess
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Ikke oppgitt
Oppdragsgiver	NIVA
Utførende	NIVA Forfatter: Helge Liltvedt (NIVA) Lasse Vråle (CHK)
Rapportinnhold/ sammendrag	Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann er tidligere utprøvd i forsøks- og fullskala anlegg. Driftsproblemer og innvendinger mot NH ₃ utslipp til luft er rapportert. Representanter fra konsulentfirmaet siv.ing Carl-H. Knudsen A/S og Norsk Institutt for vannforskning har utført forsøk med en lukket avdrivningsprosess hvor NH ₃ blir absorbert og gjenvunnet i syre. Resultatene viste at i en slik prosess er det mulig å unngå de driftsproblemene som tidligere er rapportert. I forsøksanlegget som ikke var optimalisert ble det fjernet opp til 60 % av NH ₄ - N. Energikostnadene som utgjør mesteparten av årskostnadene var ca 0,7 kr. Pr. m ³ vann.

3.4. Fjerning av næringsstoffer ved rensing av avløpsvann

Rapporttittel → Dato: Juli 1992 ISBN: 82-519-1109-5	Fjerning av næringsstoffer ved rensing av avløpsvann, kap.5 Fysisk/kjemisk nitrogenfjerning, kap.6 Biologisk nitrogenfjerning
Lokalitet/veganlegg/ vegstrekning	Ikke oppgitt
Oppdragsgiver	Norsk Teknisk– Naturvitenskapelig Forskningsråd (NTNF) Statens Forurensningstilsyn (SFT)
Utførende	NTH/SINTEF Forfatter: Hallvard Ødegaard
Rapportinnhold/ Sammendrag*	Kapittel 5 tar for seg de fysiske/kjemiske metoder for nitrogenfjerning; dvs. ammoniakkavdrivning, ionebytting, ammoniumfelling og membranfiltrering. Beskrivelsene blir i stor grad teoretiske da det finnes svært lite praktisk erfaring med metodene. Prosessfysisk grunnlag og prosessløsninger er beskrevet. Ammoniakkavdrivning har vist seg å ha en rekke fordeler, men driftskostnadene kan bli uakseptabelt høye da det viser seg at høy renseseffekt bare kan oppnås ved svært høye luftmengder, og avdrivningstårn må dimensjoneres likeså. Kapittel 6 beskriver biologisk nitrogenfjerning. Metoden baserer seg på at nitrogengass kan dannes ved biologisk reduksjon av nitrat. Nitrogenet fjernes deretter ved at det unnviks fra vannet i form av gass. Forutsetningen er at nitrogen i form av ammonium først bringes over til nitratform. Biologisk nitrogenfjerning er med andre ord en totrinns prosess som består av nitrifikasjon som oksiderer ammonium til nitritt/nitrat, og denitrifikasjon som reducerer nitritt/nitrat til nitrogengass.

3.5. Sensorer for nitrogen og fosfor. System for automatisk måling av nitrogen og fosfor i vann: Sluttrapport for første prosjektår.

Rapporttittel → Dato: 08.07.92 ISBN: 82-577-2144-1	Sensorer for nitrogen og fosfor. System for automatisk måling av nitrogen og fosfor i vann: Sluttrapport for første prosjektår.
Lokalitet/veganlegg/ vegstrekning	Ikke oppgitt
Oppdragsgiver	NTNF
Utførende	NIVA Forfatter: Geir Tjønneland Geir Nilsen Bente M. Wathne Eirin J. S. Røgeberg Arne Veidel
Rapportinnhold/ sammendrag	<p>I prosjektperioden har man oppnådd automatisk og pålitelig registrering av ammonium og ortofosfat ved en målebu i Akerselva i Oslo. Modifiseringer av utstyr gjør nå at det er egnet for bruk i vassdrag. Sammen med kontinuerlige turbiditetsmålinger, vil nitrogen- og fosformålingene gi en mulighet for kilde lokalisering. I vassdraget er uønsket utslipp fra en forurensningskilde lokalisert i prosjektperioden.</p> <p>Et skreddersydd datainnsamlingssystem presenterer kontinuerlig innsamlede data for forvaltningsmyndighetene for vassdrag (Oslo kommune) og NIVA. Data lagres i en database for historisk informasjon og denne er tilgjengelig for eksterne brukere. I tillegg til å fungere som en beredskapssentral ved plutselige forurensninger, gir systemet grafisk presentasjon av forurensningssituasjonen samt rapporter for årlig forurensningstransport.</p> <p>Parallelt er det lånt inn utstyr for automatisk og pålitelig registrering av høye ammonium- og ortofosfatkonsentrasjoner. Instrumentene brukes nå til registrering i råkloakk til renseanlegget VEAS (Oslo og omegn). Det registreres døgnvariasjoner i konsentrasjonen. Måleverdiene kan benyttes som et av styringskriteriene for driften av renseanlegget. Målesignalene vil kunne håndteres av ABB M²s system for prosess-styring.</p>

3.6. Rensning av drensvann fra Romeriksporten. Driftserfaringer fra renseanlegg basert på oson

Rapporttittel → Dato: 21.04.99	Rensning av drensvann fra Romeriksporten Driftserfaringer fra renseanlegg basert på oson
ISBN:	Rapport 99-021
Lokalitet/veganlegg /vegstreking	Gardermobanen
Oppdragsgiver	NSB Gardermobanen
Utførende	Aquateam Forfattere: Ragnar Storhaug Arne Lundar
Rapportinnhold/ Sammen drag *	<p>I forbindelse med at det høsten 1997 ble påvist at drensvannet fra Romeriksporten inneholdt akrylamid, ble det klart at et renseanlegg ville bli aktuelt. Etter en vurdering av ulike prosesser ble det valgt å tilsette oson til drensvannet for å få fjernet akrylamidforbindelsene. Det forelå begrensede driftserfaringer på dette feltet, og det ble derfor gjennomført et pilotforsøk som viste seg å være meget vellykket. Ved dosering av oson ble de organiske forbindelsene i vannet oksidert og dermed fjernet. Midlere renseeffekt for akrylamid lå på 42 %.</p> <p>For å erstatte det akrylamidholdige midlet ble det tatt i bruk andre tettemidler, og dette gjorde det nødvendig å undersøke muligheten for å fjerne hhv Dibutyl ftalat (DBF), akrylsyre og metakrylsyre. Dette viste seg å være mulig og det ble oppnådd en renseeffekt på hhv 40-60 % for DBF, 51-58 % for akrylsyre og 49-76 % for metakrylsyre. Hovedproblemene ved drift av anlegget var store variasjoner i vannføring, periodevis høy pH i drensvannet og utfelling av sementforbindelser i rør og armatur.</p>

3.7. Forprosjekt – rensing av overvann og vaskevann fra nytt veganlegg Rv 150 Ring 3 Ulven – Sinsen

Rapporttittel → Dato: 15.08.03 ISBN: 82-7467-464-2	Forprosjekt- rensing av overvann og vaskevann fra nytt veganlegg Rv 150 Ring 3 Ulven-Sinsen (kap 3.1.1 og 4.1)
Lokalitet/veganlegg/vegstrekning	Ulven - Sinsen
Oppdragsgiver	Statens vegvesen, Stor-Oslo distrikt Kontaktperson: Sunikka Løvbrøtte
Utførende	Forfattere: Roger Roseth (Jordforsk) Torleif Bekken (NIVA) Grete Rasmussen (Jordforsk)
Rapportinnhold/ Sammendrag *	<p>Planlagt veganlegg "Rv 150 Ring 3 Ulven-Sinsen" medfører bygging av ca. 70 000 m² med nye veier og 1200 m tunnel med tre felt i begge kjøreretninger. Deler av det nye veganlegget vil bli svært sterkt trafikkert med nærmere 100 000 kjøretøyer per døgn.</p> <p>Forurensning fra veganlegg kan deles inn i anleggsfase og driftsfase, og fasene gir ulike forurensningsproblemer. Forurensning i overvannet under anleggsfasen av veganlegget kan deles inn i fem hovedpunkter; partikkelforurensning, nitrogenavrenning, metallavrenning, olje- og kjemikaliespill, samt fysiske inngrep. Partikkelforurensning kan medføre tilslamming og fiskedød, nydannede, skarpe, flisige eller nålformede partikler er mest kritiske. Bergartenes type er avgjørende for den direkte virkningen på faunaen. Bløte bergarter som grønnstein og kleberstein synes mest skadelige. Avrenning av ammonium fra sprengstoffrester vil i kontakt med basisk avrenningsvann fra sprøytebetong gå over til giftig ammoniakk. Ammoniakk har vist å gi negative effekter på de fleste vannlevende organismer ved konsentrasjoner over 1 mg/l. Metaller kan løses ut i forbindelse med tunnelarbeide og komme ut i resipienten via tunnelvannet eller vaskes ut fra massedeponier, blant annet aluminium som er skadelig for fisk og andre vannlevende organismer.</p> <p>Større anleggsarbeider vil alltid medføre en viss risiko for oljespill av forskjellig karakter, noe som forventes å ha kortvarig effekt på biologiske forhold i vann.</p> <p>Fysiske inngrep kan ha negative konsekvenser i form av konstruksjoner som overdekker verdifulle arealer, fører til økt erosjon, hindrer/reducerer naturlig vannutskifting eller naturlig vandring av vannlevende organismer. Det finnes ulike rensemetoder for overvann fra vei, både åpne vannsystemer som sedimentasjonsdammer og overvannsbassen, og infiltrasjonsløsninger/filtrering. Håndtering av ulike forurensninger er beskrevet.</p>

3.8. Tverrslag Lieråsen tunnel. Erfaringer med behandling av alkalisk avløpsvann før utslipp til Verkenselva i Asker.

Rapporttittel → Dato: 04.05.04 ISBN:	Tverrslag Lieråsen tunnel. Erfaringer med behandling av alkalisk avløpsvann før utslipp til Verkenselva i Asker. Rapportnr:03-045
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Asker
Oppdragsgiver	Jernbaneverket Region Sør Oppdr.givers ref.: Vidar Tveiten
Utførende	Aquateam – Norsk vannteknologisk senter A/S Forfatter: Elisabeth Lyngstad
Rapportinnhold/ sammendrag	<p>I perioden mai - oktober 2003 gjennomførte Jernbaneverket Region Sør prosjektet "Tverrslag Lieråsen tunnel" med Veidekke som entreprenør. Dette arbeidet medførte utslipp av drifts- og drens vann fra tunnelen. Resipient for avløpsvannet var Verkenselva i Asker. Behandlingsanlegget for avløpsvann bestod opprinnelig av sedimentering i et todelt sedimentasjonsbasseng. Anleggsarbeidene ble imidlertid betydelig forlenget i tid fordi behovet for injisering av sementmørtel i tunnelen var større enn forventet. Dette kombinert med en lav vannføring i elva pga. tørrvær, førte til at pH i elva nedenfor utslippspunktet steg betydelig, og i slutten av juni ble arbeidene midlertidig stoppet av Fylkesmannen i Oslo og Akershus.</p> <p>Bygging av to nye laguner førte til en bedre sedimentering av partikler i avløpsvannet, samt en vesentlig økning i buffervolum før utslipp til elva. Det ble også innført en tettere oppfølging av anlegget og vannkvaliteten i elva. I tillegg utarbeidet Aquateam en beredskapsplan for tilsetning av syre til avløpsvannet for nøytralisering før utslipp, hvis dette skulle bli nødvendig.</p> <p>Ved hjelp av grundig overvåkning både av behandlingsanlegget og vannkvaliteten i elva var det mulig å oppfylle alle kravene til utslipp fra tunneldriften. Det ble også tatt jevnlig prøver fra sedimentasjonsdammen for å bestemme syrebehovet dersom beredskapsplanen for syredosering måtte iverksettes.</p> <p>Erfaringene med behandling og utslipp av alkalisk avløpsvann fra tunneldrift viser hvor viktig det er med nøye overvåkning av både utslipp og resipient, og at man har mulighet til å regulere utslippet etter situasjonen i elva. Det siste forutsetter at det etableres tilstrekkelige utjevningsvolumer for avløpsvannet, og at man kan kontrollere vannføringen ut av anlegget. Det er også viktig å ha en kriseplan for hva man skal gjøre hvis situasjoner oppstår så man slipper stopp i anleggsarbeidet.</p>

3.9. Tiltak/beredskap syredosering til basisk anleggsvann fra driving av Flår

Rapporttittel → Dato: 17.03.05 ISBN:	Tiltak/beredskap syredosering til basisk anleggsvann fra driving av Flår. NOTAT
Lokalitet/veganlegg/ vegstreking	Kopstad - Gulli
Oppdragsgiver	(Statens vegvesen)
Utførende	Jordforsk Forfatter: Roger Roseth
Rapportinnhold/ Sammendrag *	<p>Dårlig fjell har gitt endrede påføringsrutiner for sprøytebetong i Flårtunnelen fra begynnelsen av mars 2005. Dette har igjen ført til høy pH-verdi i Undrumsdalsvassdraget og tilhørende rensedam. Høy pH er også en følge av lav vannføring i bekken.</p> <p>Fredag 11. mars utførte Jordforsk titreringsforsøk for å klarlegge hvor mye saltsyre som skulle til for å nøytralisere betongvann med pH 10,6. Det ble også skaffet ALG (aluminiumsulfat) fra Stangeåsen vannverk i Oppegård.</p> <p>Mandag 14.mars ble det gjort feltforsøk ved Flårtunnelen for å klarlegge hvor mye saltsyre og hvor mye ALG som skulle til for å nøytralisere 10 l vann fra rensedammen. ALG ble vurdert som mer håndteringsvennlig ved akutt dosering enn saltsyre. For å forhindre basisk avrenning av basisk vann fra rensedammen fram til akutt dosering av kjemikalier ble terskelen i rensedammen forhøyet for å øke lagervolumet. Bruk av ALG ble avventet grunnet usikkerhet rundt mulige negative biologiske effekter. Som et akutt tiltak ble det tilsatt saltsyre ved innløpet av rensedammen gjennom drypping. Samtidig ble det rekvirert sugebil for kontinuerlig tømming av den siste containeren for behandling av anleggsvann.</p> <p>Laboratorieundersøkelser viser at det vil være behov for 250 ml konsentrert saltsyre (10 mol/l) for å nøytralisere 1 m³ anleggsvann med opprinnelig pH 10,6.</p> <p>Bruk av ALG er ikke å anbefale da det kan gi økte aluminiumskonsentrasjoner i bekken.</p>



Statens vegvesen

Kontoradresse: Brynsengfaret 6A, Oslo
Postadresse: Postboks 8142 Dep, 0033 OSLO
Telefon 22 07 35 00 - telefaks 22 07 37 68

Bestilling av publikasjonen:
publvd@vegvesen.no
Telefon: 22 07 38 37/22 07 35 00