

Rapport

Oppdragsgiver: **Avinor**

Oppdrag: **Bergen lufthavn Flesland
Avrenning til Langavatnet**

Emne: **Overvann med høye nitratkonsentrasjoner
Vurdering av mulige infiltrasjonsområder**

Dato: **22. desember 2010**

Rev. - Dato

Oppdrag- /
Rapportnr. **612588 - 4**

Oppdragsleder: **Agnieszka Wyspianska**

Sign.: *Agnieszka Wyspianska*

Saksbehandler: **Anne Kristine Søvik**

Sign.: *Anne Kristine Søvik*

Kontaktperson
hos Oppdragsgiver: **Peter Holmkvist**

Sammendrag:

Det er påvist økende konsentrasjoner av nitrat i Langavatnet ved Bergen lufthavn, Flesland. De økte konsentrasjonene skyldes med stor sannsynlighet de pågående sprengningsarbeidene i området nord for Langavatnet. Overvannet fra sprengningsområdet renner av til et lite "tjern" lokalisert rett nord for Langavatnet. Avinor ønsker å pumpe opp vann fra dette "tjernet" og infiltrere det i grunnen inne på flyplassområdet. Aktuelle infiltrasjonsområder er myrene nordøst for flystripen eller området like nord for taksebanen der det om vinteren dumpes snø forurensset av avisingskjemikalier. .

Multiconsult AS er engasjert av Avinor for å vurdere hvilket område som best vil egne seg for infiltrasjon av overvann fra sprengningsområdet.

Det har vært utført en befaring til de to aktuelle infiltrasjonsområdene samt tatt vannprøver fra tre lokaliteter på myrområdet og i en bekk som renner fra myrområdet og inn i Langavatnet. I vurderingen inngår også vannkvalitetsdata fra Langavatnet (prøvetakingsserie fra juni til november 2010) og "tjernet" (to vannprøver i september og oktober 2010).

Det vurderes å være potensial for denitrifikasjon i myrområdet i sommerhalvåret, såfremt det infiltrerte vannet vil trenge ned i anaerobe lag i myren. I vinterhalvåret forventes det at denitrifikasjonsraten vil avta. Myrområdet i nordøst vurderes å være best egnet til infiltrasjon av overvannet fra sprengningsområdet.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	3
2.	Lokalitetsbeskrivelse	3
2.1	Vannkvalitet i Langavatnet	4
2.2	Vannkvalitet i "tjern" nord for Langavatnet	5
2.3	Mengde overvann som renner av til "tjernet"	6
3.	Utført arbeid	6
3.1	Befaring og feltarbeid	6
3.2	Laboratoriearbeid.....	6
4.	Analyseresultater for vann i myr	10
4.1	Vurdering av analyseresultater.....	10
5.	Vurdering av rensetiltak	11
5.1	Problemstilling.....	11
5.2	Rensing av nitrat i konstruerte våtmarker	11
5.3	Rensing av kobber i konstruerte våtmarker	12
5.4	Alternativ 1: Infiltrasjon i myrområdet nordøst på flyplassområdet.....	12
5.5	Alternativ 2: Infiltrasjon i grunnen på dumpingsområdet for forurenset snø.....	13
5.6	Alternativ 3: Ingen tiltak	13
6.	Konklusjon	14
7.	Referanser.....	14

Tegninger

Vedlegg

Vedlegg A	Tabeller med vannkvalitetsdata for Langavatnet
Vedlegg B	Tilstandsklasser for ferskvann og sjøvann
Vedlegg C	Analysereport for vannprøver fra lite tjern
Vedlegg D	Analysereport for vannprøver fra myrområde

1. Innledning

I forbindelse med pågående overvåkning av vannkvaliteten i Langavatnet ved Bergen lufthavn, Flesland, er det blitt påvist økende konsentrasjoner av nitrat i vannet. De økte konsentrasjonene skyldes med stor sannsynlighet de pågående sprengningsarbeidene i området nord for Langavatnet. Utfylling av sprengstein langs vestsiden av Langavatnet og i Skjenavatnet (som har avrenning til Langavatnet) kan også ha bidratt noe til de økte nitratkonsentrasjonene. Sprengstoffet som benyttes i området nord for Langavatnet har produktnavn Blendex 70 og inneholder nitrat, det vil derfor finnes nitrat i avrenningsvannet fra sprengsteinsmassene. Overvannet fra utsprengningsområdet i nord renner av til et lite "tjern" som ligger rett nord for Langavatnet, det er her blitt påvist konsentrasjoner av nitrat mellom 5 og 6 mg/l. Dette "tjernet" har trolig tidligere vært en del av Langavatnet, men er blitt avskjært av veien som nå skiller vannet og "tjernet". For å forhindre at vannet fra "tjernet" siver ut i Langavatnet ønsker Avinor å pumpe opp vann fra "tjernet" og infiltrere det i grunnen inne på flyplassområdet. Aktuelle infiltrasjonsområder er myrene nordøst for flystripen eller området like nord for taksebanen der det om vinteren dumpes snø forurensset av avisingskjemikalier (figur 2.1).

Multiconsult AS er engasjert av Avinor for å vurdere hvilket område som best vil egne seg for infiltrasjon av overvannet fra sprengningsområdet.

Denne rapporten presenterer analyseresultater for vannprøver tatt fra myrområdet, vannkvalitetsdata for Langavatnet og "tjernet" samt vurderinger angående egnet infiltrasjonsområde.

2. Lokalitetsbeskrivelse

Bergen lufthavn Flesland ligger i luftlinje ca. 11,2 km sørvest for Bergen sentrum. Langavatnet ligger på østsiden av taksebane Yankee i nordøstre deler av flyplassområdet. Vatnet er langstrakt med lengde på ca. 1300 m og bredde ca. 200 m.

Langavatnet er en relativt næringsrik innsjø. I søndre del er vanndybden i hovedsak under 4 m og i dette området er det mye vannvegetasjon. Langavatnet får tilførsel av vann fra Skjenavatnet i sør, men største delen av Langavatnets nedslagsfelt ligger i nord og øst. Opprinnelig utløp fra Langavatnet er fylt igjen, og dagens utløp går via et overløp på vestbredden i sørvestre del av vatnet. Fra overløpet går vannet i en tunnel under rullebanen, og deretter videre som åpen bekk, Fleslandselven, ut i Kvernavika i Raunefjorden.

Det er ikke registrert vernede eller prioriterte naturtyper i området. Langavatnet er i Naturbase registrert som rasteplass for andefugler. Langavatnet har en liten bestand av aure med god kondisjon og tilvekst. Langavatnet beskrives som et oppvekstområde for ål /1/.

Nord for Langavatnet er det et lite "tjern" som mottar avrenning fra et utsprengningsområde nord for taksebanen, se figur 2.1. Her tas det ut masser til utfyllingsarbeider på flyplassområdet. Som allerede nevnt har "tjernet" trolig tidligere vært en del av Langavatnet og har blitt avskjært av veien. Det er dermed trolig bare en sprengsteinsfylling som vannet kan sive igjennom, som skiller "tjernet" og Langavatnet. Avinor har mistanke om at det også kan være en terskel mellom "tjernet" og Langavatnet. Er dette tilfelle vil vann fra "tjernet" bare sive ut i Langavatnet når vannstanden står høyere enn terskelen.

Nordvest for rullebanen er det et område som om vinteren brukes til å lagre snø forurensset av avisingskjemikalier. Området består av en planert steinfylling, som ligger litt lavere i terrenget enn rullebanen. Nedenfor steinfyllingen skråer terrenget ned mot sjøen. Området mellom dumpingsområdet og sjøen består av skogkledde bergknauser. Det antas at eventuelle dekker av løsmasser i dette området har liten utbredelse og mektighet.

Nordøst for taksebanen er det et relativt flatt område med myr, omkranset av små koller med furuskog. Det renner en bekk ut fra myrområdet i nord. Det antas også at deler av myrområdet drenerer sørøver mot Langavatnet. Området fremstår som urørt uten noen form for terrenginngrep.



Figur 2.1: Flyfoto som viser området nord for flyplassen med omtrentlig plassering av prøvetakingspunkt VP2 (kartkilde: www.bergenskart.no).

2.1 Vannkvalitet i Langavatnet

Siden sommeren 2010 har Multiconsult vært engasjert av Vassbakk & Stol (som igjen har avtale med Avinor) for å overvåke vannkvaliteten i Langavatnet. Overvåkingen har foregått i forbindelse med utfylling av sprengstein langs vestbredden av Langavatnet. Det er regelmessig blitt tatt vannprøver fra de to prøvetakingspunktene VP1 (i sør) og VP2 (i nord).

Analyseresultater av nitrat (NO_3^-), ammonium (NH_4^+), total nitrogen (total N), total fosfor (total P), total organisk karbon (TOC) og kobber fra VP1 og VP2, samt målte pH-verdier, er vist i figur A.1 a-g i vedlegg A. Tilstandsklasser for ferskvann /2/ og sjøvann /3/ for aktuelle stoffer er vist i vedlegg B.

I det påfølgende avsnittet vil bare analyseresultatene fra prøvepunkt VP2 bli kommentert, da det er dette prøvepunktet som ligger nærmest "tjernet" og utsprengningsområdet i nord.

Generelt er pH-verdien ved prøvepunkt VP2 stabil. På våren og sommeren lå pH-verdien rundt 7, mens den sank til ca. pH 6 utpå sensommeren, for så å stige opp mot 7,5 i november. pH-verdier over 6,5 tilsvarer tilstandsklasse I ("meget god"), og for størstedelen av måleperioden har pH-verdien i vannet vært i denne tilstandsklassen. På sensommeren tilsvarte pH-verdien tilstandsklasse II ("god").

Konsentrasjonen av NO_3^- -N steg fra ca. 200 $\mu\text{g/liter}$ i juni til ca. 900 $\mu\text{g/liter}$ i september, for deretter å flate ut. Utover i oktober og november har konsentrasjonen variert mellom ca. 750 og 950 $\mu\text{g/liter}$. Det er ingen tilstandsklasser for NO_3^- i ferskvann, men ved å sammenligne med tilstandsklassene for total N har konsentrasjonen av NO_3^- -N gått fra tilstandsklasse I ("meget god") tidlig på sommeren til tilstandsklasse IV ("dårlig") på høsten 2010.

Konsentrasjonen av NH_4^+ -N steg fra ca. 20 $\mu\text{g/liter}$ i juni til ca. 130 $\mu\text{g/liter}$ i august for deretter å synke tilbake til 20 $\mu\text{g/liter}$ mot slutten av september. Sammenlignet med tilstandsklasser for total N er vannkvaliteten med hensyn på NH_4^+ -N "meget god". Konsentrasjonen av NH_4^+ -N ligger også hele tiden under den kanadiske grenseverdien for ferskvann, se tabell 2.1. Ved pH-verdier over 8 vil NH_4^+ kunne omdannes til ammoniakk (NH_3), som er giftig for vannlevende organismer. De målte pH-verdiene (figur A.1a i vedlegg A) viser at dette ikke vil være et problem i Langavatnet.

I denne måleperioden har konsentrasjonen av total N i Langavatnet bare blitt målt i september og oktober. Målingene viser at konsentrasjonen synker fra 1300 $\mu\text{g/liter}$ i september til 1000 $\mu\text{g/liter}$ i oktober, det vil si at tilstandsklassen har endret seg fra V ("meget dårlig") til IV ("dårlig") fra september til oktober. På høsten observeres det altså en nedgang i konsentrasjonen av total N og NH_4^+ i vannet ved prøvepunkt VP2, mens konsentrasjonen av NO_3^- er mer eller mindre konstant.

Konsentrasjonen av total P og TOC ble også målt i samme tidsrom som total N. Total P varierer mellom 10 og 20 $\mu\text{g/liter}$, det vil si mellom tilstandsklasse II ("god") og tilstandsklasse III ("mindre god"). Konsentrasjonen av TOC varierer mellom 8 og 9 mg/l, dette tilsvarer tilstandsklasse IV ("dårlig").

Konsentrasjonen av kobber i Langavatnet varierer mellom "ikke påvist" og 27 $\mu\text{g/l}$. De to siste målingene fra november 2010 viser konsentrasjoner mellom 5 og 10 $\mu\text{g/l}$, tilsvarende tilstandsklasse IV ("sterkt forurenet").

2.2 Vannkvalitet i "tjern" nord for Langavatnet

Det er tatt vannprøve i "tjernet" nord for Langavatnet i september og oktober (VP3) (fullstendig analyserapport er vist i vedlegg C). Prøvetaker var Agnieszka Wyspianska. Prøven fra september ble analysert for ulike nitrogenforbindelser, mens prøven fra oktober i tillegg ble analysert for tungmetaller (både filtrerte og oppsluttede prøver), polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og olje (tabell 2.1). I tabell 2.1 er vannkvalitetsdataene sammenstilt med grenseverdier i Drikkevannsforskriften /4/ og kanadiske grenseverdier for ferskvann og sjøvann samt klassifisert i tilstandsklasser for ferskvann /2/ og sjøvann /3/. Det er også tatt med vannkvalitetsdata for Langavatnet for sammenligning (min og maksverdier for prøver tatt i prøvetaksperioden).

Konsentrasjonen til de uorganiske miljøgiftene arsen, bly, kadmium, kvikksølv og sink tilsvarer tilstandsklasse I og II for ferskvann ("ubetydelig til moderat forurenet"). Når det gjelder krom og nikkel er de filtrerte prøvene i tilstandsklasse II, mens de oppsluttede prøvene er i tilstandsklasse III ("markert forurenet").

Av de uorganiske stoffene peker kobber seg ut med høy konsentrasjon. I de filtrerte prøvene tilsvarer konsentrasjonen av kobber tilstandsklasse IV for ferskvann ("sterkt forurenet"), mens den oppsluttede prøven har en konsentrasjon som tilsvarer tilstandsklasse V ("meget sterkt forurenet"). Dette er som forventet, da det er funnet høye kobberverdier i alle innsjøer og vassdrag på flyplassområdet. I prøveserier fra tidligere overvåkning av Lønningstjern er det i enkelte prøver funnet konsentrasjoner opp mot 360 $\mu\text{g/l}$. I en rapport fra Aquateam er det også påvist høye verdier av kobber i både elver og innsjøer i området /13/.

Konsentrasjonen av total nitrogen tilsvarer tilstandsklasse V ("meget dårlig"). Som tidligere nevnt er det ingen tilstandsklasser for NO_3^- eller NH_4^+ , men de målte konsentrasjonene ligger over den kanadiske grenseverdien for ferskvann.

Konsentrasjonen av PAH-forbindelsene fluoranten og pyren tilsvarer tilstandsklasse II ("god") for sjøvann.

Konsentrasjonen av tungmetaller i Langavatnet varierer mye, og er noen ganger lavere og noen ganger høyere enn tilsvarende konsentrasjoner funnet i vannprøven fra "tjernet".
Konsentrasjonen av nitrogenforbindelsene i Langavatnet er imidlertid alltid lavere enn det som ble funnet i vannprøven fra "tjernet".

2.3 Mengde overvann som renner av til "tjernet"

Vi har ikke hatt tilgang til kart som viser arealet til området nord for taksebanen der det foregår utspregning, men et konservativt anslag er på ca. $200 \times 200 \text{ m}^2 = 40.000 \text{ m}^2$.

På målestasjonen på Flesland er det september måned som gjennomsnittlig har mest nedbør med en nedbørsnormal på 238 mm (<http://retro.met.no>). Maks avrenning fra utspregningsområdet vil da være ca. $9.500 \text{ m}^3/\text{mnd}$, noe som tilsvarer ca. $315 \text{ m}^3/\text{døgn}$.

3. Utført arbeid

3.1 Befaring og feltarbeid

Det ble utført en befaring den 22. oktober 2010 der Peter Holmkvist og Terje Aarsand fra Avinor og Anne Kristine Søvik fra Multiconsult deltok.

Første del av befaringen omfattet en runde på myrområdet nordøst for Langavatnet (figur 3.2a og b). Det ble tatt tre vannprøver fra vannet i myren, for omtrentlig plassering av prøvetakingspunktene, se figur 3.1. I felt ble ledningsevnen, oksygeninnholdet og temperaturen til vannet målt.

Andre del av befaringen omfattet en runde i området nord for taksebanen, først til området der det om vinteren dumpes snø forurensset med avisingskjemikalier, deretter til området med "tjernet" og utspregningsområdet nord for dette (figur 2.1 og 3.2c). Det ble tatt en vannprøve fra en bekk som renner inn i nordre ende av Langavatnet (figur 3.1).

3.2 Laboratoriearbeid

Vannprøvene fra myrområdet ble analysert for pH, total organisk karbon (TOC), ammonium (NH_4^+), nitrat (NO_3^-), total nitrogen og total fosfor.

De kjemiske analysene er blitt utført av analyselaboratoriet Eurofins som er akkreditert for de aktuelle analysene.

Fullstendig analyserapport fra laboratoriet Eurofins er vist i vedlegg D.

Tabell 2.1: Vannkvalitetsdata fra 22.09.10 og 15.10.10 for "tjernet" (VP3) som mottar avrenning fra utsprengningsområdet. Vannkvalitetsdataene er sammenstilt med grenseverdier i Drikkevannsforskriften og kanadiske grenseverdier for ferskvann og sjøvann samt klassifisert i tilstandsklasser for ferskvann og sjøvann. Det er også tatt med vannkvalitetsdata for Langavatnet (VP2) (min- og maksverdier for prøvetakingsperioden).

		Tjern ³ 22.09.10	Tjern 15.10.10		Langavatnet ³	Drikke- vann Norge ¹	Fersk vann Kan. ²	Salt- vann Kan. ²
			Fersk ³	Sjø ⁴				
Arsen-filtr.	µg/l		0,44	0,44	<0,2 - 0,35	10	5	12,5
Arsen-oppsl.			0,46	0,46				
Bly-filtr.			0,26	0,26	<0,2 - 3,6	10		
Bly-oppsl.			1,0	1,0				
Kadmium-filtr.			0,043	0,043	<0,01 - 0,033	5,0	0,017	0,012
Kadmium-oppsl.			0,047	0,047				
Kobber-filtr.			3,8	3,8	<1 - 27	0,1		
Kobber – oppsl.			7,6	7,6				
Krom-filtr.			0,52	0,52	<0,5 - 9,4	50	8,9	56
Krom-oppsl.			2,6	2,6				
Kvikksølv-filtr.			<0,002	<0,002	<0,005– 0,022	0,5	0,026	0,016
Kvikksølv-oppsl.			<0,005	<0,005				
Nikkel-filtr.			2,1	2,1	<0,5 - 6,7	20		
Nikkel-oppsl.			4,4	4,4				
Sink-filtr.			<0,2	<0,2	<2 - 70			
Sink-oppsl.			<2,0	<2,0				
Total nitrogen	mg/l	5,9	6,3	6,3	1,0-1,1			
Nitrat (NO3-N)		5,37	6,0	6,0	0,2-0,91	10	2,9	
Nitritt (NO2-N)		0,004	0,012	0,012		0,05		
Ammonium (NH4-N)		0,18	0,18	0,18	0,021-0,13		0,019	
PAH	µg/l		0,030	0,030		0,10		
Fluoranten			0,012	0,012			0,04	
Pyren			0,011	0,011			0,025	
Sum THC (>C ₅ -C ₃₅)			<40	<40		10		

¹ Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften) /3/.

² Canadian Environmental Quality Guidelines. Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines. 2002.

³ Vannkvalitetsdataene (angitt fargekode) er klassifisert i henhold til tilstandsklasser for ferskvann, TA 1468/1997 /2/.

⁴ Vannkvalitetsdataene (angitt fargekode) er klassifisert i henhold til tilstandsklasser for sjøvann, TA 2229/2007 /3/.

Tilstandsklasser for ferskvann, SFT-veileder TA-1468/1997/ Tilstandsklasser for sjøvann, SFT-veileder TA-2229/2007.

- I = "Ubetydelig forurensset"/"Bakgrunn"
- II = "Moderat forurensset"/"God"
- III = "Markert forurensset"/"Moderat"
- IV = "Sterkt forurensset"/"Dårlig"
- V = "Meget sterkt forurensset"/"Svært dårlig"



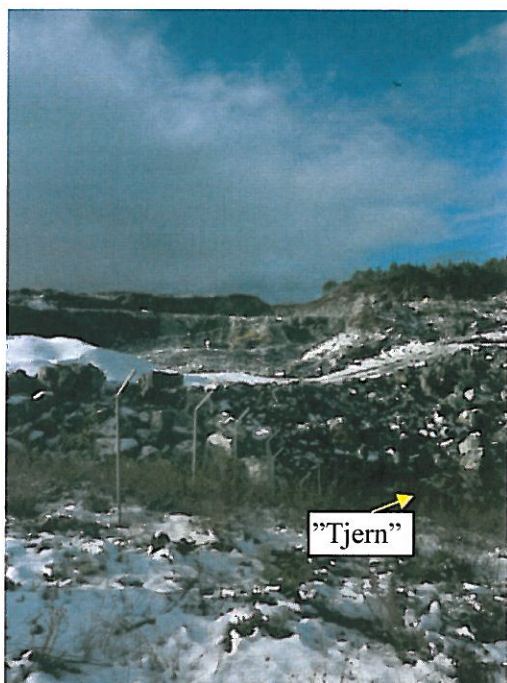
Figur 3.1: Flyfoto som viser området med myr nord for flyplassen (kartkilde: www.bergenskart.no).



a)



b)



c)

Figur 3.2: a) Oversiktsbilde av myrområdet i nordøst, b) bekk som renner ut fra myrområdet, bildet er tatt mot nord, c) oversiktsbilde over område der det foregår sprengning.

4. Analyseresultater for vann i myr

Analyseresultatene for vannprøvene fra myrområdet og bekken som renner inn i Langavatnet i nord er vist i tabell 4.1. Resultatene er klassifisert i henhold til tilstandsklasser for ferskvann (TA 1468/1997 /2/).

Tabell 4.1: Vannkvalitetsdata for vann i myr og i bekk som har utløp nord i Langavatnet.

	Enhet	Myr-1	Myr-2	Myr-3	Bekk til Langavatnet
Ledningsevne	µS/cm	29	32	43	
Oksygen	mg/l	2,2	9,6	6,9	
pH		6,0	4,8	5,0	7,1
TOC	mg/l	11	8,9	9,9	16
NH ₄ -N	µg/l	<5	<5	<5	22
NO ₃ -N		9,3	18	12	960
Total nitrogen		210	19	95	1300
Total fosfor		21	16	18	70

Tilstandsklasser for ferskvann, SFT-veileder TA-1468/1997.

I = "Meget god"
II = "God"
III = "Mindre god"
IV = "Dårlig"
V = "Meget dårlig"



4.1 Vurdering av analyseresultater

Myrer er områder med høy grunnvannstand, og på grunn av anaerobe forhold skjer nedbrytningen av dødt organisk materiale så langsomt at det skjer en opphopning av delvis omdannet organisk materiale. Mange av de kjemiske nedbrytningsreaksjonene som de anaerobe mikroorganismene utfører senker pH-verdien i vannet. Det finnes både næringsrike og næringsfattige myrer. Myrer påvirket av grunnvannet kan ha et høyt innhold av næringsstoffer avhengig av hvilke typer masser vannet har vært i kontakt med. Myrer som bare får tilført vann via nedbør vil være fattigere på næringsstoffer. Et relativt høyt innhold av fosfor i vannet i myren på Flesland kan tyde på at denne myren i hvert fall delvis står i kontakt med grunnvannet.

Ut ifra analyseresultatene i tabell 4.1 er det vanskelig å si noe om hvorvidt det foregår denitrifikasjon i myrområdet i nordøst. Myrområdet er ikke et lukket system med et definert innløp og utløp, der en eventuell synkende konsentrasjon av nitrat kan måles langs en strømningslinje. Myrområdet blir tilført vann fra kollene som omkranser den samt fra grunnvann og nedbør, og nitratkonsentrasjonen vil således kunne variere mye fra sted til sted på myren. Prøvepunkt Myr-1 like ved utløpet av myren i nord har for eksempel den høyeste målte nitratkonsentrasjonen, mens prøvepunktet midt på myren Myr-2 har den laveste nitratkonsentrasjonen. Imidlertid er alle de målte nitratkonsentrasjonene lave (tilstandsklasse I, "meget god"), noe som viser at det trolig pågår denitrifikasjon i myren. Det er også mye organisk karbon i vannet samtidig som det stedvis er lite oksygen. Myren antas derfor å ha potensial for nitrogenfjerning via denitrifikasjon.

Vannprøven fra bekken (som renner inn i Langavatnet i nord) er i tilstandsklasse V ("meget dårlig") med hensyn på konsentrasjon av TOC, total nitrogen og total fosfor. pH-verdien er 7,1

noe som tilsvarer tilstandsklasse I ("meget god"). Det antas at denne bekken mottar vann både fra myrområdet i nordøst og utsprengningsområdet i nordvest. Høyt TOC-innhold er vanlig i humusholdig vann fra myrer, mens de høye nitratkonsentrasjonene vitner om at vannet i bekken er påvirket av overvann fra utsprengningsområdet. Det kan ikke utelukkes at støv og gasser fra sprengningen også kan være en viss kilde til spredning av nitrogen.

5. Vurdering av rensetiltak

5.1 Problemstilling

Det er to hovedproblemstillinger knyttet til store nitrogentilførsler til vann. Den første problemstillingen er at ved pH-verdier over 8 kan ammonium (NH_4^+) omdannes til ammoniakk (NH_3), et kjemisk stoff som er svært giftig for vannlevende organismer. De målte pH-verdiene i Langavatnet er imidlertid mellom 6 og 7,5. Dannelse av ammoniakk er dermed ikke en relevant problemstilling for Langavatnet.

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 imidlertid kunne 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 også økte nitrogentilførsler medføre økt algevekst. I sjøvann er det generelt nitrogen som er den begrensende faktoren.

Det kan ikke utelukkes at de økte konsentrasjonene av nitrat i Langavatnet vil medføre økt algevekst i sommerhalvåret.

5.2 Rensing av nitrat i konstruerte våtmarker

De kjemiske reaksjonene som bidrar til sirkulasjon av nitrogen mellom atmosfæren og biosfæren utføres hovedsakelig av mikroorganismer. Nitrogenfikserende bakterier omdanner nitrogengass (N_2) fra lufta til ammonium (NH_4^+), nitrifiserende bakterier omdanner NH_4^+ til nitrat (NO_3^-), og de denitrifiserende bakteriene slutter kretsløpet ved å omdanne NO_3^- til nitrogengass.

Denitrifiserende bakterier er fakultativt anaerobe, det vil si at de kan bruke både oksygen og nitrat som elektronakseptorer i sin metabolisme. Når oksygenet tar slutt går de over til å bruke nitrat for å "puste". Majoriteten av de denitrifiserende mikroorganismene er heterotrofe, det vil si at de bruker organisk karbon som elektron donor. Derfor er denitrifikasjon avhengig av tilgang på organisk karbon. Økning i temperaturen fører til økt mikrobiologisk aktivitet, dette gjelder også for de denitrifiserende mikroorganismene. Det antas vanligvis at det kreves temperaturer over 5 °C for å oppnå en effektiv denitrifikasjonsrate /5/. Det har imidlertid også blitt rapportert om fjerning av NO_3^- fra jord ved lave temperaturer /6, 9/. Lystgass eller N_2O er et biprodukt i nitrifikasjon- og denitrifikasjonsprosessen. Lystgass er en sterk drivhusgass og det er derfor ønskelig å minimere produksjonen av denne gassen. Miljøfaktorer som "stresser" de denitrifiserende organismene fører til at forholdet mellom produsert N_2O og N_2 øker. Eksempler på slike negative miljøfaktorer er svært høye og lave pH-verdier, lave temperaturer og forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller /9-11/.

I våtmarker vil nitrogen fjernes ved ulike prosesser: 1) sedimentering av partikler (organisk stoff) som inneholder nitrogen, 2) opptak i planter/mikroorganismer, 3) fordamping av ammoniakk (skjer bare ved høy pH når ammonium foreligger som ammoniakk), 4) binding til bunnsedimenter (gjelder for ammonium) og 5) nitrifikasjon/denitrifikasjon. I en myr som

tilføres vann med nitrat vil det hovedsakelig være denitrifikasjon som vil bidra til å fjerne nitrat.

I et forsøksanlegg i Lier med åtte ulike typer våtmarksfiltre er fjerning av nitrat fra landbruks-avrenning blitt undersøkt /7, 8/. Vannet inn i våtmarkene hadde en nitratkonsentrasjon som varierte mellom 4 og 10 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$, altså konsentrasjoner i samme størrelsesorden som for vannprøvene fra "tjernet" (tabell 2.1). Et av våtmarksfiltrene var fylt med halm, og hadde konsentrasjoner av TOC mellom 5 og 11 mg/l, disse konsentrasjonene er i samme størrelsesorden som for vannet i myrområdet (tabell 4.1). Rensegraden for nitrogen i våtmarksfilteret med halm varierte mellom 0 og 90 %. Som forventet var rensegraden høyest om sommeren, 58 – 90 %, og lavest om høsten/vinteren, 0 – 3 %. Ved hjelp av isotopmålinger av ^{15}N ble det funnet at denitrifikasjon bidro til fjerning av nitrogen i sommerhalvåret men ikke i vinterhalvåret. Som tidligere nevnt er det vist at denitrifiserende bakterier kan være aktive ved lave temperaturer, så årsaken til at det ikke ble påvist denitrifikasjon i vinterhalvåret trenger ikke skyldes inaktive mikroorganismer. Andre forhold som for eksempel økte oksygenkonsentrasjoner i vannet kan ha virket inn /8/.

5.3 Rensing av kobber i konstruerte våtmarker

Som allerede nevnt er det generelt mye kobber i vann og vassdrag i Fleslandsområdet. Vannet som eventuelt skal tilføres myrområdet i nordøst for å fjerne nitrat, vil dermed også ha høye verdier av kobber. Som beskrevet nedenfor er det potensial for å også kunne fjerne noe av kobberet i vannet ved infiltrasjon i myren.

Kobber i metallisk form har lav giftighet, men i form av løselige salter kan kobber være meget giftig for vannlevende organismer. Generelt er det lite løselig kobber i jord. Det meste bindes sterkt til jordpartikler eller danner komplekser med organisk materiale i jorden.

Kobber er kjent for å være et problem i forbindelse med avrenning fra gruvevirksomhet. Det har derfor vært utført flere pilotforsøk for å undersøke hvorvidt våtmarker kan anvendes for å rense avrenning fra gruver. Både anaerobe og aerobe våtmarker har vært studert /12/.

Prosesser av betydning for metallfjerning i anaerobe våtmarksanlegg vil være bakteriell sulfatreduksjon med påfølgende sulfidutfelling av metaller. I en aerob våtmark kan metaller fjernes ved adsorpsjon til organisk materiale, utfelling og adsorpsjon av metalloksider og akkumulasjon i planter. I et eventuelt dypereleggende anaerobt lag i den aerobe våtmarken kan også utfelling av sulfider forekomme. Kjemiske likevekter tilsier at det trolig ikke vil være mulig å fjerne tungmetaller ned til like lave nivåer med aerob behandling basert på utfelling av oksider/hydroksider som ved sulfidutfelling i anaerobe anlegg /12/.

Selv om det ved hjelp av våtmarker er mulig å fjerne en god del kobber fra gruvevann, ville det imidlertid være sensasjonelt om man kunne komme ned i så lave verdier som er utgangskonsentrasjonen i vannet fra "tjernet".

5.4 Alternativ 1: Infiltrasjon i myrområdet nordøst på flyplassområdet

Myrområdet i nordøst vil trolig egne seg som infiltrasjonsområde for vann fra "tjernet". I sommerhalvåret forventes det at denitrifikasjon samt opptak i planter vil bidra til å redusere nitratkonsentrasjonen i det infiltrerte vannet. Denitrifikasjonsraten vil trolig avta i vinterhalvåret.

Konsentrasjonen av kobber i det infiltrerte vannet vil trolig avta ved at kobberet bindes til organisk materiale i myren. I anaerobt miljø kan også kobberioner felles ut som sulfider, ved at sulfat reduseres til sulfid som så felles ut med tungmetaller. Dette forutsetter at det er sulfat til stede, noe som trolig er oppfylt for den aktuelle lokaliteten da regnvannet i kystnære strøk inneholder sulfat. Fra myrer "lekker" det ofte litt oppløst jern, Fe(II) . Ved kontakt med luft vil toverdig jern oksideres til treverdig

jern, Fe(III). Det utfelte jernhydroksidet, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, vil i stor grad også adsorbere andre tungmetaller som er tilstede i vannet, som for eksempel kobber. Kobber som eventuelt "lekker" ut fra myren kan dermed felles ut sammen med jernhydroksid.

I utgangspunktet er det lite ønskelig å slippe ut vann med så høye kobberkonsentrasjoner i tilnærmet urørt natur. Men som beskrevet i kap. 2 er det ikke registrert vernede eller prioriterte naturtyper i området, og som allerede nevnt viser vannkvalitetsdata fra tidligere overvåkinger av elver og innsjøer i området at det generelt er høye verdier av kobber i vannet i området. Dette kan skyldes høye bakgrunnsverdier av kobber. I geokjemisk atlas for Norge er det oppgitt en gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon i flomsedimenter på 45 mg/kg (variasjon på 12 – 117 mg/kg) (region Bergen – Jotunheimen) /14/. Det kan dermed ikke utelukkes at også vannet i myrområdet er preget av høye kobberverdier. For å undersøke dette, anbefaler vi at det tas prøver av vannet i myren som analyseres for kobber.

For at dette rensetiltaket skal ha en effekt og bidra til å redusere konsentrasjonen av nitrat (og kobber), må det tilførte vannet trenge ned i de anaerobe lag i myren. I følge Avinor planlegges det å tilføre vann fra "tjernet" via en slange som legges oppå myren. Hvis det legges opp til at det meste av overvannet fra utsprengningsområdet skal ledes til myren vil det i perioder være relativt mye vann som skal tilføres per døgn. Myrjord har generelt lav vannledningsevne og det er en fare for at det tilførte vannet vil kunne renne av på overflaten.

5.5 Alternativ 2: Infiltrasjon i grunnen på dumpingsområdet for forurenset snø

Dumpingsområdet for snø forurenset med avisingskjemikalier består av en sprengsteinsfylling der det trolig er lite finstoff. Videre antas det at løsmassedekket i området ned mot sjøen er tynt. Det forventes dermed ikke annerledes forhold i grunnen på denne lokaliteten og forholdene er trolig ikke optimale med hensyn på denitrifisering. Nitrat er et negativt ladd ion, og vil derfor heller ikke bindes til jordpartikler i grunnen. Det forventes dermed at mesteparten av nitraten vil følge vannet ut i sjøen. Avisningskjemikalier inneholder glykol og acetat, som er relativt lett nedbrytbare stoffer under aereobe forhold. Et tilskudd av nitrat vil kunne bidra til å øke nedbrytningsraten til disse stoffene. Spørsmålet er om oppholdstiden i jorden er lang nok til at dette kan få noen effekt.

Hvor mye kobber som eventuelt vil bindes i grunnen er usikkert, men det er lite som tilsier at det vil skje binding i masser med lite finstoff og lavt innhold av humus. Den aktuelle konsentrasjonen av kobber i det infiltrerte vannet er ifølge SFTs veiledere vurdert til å være like skadelig i sjøvann som i ferskvann (tabell 2.1). Imidlertid vil mengde overvann som renner av til sjøen være av begrenset omfang, og de opprinnelige konsentrasjonene av kobber vil bli raskt fortynnet i sjøvannet. Videre er det som tidligere påpekt, generelt høye konsentrasjoner av kobber i vann og elver i Fleslandsområdet.

Det forventes altså mindre tilbakeholdelse av nitrat (og kobber) i grunnen på dette infiltrasjonsområdet enn det som er tilfelle med myrområdet i nordøst. Imidlertid forventes det at det tilførte vannet lett trenger ned i grunnen, og det er dermed trolig liten fare for at noe av vannet vil renne av på overflaten.

5.6 Alternativ 3: Ingen tiltak

Fosforkonsentrasjonen i Langavatnet er relativ høy, (10 og 20 µg/liter, tilsvarende tilstandsklasse II til tilstandsklasse III, "god" til "mindre god").

Vanligvis er det fosfor som er den begrensende faktor for eutrofiering i ferskvann. Med fosfor tilsvarende tilstandsklasse III er det imidlertid mulig at det i gitte tilfeller er nitrogen som er den begrensende faktor i Langavatnet. De påviste konsentrasjonene av nitrat kan dermed muligens bidra til økt algevekst i Langavatnet i sommerhalvåret. Det avhenger imidlertid av at

den høye konsentrasjonen av nitrat vedvarer, noe som igjen vil være avhengig av hvor stor utskiftning det er på vannet og hvor lenge sprengningsaktiviteten vil pågå.

Høye kobberkonsentrasjoner er giftig for vannlevende organismer. Det ville dermed være ønskelig å redusere kobberkonsentrasjonen i Langavatnet. Da elvene og innsjøene i området generelt har høye verdier av kobber, vil det å hindre tilførsel av vann fra "tjernet" til Langavatnet trolig ikke ha særlig stor innflytelse på kobberkonsentrasjonen i Langavatnet.

6. Konklusjon

Myrområdet i nordøst vurderes å være best egnet til rensing av nitrat i overvannet fra utspreningsområdet. Dette gjelder for sommerhalvåret når denitrifikasjon og opptak i planter vil kunne bidra til å redusere konsentrasjonen av nitrat i det tilførte vannet. Det vil trolig også kunne oppnås en reduksjon av kobberinnholdet i vannet. Tilfredsstillende rensing forutsetter imidlertid at vannet trenger ned i anaerobe lag i myren.

Det anbefales å vente med eventuelle rensetiltak til våren/sommeren, da denitrifikasjonsraten er lav i vinterhalvåret. Nitratkonsentrasjonen i Langavatnet bør følges utover vinteren/våren, og skulle konsentrasjonen synke er det mulig at det ikke er nødvendig med rensetiltak. Før eventuell infiltrasjon settes i gang bør det også tas prøver av vannet i myren som analyseres for innhold av kobber. Ved eventuell infiltrasjon i myrområdet, bør det med jevne mellomrom tas vannprøver fra utløpet av myren for å sjekke om det oppnås en reduksjon i innholdet av nitrat.

7. Referanser

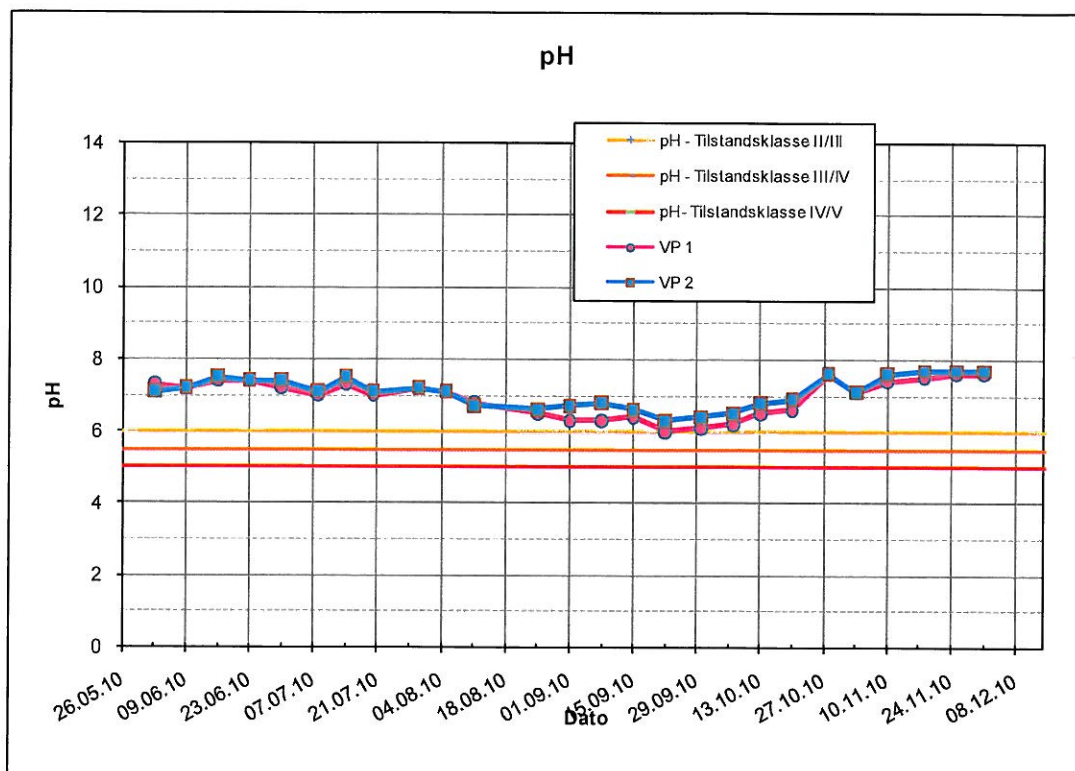
- /1/ Bjørklund, A.E., Kålås, S., Brekke, E., 2007. Enkel undersøkelse av miljøtilstanden i innsjøer og bekker med mulig forurensning fra Bergen Lufthavn. Rådgivende Biologer AS, rapport 964, 44 s.
- /2/ SFT, 1997. SFT-veileder 97:04. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. TA 1468/1997.
- /3/ SFT, 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- /4/ FOR 2001-12-04 nr. 1372: Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften).
- /5/ Granli, T., Bøckman, O.C., 1995. Nitrous oxide (N₂O) emissions from soils in warm climates. Fertilizer Research, vol. 42, pp 159-163.
- /6/ Mahli, S.S., McGill, W.B., Nyborg, M., 1990. Nitrate losses in soils: effects of temperature, moisture and substrate concentration. Soil Biology & Biochemistry, vol. 22, pp 733-737.
- /7/ Blankenberg, A.-G.B., Haarstad, K., Søvik, A.K., 2008. Nitrogen retention in constructed wetland filters treating diffuse agriculture pollution. Desalination, vol. 226, pp 114-120.
- /8/ Søvik, A.K., Mørkved, P.T., 2008. Use of stable nitrogen isotope fractionation to estimate denitrification in small constructed wetlands treating agricultural runoff. Science of the Total Environment, vol. 392, pp157-165.
- /9/ Öquist, M.G., Nilsson, M., Sörensson, F., Kasimir-Klemedtsson, Å., Persson, T., Westlien, P., Klemedtsson, L., 2004. Nitrous oxide production in a forest soil at low temperatures – processes and environmental controls. FEMS Microbiol. Ecol., vol. 49, pp 371-378.

- /10/ Holtan-Hartwig, L., 2001. Comparison of soil denitrifier communities; N₂O production and reduction. Doctor Scientiarum These 2001:29. Norges Landbrukshøyskole.
- /11/ Mørkved, P.T., 2006. Environmental controls of terrestrial N₂O sources. Philosophiae Doctor Thesis 2006:21. Universitetet for miljø- og biovitenskap.
- /12/ Kværner, J., 1995. Rensing av sure gruveavløp i våtmarksanlegg. Jordforsk rapport nr. 7/95.
- /13/ Aquateam – Norsk vannteknologisk senter A/S, 2009. Vurdering av vannforekomster ved Bergen lufthavn i henhold til EUs vannrammedirektiv. Rapport nr. 08-061A.
- /14/ NGU, NVE, 2000. Geokjemisk atlas for Norge, del 1. Kjemisk sammensetning av flomsedimenter.

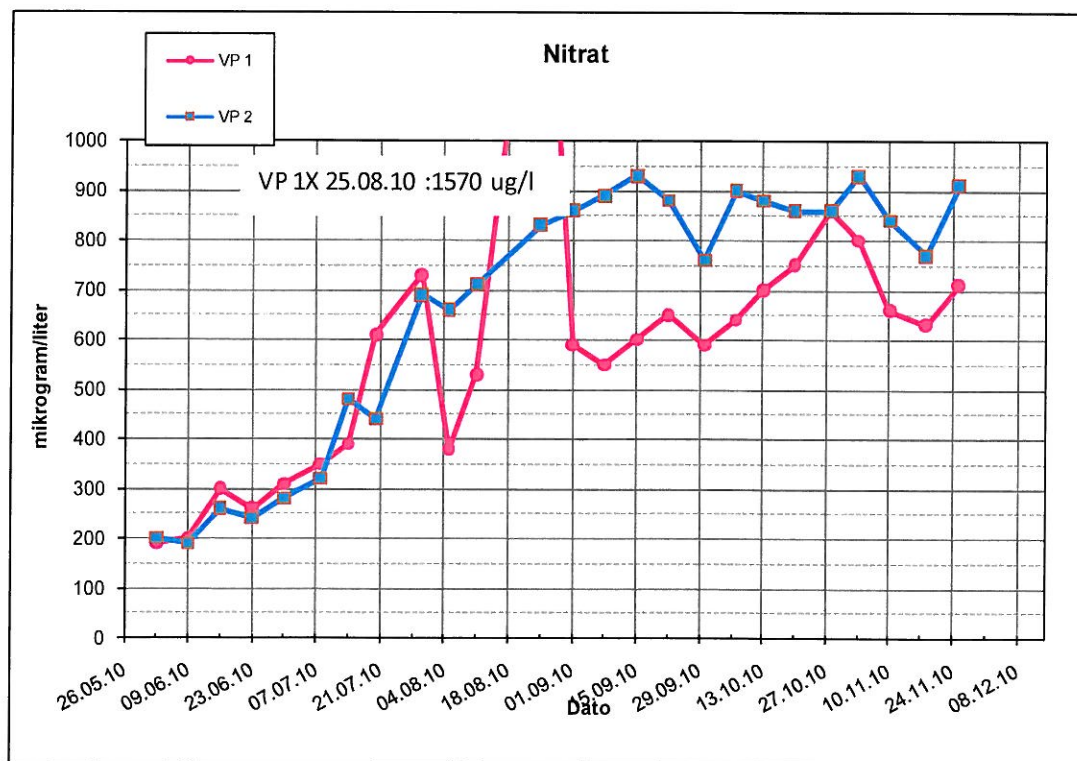
Vedlegg A

Vannkvalitetsdata for Langavatnet

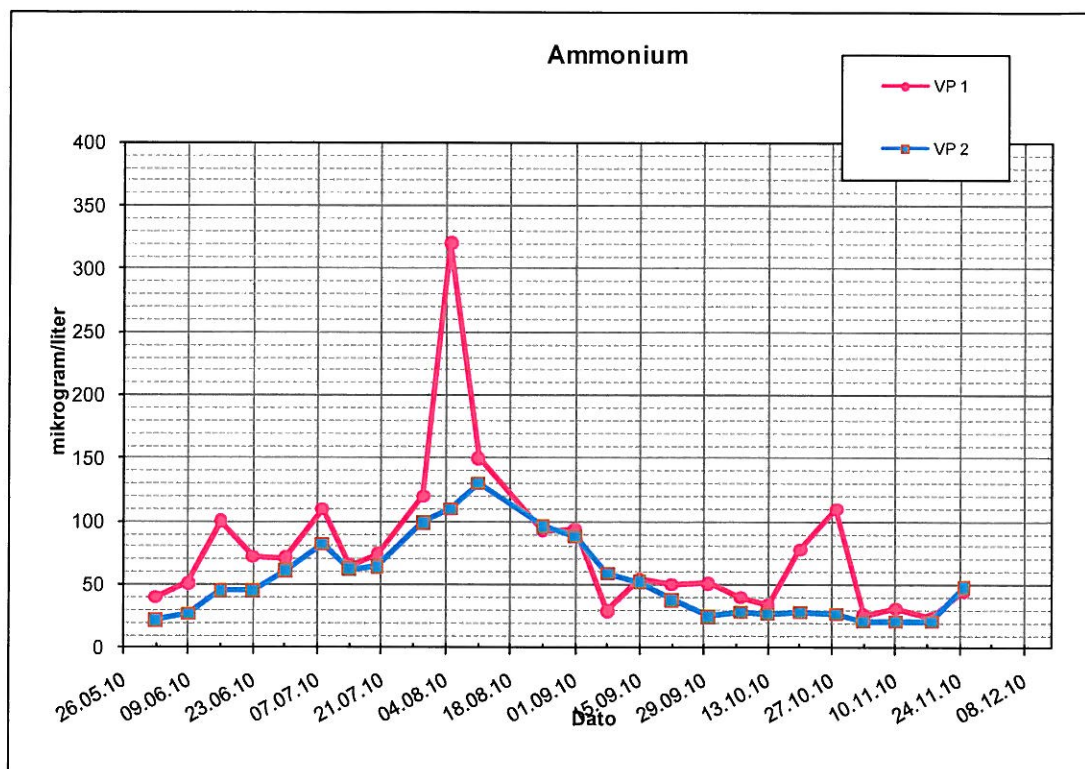
(4 sider)



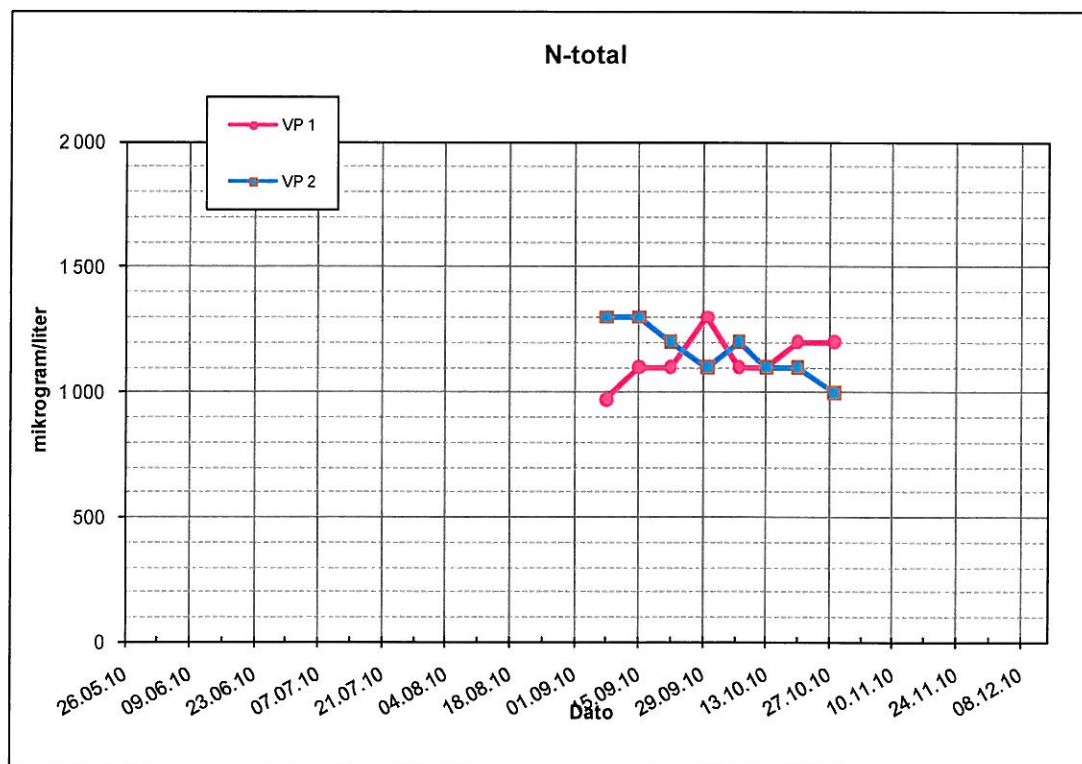
a)



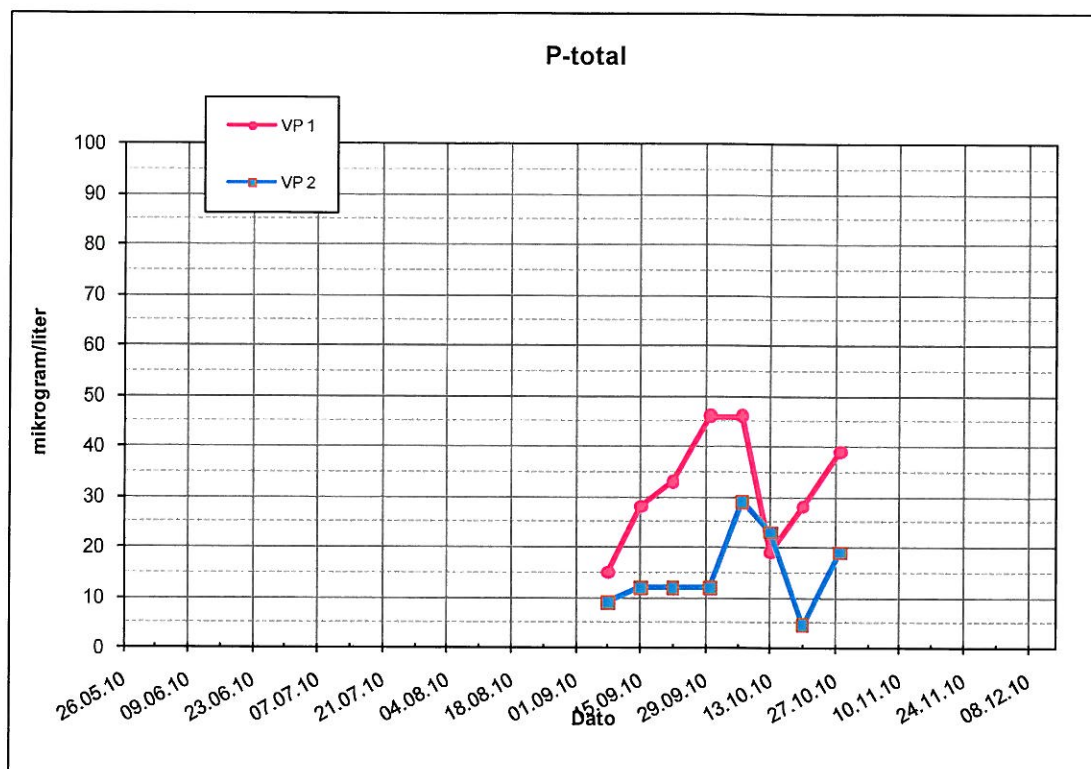
b)



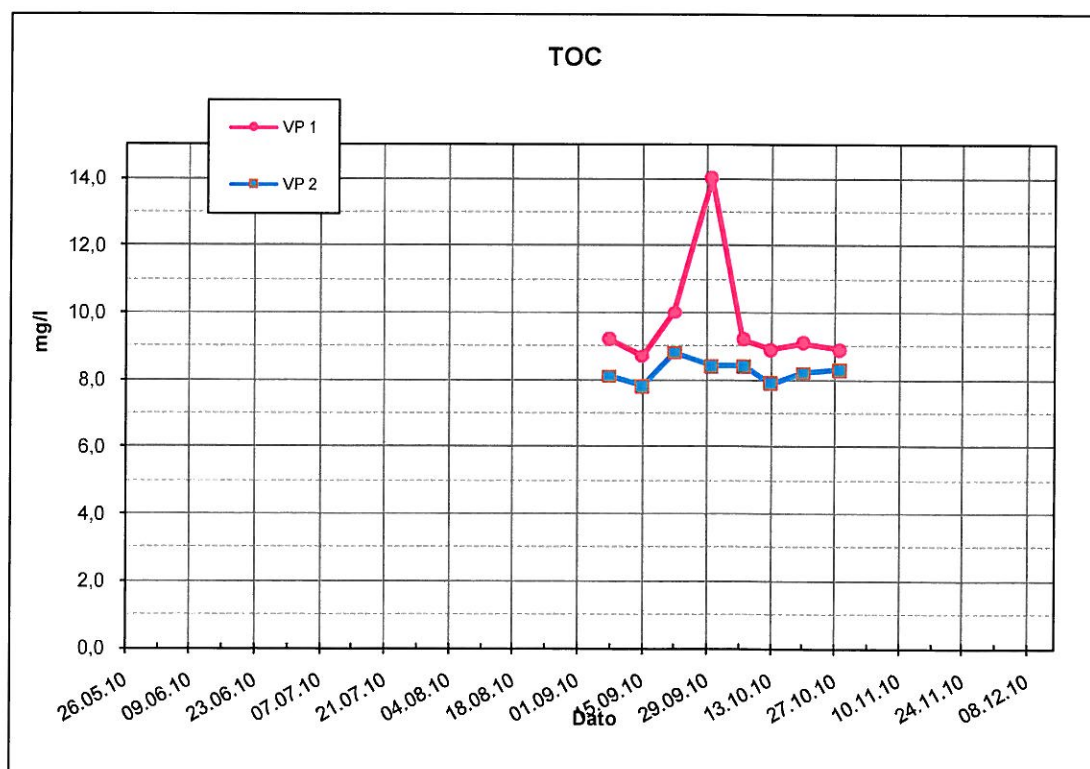
c)



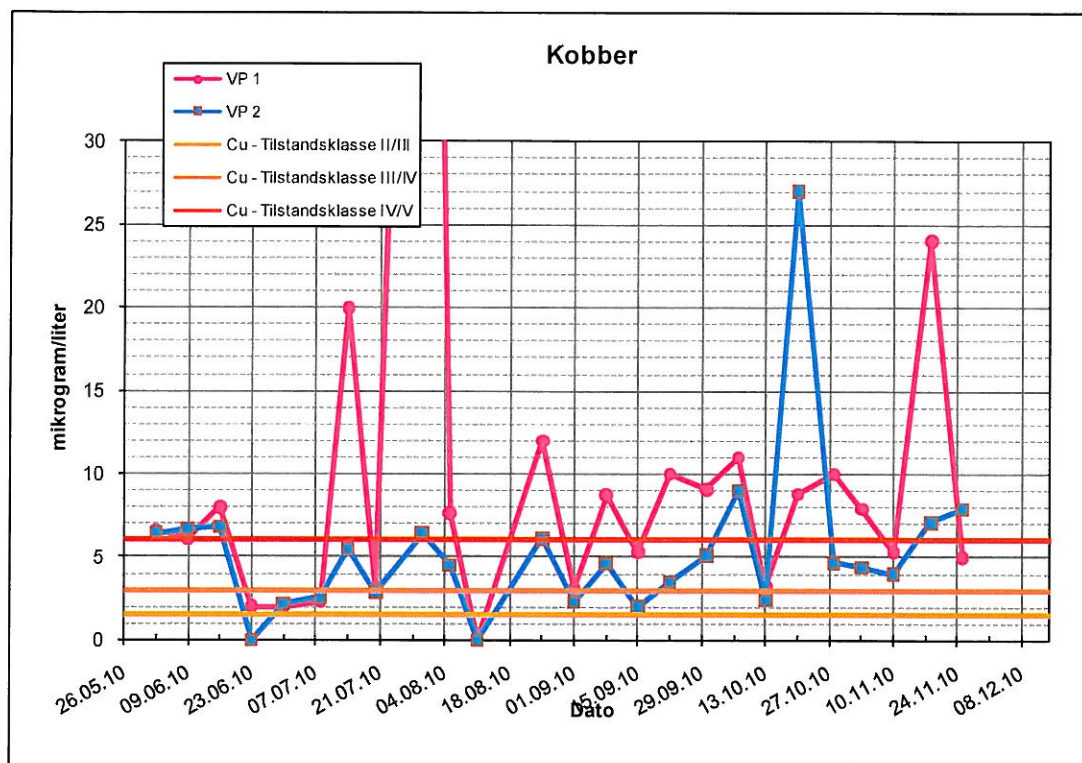
d)



e)



f)



g)

Figur A.1: Vannkvalitetsdata for Langavatnet, a) pH-verdi, b) konsentrasjon av nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) ($\mu\text{g/l}$), c) konsentrasjon av ammonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) ($\mu\text{g/l}$), d) konsentrasjon av total N ($\mu\text{g/l}$), e) konsentrasjon av total P ($\mu\text{g/l}$), f) konsentrasjon av total organisk karbon (TOC) (mg/l) og g) konsentrasjon av kobber ($\mu\text{g/l}$).

Vedlegg B

Tilstandsklasser for ferskvann og sjøvann

(2 sider)

Tabell B.1: *Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, TA 1468/1997.*

Virkninger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Næringssalter	Total fosfor (µg P/l)	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	Total nitrogen ((µg N/l)	<300	300-400	400-600	600-1200	>1200
Organiske stoffer	TOC (mg C/l)	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Oksygen, (mg O ₂ /l)	>9	6,5-9	4-6,5	2-4	<2
Forsurende stoffer	pH	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0

Tabell B.2: *Tilstandsklasser for tungmetaller i ferskvann, TA 1468/1997.*

Virkninger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Ubetydelig forurenset"	II "Moderat forurenset"	III "Markert forurenset"	IV "Sterkt forurenset"	V "Meget sterkt forurenset"
Tungmetaller	Kobber (µg Cu/l)	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	Sink (µg Zn/l)	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Kadmium (µg Cd/l)	<0,01	0,01-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>0,4
	Bly (µg Pb/l)	<0,5	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
	Nikkel (µg Ni/l)	<0,5	0,5-2,5	2,5-5	5-10	>10
	Krom (µg Cr/l)	<0,2	0,2-2,5	2,5-10	10-50	>50
	Kvikksølv (µg Hg/l)	<0,002	0,002-0,005	0,005-0,01	0,01-0,02	>0,02

Tabell B.3: *Klassifisering av tilstand ut i fra innhold av metaller og organiske stoffer i sjøvann, TA 2229/2007.*

Virkninger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Bakgrunn"	II "God"	III "Moderat"	IV "Dårlig"	V "Svært dårlig"
Uorganiske stoffer	Arsen (µg As/l)	<2	2-4,8	4,8-8,5	8,5-85	>85
	Bly (µg Pb/l)	<0,05	0,05-2,2	2,2-2,9	2,9-28	>28
	Kadmium (µg Cd/l)	<0,03	0,03-0,24	0,24-1,5	1,5-15	>15
	Kobber (µg Cu/l)	<0,3	0,3-0,64	0,64-0,8	0,8-7,7	>7,7
	Krom (µg Cr/l)	<0,2	0,2-3,4	3,4-36	36-360	>360
	Kvikksølv (µg Hg/l)	<0,001	0,001-0,048	0,048-0,071	0,071-0,14	>0,14
	Nikkel (µg Ni/l)	<0,5	0,5-2,2	2,2-12	12-120	>120
	Sink (µg Zn/l)	<1,5	1,5-2,9	2,9-6	6-60	>60
PAH (µg/l)	Fluoranten	<0,00029	0,00029-0,12	0,12-0,9	0,9-1,8	>1,8
	Pyren	0,000053	0,000053-0,023	0,023-0,023	0,023-0,046	>0,046

Vedlegg C

Analyserapport for vannprøver fra lite tjern
(5 sider)

AVINOR
Peter Holmkvist
Postboks 34 Flesland
5869 BERGEN
Attn: Bergen Lufthavn

AR-10-MM-015096-01



EUNOMO-00020980

Prøvemottak: 23.09.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 23.09.2010-30.09.2010
Referanse: Vannprøver Flesland
22/9-10

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2010-09230207	Prøvetakingsdato:	22.09.2010		
Prøvetype:	Resipientvann (ferskt)	Prøvetaker:	adw		
Prøvemerkning:	VP 1 Terskelkum	Analysestartdato:	23.09.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Alkalitet til pH 4,5	1.7	mmol/l	15%	EN ISO 9963-1	0.03
Total Fosfor	0.033	mg/l	10%	NS EN ISO 15681-2	0.003
Total Nitrogen	1.1	mg/l	20%	NS EN ISO 13395	0.04
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	10	mg/l	15%	EN 1484	0.5
Aluminium (Al), filtrert	150	µg/l	15%	NS EN ISO 11885	5

Prøvenr.:	439-2010-09230208	Prøvetakingsdato:	22.09.2010		
Prøvetype:	Resipientvann (ferskt)	Prøvetaker:	adw		
Prøvemerkning:	VP 2 X	Analysestartdato:	23.09.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Alkalitet til pH 4,5	0.32	mmol/l	15%	EN ISO 9963-1	0.03
Total Fosfor	0.012	mg/l	10%	NS EN ISO 15681-2	0.003
Total Nitrogen	1.2	mg/l	20%	NS EN ISO 13395	0.04
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	8.8	mg/l	15%	EN 1484	0.5
Aluminium (Al), filtrert	160	µg/l	15%	NS EN ISO 11885	5

Prøvenr.:	439-2010-09230209	Prøvetakingsdato:	22.09.2010		
Prøvetype:	Resipientvann (ferskt)	Prøvetaker:	adw		
Prøvemerkning:	VP 3	Analysestartdato:	23.09.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total Nitrogen	5.9	mg/l	20%	NS EN ISO 13395	0.04
Ammonium (NH4-N)	180	µg/l	20%	NS 4746	3
Nitrat (NO3-N)	5.37	mg/l	10%	NS 10304-2	0.01
Nitritt (NO2-N)					
Nitritt (NO2-N)	4.0	µg/l	20%	NS EN ISO 13395	2

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



eurofins

Kopier:

Agnieszka Wypianska (agnieszka.wypianska@multiconsult.no)

Jan Per Fosse (jan.per.fosse@avinor.no)

Miljø_Bergen (miljo.bergen@avinor.no)

Peter Holmkvist (Peter.Holmkvist@avinor.no)

Moss 30. september 2010

Hanne-Monica Reinbach

Hanne-Monica Reinbach

ASM/Kjemiingeniør

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

AVINOR
Peter Holmkvist
Postboks 34 Flesland
5869 BERGEN
Attn: Bergen Lufthavn

AR-10-MM-016443-01



EUNOMO-00022250

Prøvemottak: 15.10.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 15.10.2010-22.10.2010
Referanse: Flesland 13/10

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2010-10150187	Prøvetakingsdato: 13.10.2010
Prøvetype: Resipientvann (ferskt)	Prøvetaker: adw
Prøvemerkning: VP 1 Terskelkum	Analysedato: 15.10.2010
Analyse:	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Alkalitet til pH 4,5	0.55 mmol/l 15% EN ISO 9963-1 0.03
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	8.9 mg/l 15% EN 1484 0.5
Aluminium (Al), filtrert	150 µg/l 15% NS EN ISO 11885 5
Total Fosfor	19 µg/l 20% NS EN ISO 15681-2 3
Total Nitrogen	1100 µg/l 10% NS 4743 10

Prøvenr.: 439-2010-10150188	Prøvetakingsdato: 13.10.2010				
Prøvetype: Resipientvann (ferskt)	Prøvetaker: adw				
Prøvemerkning: VP 2 X	Analysedato: 15.10.2010				
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Alkalitet til pH 4,5	0.35	mmol/l	15%	EN ISO 9963-1	0.03
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	7.9	mg/l	15%	EN 1484	0.5
Aluminium (Al), filtrert	170	µg/l	15%	NS EN ISO 11885	5
Total Fosfor	23	µg/l	20%	NS EN ISO 15681-2	3
Total Nitrogen	1100	µg/l	10%	NS 4743	10

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: 439-2010-10150189
 Prøvetype: Resipientvann (ferskl)
 Prøvemerking: VP 3

Prøvetakingsdato: 13.10.2010
 Prøvetaker: adw
 Analysestartdato: 15.10.2010

Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Arsen (As), filtrert ICP-MS	0.44	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.02
Bly (Pb), filtrert ICP-MS	0.26	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kadmium (Cd), filtrert ICP-MS	0.043	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.004
Kobber (Cu), filtrert ICP-MS	3.8	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05
Krom (Cr), filtrert ICP-MS	0.52	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05
Kvikksølv (Hg), filtrert	<0.002	µg/l	10%	NS 4768	0.002
Nikkel (Ni), filtrert ICP-MS	2.1	µg/l	15%	NS EN ISO 17294-2	0.05
Sink (Zn), filtrert ICP-MS	<0.2	µg/l	50%	NS EN ISO 17294-2	0.2
Arsen (As), oppsluttet ICP-MS	0.46	µg/l	50%	NS EN ISO 17294-2	0.2
Bly (Pb), oppsluttet ICP-MS	1.0	µg/l	50%	NS EN ISO 17294-2	0.2
Kadmium (Cd), oppsluttet ICP-MS	0.047	µg/l	50%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu), oppsluttet ICP-MS	7.6	µg/l	50%	NS EN ISO 17294-2	1
Krom (Cr), oppsluttet ICP-MS	2.6	µg/l	50%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Kvikksølv (Hg), oppsluttet	<0.005	µg/l	10%	NS 4768	0.005
Nikkel (Ni), oppsluttet ICP-MS	4.4	µg/l	50%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Sink (Zn), oppsluttet ICP-MS	<2.0	µg/l	50%	NS EN ISO 17294-2	2
Totale hydrocarboner (THC)					
THC >C5-C10	<10	µg/l	30%	Intern metode	10
THC >C10-C12	<5	µg/l	30%	Intern metode	5
THC >C12-C16	<5	µg/l	30%	Intern metode	5
THC >C16-C35	<20	µg/l	30%	Intern metode	20
SUM THC (>C5-C35)	<40	µg/l		Intern metode	
PAH 16 EPA					
Naftalen	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Acenaftalen	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Acenaften	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Fluoren	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Fenantren	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Antracen	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Fluoranten	0.012	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Pyren	0.011	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Benzo[a]antracen	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Krysen/Trifenylen	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Benzo[b]fluoranten	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Benzo[k]fluoranten	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Benzo[a]pyren	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.0034	µg/l	40%	Intern metode	0.002
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	µg/l	40%	Intern metode	0.01
Benzo[ghi]perylene	0.0039	µg/l	40%	Intern metode	0.002
Sum 16 PAH (16 EPA)	0.030	µg/l	40%	Intern metode	
Ammonium (NH ₄ -N)	180	µg/l	20%	NS EN ISO 11732	5
Nitrat (NO ₃ -N)	6000	µg/l	20%	NS EN ISO 13395	5

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



eurofins

Nitrit (NO ₂ -N)	12 µg/l	10%	NS EN ISO 13395	2
Total Nitrogen	6300 µg/l	10%	NS 4743	10

Kopi til:

Agnieszka Wyspianska (agnieszka.wyspianska@multiconsult.no)
 Miljø_Bergen (miljo.bergen@avinor.no)
 Peter Holmkvist (Peter.Holmkvist@avinor.no)

Moss 22. oktober 2010

Hanne-Monica Reinback

ASM/Kjemiingeniør

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Vedlegg D

Analyserapport for vannprøver fra myrområde
(2 sider)



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

Multiconsult AS
Nesttunbrekka 95
5221 NESTTUN
Attn: Anne Kristine Søvik

AR-10-MM-017166-01



EUNOMO-00022959

Prøvemottak: 27.10.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 27.10.2010-03.11.2010
Referanse: 612588 Flesland-
overvann

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		439-2010-10270017 22.10.2010 Oppdragsgiver 27.10.2010 Overflatevann Myr- 1		439-2010-10270018 22.10.2010 Oppdragsgiver 27.10.2010 Overflatevann Myr- 2		439-2010-10270019 22.10.2010 Oppdragsgiver 27.10.2010 Overflatevann Myr- 3				
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Enhet	Metode	LOQ
pH		6.0		4.8		5.0			NS 4720	1
Total organisk karbon		11	15%	8.9	15%	9.9	15%	mg/l	EN 1484	0.5
Ammonium (NH4-N)		<5	40%	<5	40%	<5	40%	µg/l	NS EN ISO 11732	5
Nitrat (NO3-N)		9.3	30%	18	30%	12	30%	µg/l	NS EN ISO 13395	5
Total Fosfor		21	20%	16	20%	18	20%	µg/l	NS EN ISO 15681-2	3
Total Nitrogen		210	10%	19	40%	95	10%	µg/l	NS 4743	10

Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:	439-2010-10270020 22.10.2010 Oppdragsgiver 27.10.2010 Overflatevann Utløp - Langvatn									
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Enhet	Metode	LOQ
pH		7.1							NS 4720	1
Total organisk karbon		16	15%					mg/l	EN 1484	0.5
Ammonium (NH ₄ -N)		22	40%					µg/l	NS EN ISO 11732	5
Nitrat (NO ₃ -N)		960	20%					µg/l	NS EN ISO 13395	5
Total Fosfor		70	20%					µg/l	NS EN ISO 15681-2	3
Total Nitrogen		1300	10%					µg/l	NS 4743	10

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Grethe Arnestad

Grethe Arnestad

ASM/Cand.Mag. Kjemi

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Arkivreferanser:

Fagområde:	Miljøgeologi		
Stikkord:	Overvann, sprengning, nitrat, infiltrasjon, våtmark		
Land/Fylke:	Hordaland	Kartblad:	1115 I
Kommune:	Bergen	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Flesland	Øst: 2917	Nord: 66918

Distribusjon:

- ☒ Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
☐ Intern
☐ Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 22. desember 2010		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutset- ninger	Utarbeidet	22/12-10	SL						
	Kontrollert	22/12-10	P. for SL						
Grunnlags- data	Utarbeidet	22/12-10	SL						
	Kontrollert	22/12-10	P. for SL						
Teknisk innhold	Utarbeidet	22/12-10	SL						
	Kontrollert	22/12-10	P. for SL						
Format	Utarbeidet	22/12-10	SL						
	Kontrollert	22/12-10	P. for SL						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsleder)					Dato: 22.12.10	Sign.: A. Wyspianska			