

Overvåking av avrenning fra sprengsteinfylling på Sunde



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

941



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Overvåking av avrenning fra sprengsteinfylling på Sunde

FORFATTERE:

Geir Helge Johnsen

Annie Elisabeth Bjørklund

OPPDRAUGSGIVER:

Statens Vegvesen, Halsnøysambandet, Tofte kai, 5454 Sæbøvik

OPPDRAGET GITT:

15.november 2005

ARBEIDET UTFØRT:

2005-2006

RAPPORT DATO:

1. november 2006

RAPPORT NR:

941

ANTALL SIDER:

13

ISBN NR:

ISBN 82-7658-500-0

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-mva
www.radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75 post@radgivende-biologer.no

FORORD

I forbindelse med at byggingen av Halsnøysambandet, ble sprengsteinmasser fra drivingen av Halsnøytunnelen deponert like ved tunnelmunningen på Sunde. Avrenningen fra fyllingen går gjennom et myrsig og til "Pollen" sørvest i Opsangervatnet. Statens Vegvesen ønsket å overvåke vannkvaliteten i dette myrsiget for å kunne vurdere eventuelle miljøeffekter av denne tilførselen til Opsangervatnet. Rådgivende Biologer AS har hatt ansvar for denne overvåkingen, og det ble foretatt en synfaring i området 15.november 2005.

Denne rapporten rapporterer resultatene fra månedlig prøvetaking i sigevannet fra fyllingen, og foretar på dette grunnlag en vurdering av eventuelle miljøeffekter for økosystemet i Opsangervatnet. Rådgivende Biologer AS takker byggeleder for Halsnøytunnelen, Bergljot Skonnord, for oppdraget, og vegvesenets Karl Tore Eike for samarbeide om prøvetakingen. Vannprøvene er analysert fortløpende ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS i Bergen.

Bergen, 1. november 2006

INNHold

Forord	4
Innhold	4
Sammendrag	5
Halsnøysambandet	6
Tiltaks- og influensområde.....	7
Prøvetaking og resultater.....	8
Vurdering av miljøeffekter.....	11
Referanser.....	13

SAMMENDRAG

Johnsen, G.H. og A.E. Bjørklund 2006

Overvåking av avrenning fra sprengsteinfylling på Sunde

Rådgivende Biologer AS, rapport 941, 13 sider, ISBN 82-7658-500-0

I forbindelse med at byggingen av Halsnøysambandet, ble sprengsteinmasser fra drivingen av Halsnøytunnelen deponert ved tunnelmunningen på Sunde. Avrenningen fra fyllingen går gjennom et myrsig og til "Pollen" sørvest i Opsangervatnet. På oppdrag fra Statens Vegvesen har Rådgivende Biologer overvåket vannkvaliteten nedstrøms fyllingen for å vurdere eventuelle skadelige miljøeffekter. Prøvetakingen foregikk månedlig i perioden november 2005 til september 2006 og surhet, partikkelinnhold og innhold av nitrogenforbindelser ble undersøkt.

Utfylling skjedde i perioden 21. november til 19. desember, med til sammen 32.497 m³, men bygging av anleggsveien startet allerede 2. november. Fyllingen drenerer et lite felt på til sammen 0,2 km², og den årlige avrenningen herfra utgjør omtrent 0,4 % av den samlede tilrenning til Opsangervatnet.

Vannkvaliteten i bekken var sterkt preget av rester etter sprengstoff, hadde ekstremt høye konsentrasjoner av nitrat og ammonium, og innholdet av totalnitrogen lå på 57.000 µg/l i gjennomsnitt. Surhetsnivået i bekken er i utgangspunktet meget lavt, og selv med tilsig av bufrende stoffer fra fyllingen var surhetsnivået aldri høyere enn 6,9. Partikkelinnholdet var også lavt.

Det var derfor aldri fare for omdanning av ammonium til ammoniakk i vassdraget, en reaksjon som krever et pH-nivå over 8. Nitrogenkonsentrasjonen kan føre til noe økning i algemengdene i bekken dersom det er kilder for store eksterne fosfortilførsler i nedbørfeltet eller om det i perioder på sommeren er lite nitrogen tilgjengelig.

Lokalt i Pollen, i Opsangervatnet eller i utløpselva fra Opsangervatnet til sjøen ser det heller ikke ut til å være noen fare for verken dannelse av giftig ammoniakk eller økt algevekst. Det er imidlertid viktig av surhetsnivået holdes like lavt som i dag, samt at det ikke er store eksterne tilførsler av fosfor til vassdraget nedstrøms sprengsteinfyllingen.

Verken de store tilførslene av nitrogenforbindelser, surheten eller partikkelinnholdet ser derfor ut til å være noe stort miljøproblem for vannlevende organismer vassdraget, - verken i myrbekken nedenfor fyllingen, lokalt i Pollen, i Opsangervatnet eller i utløpselven fra Opsangervatnet.

HALSNØYSAMBANDET

Halsnøysambandet omfatter bygging av en undersjøisk tunnel og ny vei i dagen, totalt 6,3 km, mellom Sunde på fastlandet og Tofte på Halsnøy. Dette er planlagt ferdig midt i mai 2008. Den undersjøiske tunnelen med tilførselsveier vil gi de omtrent 2300 innbyggerne på Halsnøy fergefri vei til fastlandet. Når veien er ferdig vil dagens fergesamband mellom Skjersholmane, Ranavik og Sunde bli gjort om til en ren pendlerforbindelse mellom Ranavik på Halsnøy og Skjersholmane på Stord.

Overskuddsmasse fra tunnelen, om lag 270.000 m³ teoretisk faste masser, ble kjørt ut til et mindre deponi like ved tunnelportalen på Sunde, og til et større deponi nord for tunnelportalen på Halsnøy. I tillegg ble mye av massene lagt i sjøen nord for Husnes. Denne overvåkingen gjelder det minste deponiet ved Sunde. Utfylling skjedde her i perioden 19. november til 19. desember, med til sammen 32.479 m³, men bygging av anleggsveien startet allerede 2. november.



Figur 1. Oversiktskart over Halsnøysambandet

TILTAKS- OG INFLUENSOMRÅDET

Tiltaksområdet, selve fyllingsområdet, ligger i skogen nordvest for "Pollen" sør i Opsangervatnet / Onarheimsvatnet (NVE nr 1488), der masser fra tunneldriften fra Halsnøy-sambandet er midlertidig deponert.

Utfyllingen ble stanset 19. desember 2005 da selve fyllingen begynte å skli ut, og videre deponering av massene fra tunnelen ble fylt i sjøen nord for Husnes.



Figur 2. Fyllingsområdet 15. november 2005.

Avrenning fra sprengsteinfyllinger kan inneholde betydelige mengder både steinstøv og nitrogenstoffer som er rester av sprengstoff. Steinstøv fra sprengstein kan inneholde partikler med skarpe kanter som kan gi skader på fiskegjeller og andre ferskvannslevende organismer som puster med gjeller. Det er særlig de største partiklene fra særlig harde bergarter som utgjør den største risiko for skade. Generell tilslamming av vannet i vassdrag med leire- og siltpartikler behøver ikke medføre risiko for akutt skade på organismer, men omfattende nedslamming av områder kan resultere i lavere biologisk produksjon. I innsjøer vil redusert sikt medføre mindre primærproduksjon og dermed totalt lavere biologisk produksjon. Avrenning fra sprengsteinfyllinger kan også inneholde relativt mye sprengstoffrester, med betydelig innhold av nitrogenstoffer, som i høye konsentrasjoner kan være skadelig for bunndyr og fisk. Det er særlig innholdet av ammonium (NH_4), som er i surhetsavhengig balanse med ammoniakk (NH_3), som kan utløse akutt giftighet hos vannlevende organismer.

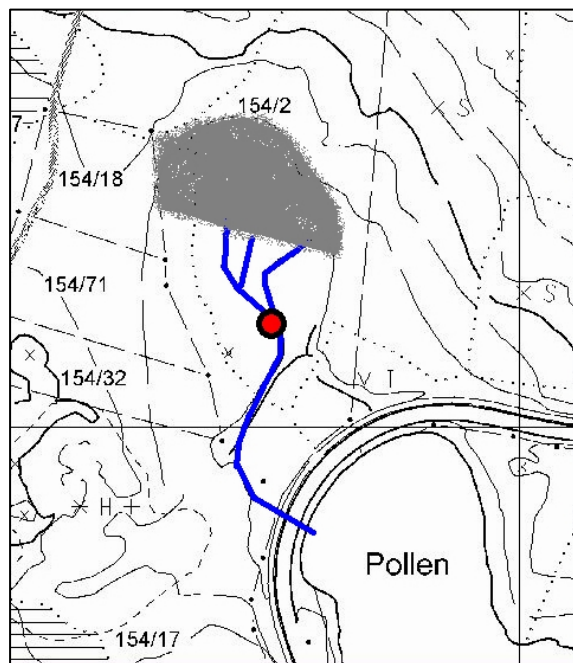
Influensområdet utgjøres av vassdraget nedstrøms fyllingen og den delen av Opsangervatnet som kalles "Pollen". Opsangervatnet ligger 8 moh og har en tett bestand av aure (Johnsen mfl 1996). Det er også mulig for laks og sjøaure å vandre opp i innsjøen gjennom den korte utløpselven ved Sunde. Det foregår ikke noe organisert fiske i dette vassdraget, og fangsten rapporteres heller ikke til Fylkesmannen og de nasjonale oversiktene over lakse- og sjøaurefangster.

Sprengsteinfyllingen ligger i en dal vest for "Pollen", der den spesifikke avrenningen er på 60 l/km²/s. Det lokale feltet til fyllingen er oppunder 0,2 km² stort, og har en gjennomsnittlig tilrenning til "Pollen" på omtrent 12 l/s eller 380.000 m³ pr. år. Opsangervatnet er 2,3 km² stort, har et nedbørfelt på 27,4 km² felt og en årlig tilrenning på 91 mill m³. Avrenningen fra fyllingen utgjør således 0,4 % av den samlede årlige tilrenningen til innsjøen.

PRØVETAKING OG RESULTATER

Ved befaringen 15.november ble det valgt ut et prøvetakssted nedenfor fyllingen (**figur 3**), der ble tatt en vannprøve månedlig for å følge med i kvaliteten på avrenningsvannet fra fyllingen. Den første prøven ble tatt mens anleggsveien ble bygget og den andre prøver ble tatt mens selve steinfyllingen pågikk. prøvene i 2006 er alle tatt etter at utfyllingen var avsluttet. Prøvene er analysert for innhold av steinstøv (turbiditet) og sprengstoffrester (nitrogen-forbindelser). Nedbørforholdene i forbindelse med prøvetakingen ble også registrert.

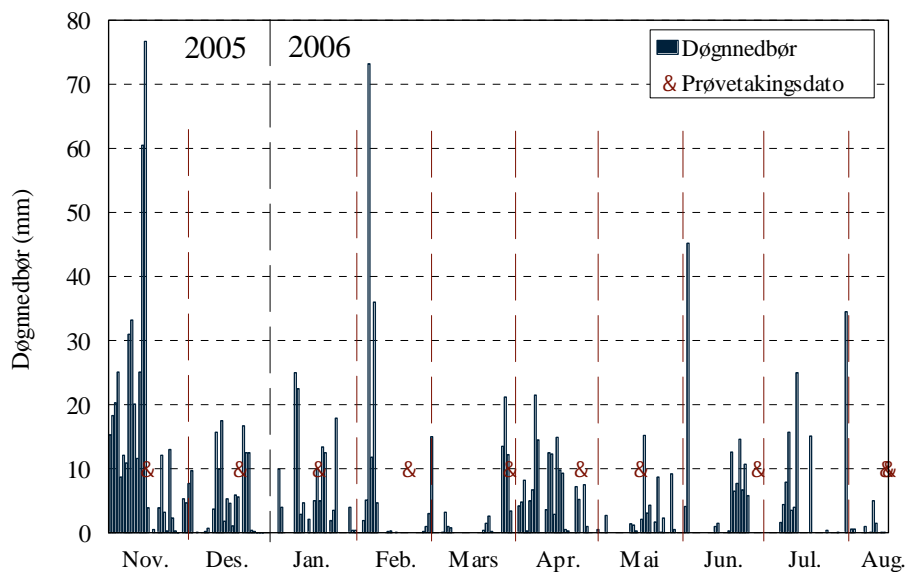
Figur 3. Plassering av fyllingsområdet med inntegnet prøvetakingspunkt i det lokale "vassdraget" som følger dalen ned mot "Pollen" i Opsangervatnet.



Tabell 1. Analyseresultat for de månedlige vannprøvene tatt nedenfor fyllingsområdet på Husnes. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS.

Parameter	Enhet	15.11.05	20.12.05	18.01.06	20.02.06	29.03.06	24.04.06	16.05.06	28.06.06	14.08.06	04.09.06	Snitt
Surhet	pH	4,77	4,38	5,58	6,19	6,53	6,69	6,37	6,89	5,01	5,46	5,8
Turbiditet	NTU	1,53	1,8	2,0	3,0	2,0	0,83	0,90	1,5	0,88	0,97	1,54
Total nitrogen	µg N/l	6 900	30 900	41 900	71 300	100 000	48 700	105 000	47 600	58200	95 000	60550
Nitrat	µg N/l	3 500	15 300	19 700	36 900	58 500	33 600	65 000	32 000	48 500	89 900	40290
Ammonium	µg N/l	1 200	10 400	25 300	31 000	32 000	14 000	39 000	14 100	2 370	560	16993

Nedbørmengdene like før hver av prøvetakingene varierte mye (**figur 4**). Mest regnet det i desember 2005 med hele 78 mm de siste 24 timene før prøvetaking. Tørreste periode i forbindelse med prøvetakingene var i februar, mai og september 2006. Da var det lite nedbør i minst en uke før hver av prøvetakingene.



Figur 4. Døgmedbør ved målestasjonen Dale på Litlabø (nr. 48090). Data er hentet fra DNMI.

Surhet ble målt i perioden november 2005 til september 2006, og pH varierte mellom 4,38 og 6,89. Spesielt ved målingene i november og desember 2005, mens anleggsveien ble bygget og steinfyllingen pågikk, var pH lav med verdier godt under 5,0. Vurdert i henhold til SFT sitt klassifikasjonssystem (SFT 1997) vil laveste pH i desember 2005 tilsvare dårligste klasse, klasse V dersom fyllingsperioden inkluderes og i nest dårligste klasse (klasse IV) dersom denne perioden utelates.

Fra januar, etter at utfyllingen var stanset, økte pH og i perioden februar til juni 2006 lå pH-verdiene stort sett rundt 6,5 med høyeste verdi på 6,89 i juni. I august var pH lavere igjen, - nede på pH 5,01. Surhetsnivået varierer ikke direkte med nedbørmengdene, men det er en relativt jevn økningen i pH fra tidspunktet når fyllingen skjedde og utover til september. Dette kan skyldes at stoffer fra fyllingen etter hvert vaskes ut, siger gjennom myren og ender ut i bekken. Økningen i pH tyder på at det er stoffer i fyllingen som virker som en form for kalking. Det er dessuten en tendens til at pH er høyere etter nedbør (mars april juni) enn i med tørt vær (august), noe som tyder på at kalkende stoffer tilføres med avrenning. Surhetsnivået i august er trolig ned mot naturlig pH-nivå i denne myrbekken.

Turbiditeten, som beskriver innholdet av partikler som reflekterer hvitt lys, har variert mellom 0,83 og 3,0 NTU, med et gjennomsnitt på 1,6 i perioden november 2005 til september 2006. Med et gjennomsnitt på 1,54 NTU tilsier dette tilstandsklasse III = "mindre god" i henhold til SFT's klassifiseringssystem (SFT 1997). (Måleenheten NTU tilsvarer SFT sin måleenhet FTU).

Det er en god sammenheng mellom turbiditet og suspendert tørrstoff i vannmassene, uttrykt ved formelen $mg\ tørrstoff = 3 \times turbiditet - 18,3$ (Hessen mfl. 1989). Denne formelen gir negative tørrstoffverdier når turbiditeten er relativt lav, og i de foreliggende vannprøvene med høyeste målte turbiditet på 3,0 FTU vil det tilsvare en tørrstoffmengde på -9,3 mg/l. I følge

Hessen (mfl. 1989) foreslo Den Europeiske innlandsfiskekommisjonen (EIFAC) følgende grenseverdier for effekter på ferskvannsfiske ved eksponering for suspenderte partikler: mindre enn 25 mg/l gir ingen skadelig effekt, mens mellom 25-80 mg/l gir noe redusert avkastning, mens det måtte være så mye som over 400 mg/l for at det skulle ha stor betydning for avkastningen. Det forventes derfor ingen negative effekter på levende organismer i vassdraget på grunn av partikkelinnholdet.

Av **nitrogenforbindelser** ble konsentrasjonene av totalnitrogen, nitrat (NO_3) og ammonium (NH_4) målt (**tabell 1**). Konsentrasjonen av totalnitrogen i perioden november 2005 til september 2006 var meget høy og med gjennomsnittskonsentrasjon på nesten 61.000 $\mu\text{g N/l}$ tilsvarer det SFT sin dårligste klasse (klasse V) der nedre grense er 1.200 $\mu\text{g N/l}$. Høyest konsentrasjon fant vi i mars og mai, noe som gjaldt alle de undersøkte nitrogenforbindelsene.

Årsaken til de ekstremt høye konsentrasjonene av nitrogenforbindelser er at fyllingsteinen inneholder rester etter sprengstoffet som ble brukt (ammoniumnitrat, NH_4NO_3). Dette førte til at både nitrat og ammoniuminnholdet i bekken var meget høyt. Gjennomsnittskonsentrasjon av nitrat var på over 40.000 $\mu\text{g/l}$ og av ammonium på nesten 17.000 $\mu\text{g/l}$.

I utløpselva fra Opsangervatnet til sjøen vil nitrogenkonsentrasjonen være atskillig lavere. Tilrenningen fra fyllingen utgjør bare 0,4 % av den totale tilrenningen til Opsangervatnet, som er på 91 mill. m^3 årlig. Med en konsentrasjon i bekken fra fyllingen på 61.000 $\mu\text{g N/l}$ og en antatt naturlig konsentrasjon av nitrogen på omtrent 200 $\mu\text{g N/l}$, vil en kunne anta at konsentrasjonen i utløpselva maksimalt vil øke til 450 $\mu\text{g N/l}$. Dette tilsvarer SFT sin tilstandsklasse "III" = mindre god.

Nitrogen er et av næringsstoffene for planteliv i ferskvann, men de høye konsentrasjonene vil ha liten vekststimulerende effekt forutsatt at det ikke er eksterne kilder som gir store tilførsler også av andre næringsstoff som fosfor til vassdraget, eller at det i perioder på sommeren ikke er mangel på nitrogen. Dette kan forekomme enkelte steder i fordi vegetasjonen på land bruker mye nitrogen og det derfor blir mindre i avrenningsvannet til elver og innsjøer.

Ved meget høye pH-verdier ($\text{pH} > 8-8,5$) vil ammonium kunne omdannes til ammoniakk, som er giftig for levende organismer i vann. De målte pH-verdiene i innløpsbekken til Pollen var aldri på et nivå der dette vil være et problem. I utløpselva fra Opsangervatnet vil det heller ikke være perioder med så høy pH.

VURDERING AV MILJØEFFEKTER

I forbindelse med at byggingen av Halsnøysambandet, ble sprengsteinmasser fra drivingen av Halsnøytunnelen deponert ved tunnelmunningen på Sunde. Avrenningen fra deponiet går via et myrområde til en bekk som renner ut i "Pollen" sørvest i Opsangervatnet. Vannføringen i bekken som drenerer fyllingen, er på under 0,4 mill m³ pr. år og utgjør 0,4 % av tilrenningen til Opsangervatnet.

I utfyllingsperioden og et halvt år etterpå ble vannkvaliteten med hensyn på surhet, partikkelinnhold og nitrogenforbindelser overvåket med månedlige prøvetakinger i bekken nedenfor fyllingen. Vannkvaliteten der bar sterkt preg av avrenning fra sprengsteinen, men de skadelige effektene på vannlevende organismer vil trolig likevel være minimale.

Den største innvirkningen på vannkvaliteten var de ekstremt høye nitrogenkonsentrasjonene. Med en gjennomsnittskonsentrasjon på 61.000 µg totalnitrogen/l er dette langt over grensen SFT sin dårligste klasse. De dominerende nitrogenforbindelsene var nitrat (NO₃) og ammonium (NH₄), som utgjør 99 % av sprengstoff. Det er derfor tydelig store mengder rester etter sprengstoff i disse massene. I naturlig avrenning er konsentrasjonene av disse meget små, og spesielt i sig fra myr er nitrogenkonsentrasjonene som regel minimale.

Det er to hovedproblemstillinger med de store nitrogentilførslene. Ammonium kan omdannes til ammoniakk (NH₃) som er svært giftig for vannlevende organismer. Dette er en surhetsavhengig reaksjon, og for at omdanning skal skje må pH være over 8. Høyeste målte pH i bekken var 6,8, så dette ansees ikke som aktuell problemstilling i selve bekken. Forutsatt at det ikke er svært næringsrike forhold i Pollen, med store algemengder som kan gi meget høy pH når det er sol og fint vær, vil det heller ikke være noe problem verken i Pollen, Opsangervatnet eller utløpet av Opsangervatnet til sjøen.

Den andre problemstillingen er knyttet til nitrogen som plantenæringsstoff. I ferskvann er vanligvis fosfor den begrensende faktoren for algevekst, og økte nitrogentilførsler har derfor mindre betydning. I innsjøer med store fosfortilførsler som for eksempel kloakktilsig vil økte nitrogentilførsler gi økt algevekst. I enkelte vassdrag kan det i perioder være mangel på nitrogen fordi vegetasjonen på land tar opp mesteparten av nitrogenforbindelsene. I slike perioder kan økte nitrogentilførsler medføre økt algevekst. Dersom dette forekommer i Pollen vil økt algevekst være et mulig resultat. Til Opsangervatnet som helhet utgjør denne tilrenningen bare 0,4 % av den totale tilrenningen, samt at tilførslene kommer nær utløpet, så for innsjøen som helhet vil tilførslene være uten vesentlig betydning. I utløpselva vil nitrogenkonsentrasjonen øke, fra en antatt naturlig konsentrasjon rundt 200 µg/l til ny beregnet konsentrasjon rundt 440 µg/l. Dette tilsvarer tilstandsklasse III = "mindre god" i SFT sitt klassifikasjonssystem, og burde ikke gi grunnlag for store økninger i primærproduksjon.

Surhetsnivået ble også undersøkt, og i henhold til SFT klassifiseres bekken i tilstandsklasse V ("Meget dårlig"). Dette er imidlertid en liten bekk der mye av tilsiget kommer fra en myr, og i slike kan pH nivået være rundt 5,0 eller lavere av naturlige grunner. Det finnes flere typer myrer med ulike surhetsforhold, men pH-målingene i begynnelsen og slutten av måleperioden tyder på at dette er en type fattigmyr med pH-verdier i området 4,5 til 5,5. Fyllingen med

sprengstein så imidlertid ut til å ha en kalkingseffekt på vannet i bekken, og i perioden fra fyllingen til ut på ettersommeren var det en økning av pH til et nivå rundt 6,5. pH-nivå rundt 6,5 virker unaturlig høyt en myrbekk med naturlig pH under 5,0.

pH i bekken syntes å øke i perioder med nedbør, og det er derfor sannsynlig at det er stoffer i fyllingen som virker "kalkende". Sprengsteinen i fyllingen kommer fra havbunnen,- enten kan det være marine avsetninger/grus som kommer med sprengsteinen eller så kan fyllsteinen bestå av basiske bergarter som løser seg og gir mindre surt avrenningsvann.

Dersom økningen i surhetsnivået skyldes avsetninger som etter hvert vil vaskes ut, vil bekken etter en stund komme tilbake til naturlig surhetsnivå. Dersom økningen skyldes at fyllingen består av basiske bergarter vil kalkingseffekten kunne vare i lang tid framover. En økning i pH vil ikke medføre større problemer for vannlevende organismer enn kalking i vassdragene medfører.

Partikkelinnholdet i vannet var heller ikke faretruende høyt i undersøkelsesperioden. De omtalte grenseverdier for effekter på ferskvannsfiske ved eksponering for suspenderte partikler (Hessen mfl. 1989, EIFAC) ligger langt over verdiene i denne bekken og det forventes derfor ingen negative effekter på levende organismer i vassdraget på grunn av partikkelinnholdet.

Konklusjon

Verken de store tilførselene av nitrogenforbindelser, surheten eller partikkelinnholdet ser derfor ut til å være noe stort miljøproblem for vannlevende organismer vassdraget, - verken i myrbekken nedenfor sprengsteinfyllingen, i Pollen eller i Opsangervatnet og utløpselven derfra. At fyllingen er lagt oppstrøm en myr er en fordel ettersom humusstoffer binder både giftig aluminium og eventuelle tungmetaller som eventuelt måtte finnes i steinfyllingen eller omgivelsene.

REFERANSER

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

Kalkingsplan for Kvinnherad kommune 1995

Rådgivende Biologer as. rapport 173, 46 sider ISBN 82-7658-095-5

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 2226, 36 s.

SFT 1977. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann