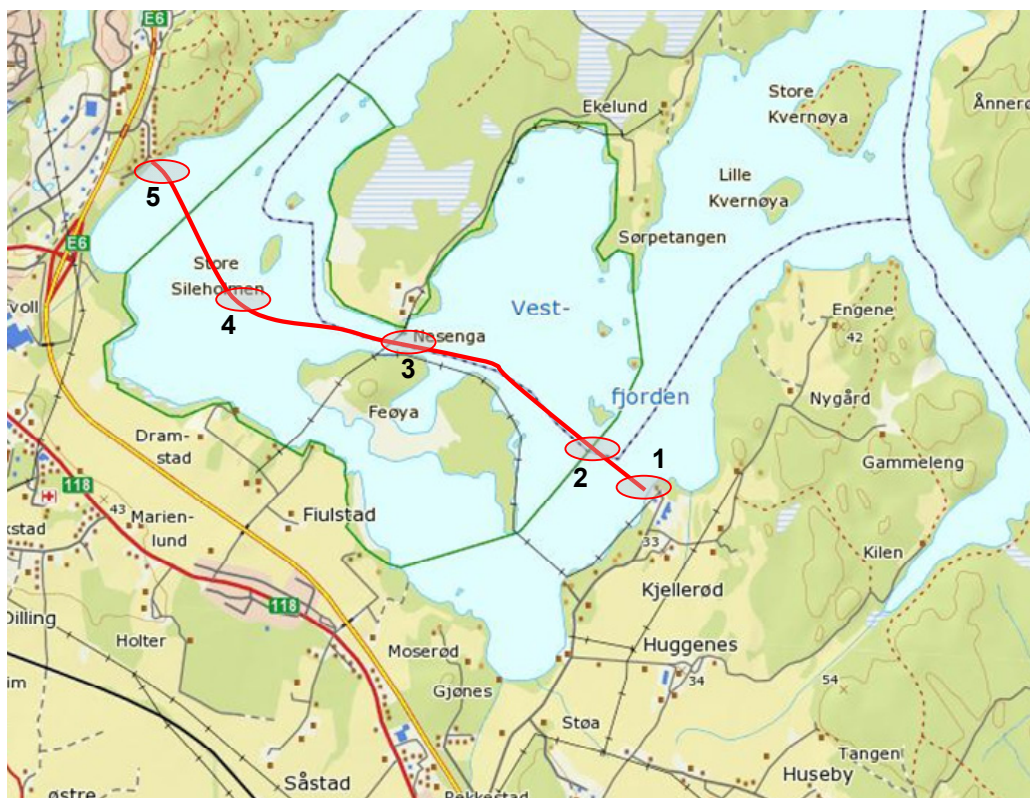


Legging av vannledning gjennom Vestre Vansjø

Konsekvenser for vannvegetasjon og forurensning



Kartgrunnlag: Statens kartverk

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Legging av vannledning gjennom Vestre Vansjø	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	6047-2010	20.10.2010
Konsekvenser for vannvegetasjon og forurensning	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	O-10354	17
Forfatter(e) Dag Berge og Marit Mjelde	Fagområde	Distribusjon
	VRF	Fri
	Geografisk område	Trykket
	Østfold	NIVA

Oppdragsgiver(e) COWI AS, Fredrikstad	Oppdragsreferanse Inge Løvudal
--	-----------------------------------

Sammendrag

I forbindelse med at det er planlagt å legge ny vannledning gjennom Vestre Vansjø, som blant annet vil gå gjennom Vestre Vansjø Naturreservatet, er det foretatt kartlegging av vannvegetasjon og eventuelle forurensninger i sedimentet ved fem lokaliteter langs den planlagte traseen. Ved ilandføringspunktene på begge sider av innsjøen er det i dag åpen strand uten vannvegetasjon. Det ble heller ikke funnet vannvegetasjon langs resten av den planlagte traseen. Sedimentene som kan virvles noe opp under gravingen inneholdt lite forurensende stoffer. Anleggningen av vannledningen vil ikke få merkbare økologiske eller forurensningsmessige konsekvenser utover litt lokal oppgrumsing mens arbeidet pågår. Anleggsarbeidene bør imidlertid foretas utenom fuglenes hekkeperiode.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Undersjøisk vannledning	1. Submerged water supply pipeline
2. Vannvegetasjon	2. Aquatic macrophytes
3. Sediment	3. Sediment
4. Vansjø	4. Lake Vansjø



Dag Berge
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Norsk institutt for vannforskning
Oslo

O-10354

Legging av vannledning gjennom Vansjø
Konsekvenser for vannvegetasjon og forurensning

Oslo 20.10.2010

Prosjektleder:	Dag Berge
Medarbeider:	Marit Mjelde

Forord

I e-mail og telefonsamtale fra COWI AS ved Inge Løvdal den 23. april 2010 ble NIVA ved Dag Berge bedt om å utarbeide et program for å vurdere miljøkonsekvenser ved å legge en drikkevannsledning gjennom Vestre Vansjø. Mesteparten av vannledningen ville gå gjennom Vestre Vansjø Naturreservat. Det var særlig fokus på vannvegetasjonen ved ilandføringspunktene og i sundet mellom Dillingøya og Feøya, samt mulige forurensningsproblemer i forbindelse med oppvirvling av slam som følge av graving og spyling av rørgate.

Programmet ble godkjent og avtale om prosjekt ble gjort i e-mail av 7. mai 2010. Feltarbeid er utført av Dag Berge og Marit Mjelde i august. Sistnevnte har foretatt vurderingene omkring konsekvenser for vannvegetasjon, mens sedimentmaterialet er behandlet av Dag Berge, som også har sammenstilt rapporten.

Oslo, 20.10.2010

Dag Berge

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Kort beskrivelse av inngrepet	7
1.2 Program	7
2. Resultater	9
2.1 Vannvegetasjon	9
2.2 Sedimentundersøkelser	12
2.2.1 Generell sedimentkarakteristikk	12
2.2.2 Tungmetaller i sedimentet	13
3. Litteratur	15

Sammendrag

I forbindelse med at det er planlagt å legge ny vannledning gjennom Vestre Vansjø, som blant annet vil gå gjennom Vestre Vansjø Naturreservat, er det foretatt kartlegging av vannvegetasjon og av eventuelle forurensninger i sedimentet ved fem lokaliteter langs den planlagte traseen. Ved i landføringspunktene på begge sider av innsjøen er det i dag ingen vannvegetasjon. Det ble heller ikke funnet vannvegetasjon langs resten av den planlagte traseen. Sedimentene som kan virvles noe opp under gravingen inneholdt lite forurensende stoffer. Anleggingen av vannledningen vil ikke få merkbare økologiske eller forurensningsmessige konsekvenser utover litt lokal oppgrusning mens arbeidet pågår. Anleggsarbeidene bør imidlertid foretas utenom fuglenes hekkeperiode.

Summary

Title: Establishing a submerged water supply pipeline through western Lake Vansjø, SE-Norway – impact on water vegetation and pollution

Year: 2010

Author: Dag Berge and Marit Mjelde

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5782-3

In connection with plans for establishing a new submerged water supply pipeline through the western part of Lake Vansjø, SE-Norway, which partly will go through a nature reserve, a study of water vegetation and possible sediment pollution has been carried out along the planned trasé. At both landing points of the pipeline no submerged macrophytes were observed, and it was not found any macrophytes other places along the pipeline either. The sediments, where digging is supposed to be performed, did not contain notable content of any pollutants. The establishment of the pipeline will not cause any ecological damage to water biota or water pollution other than increased turbidity locally during the construction period. However, the construction work should be performed outside of the water fowl's nesting period.

1. Innledning

1.1 Kort beskrivelse av inngrepet

Det skal legges en ny vannledning fra MOVARs vannbehandlingsanlegg på Kjellerød og over til Frydenlund på vestre side av Vestfjorden, se fig. 1-3. Traseen går gjennom Vestre Vansjø Naturresevat markert med grønn linje i figuren. Traseen er ca 3 km lang. Vannverkets strømforsyning, som i dag går i luftspenn over Feøya, er tenkt fjernet og lagt i sjøkabel langs den samme traseen.

Mest sannsynlig blir det valgt helsveiset PE-ledning med diameter 800 mm, men dette er ennå ikke avklart. På de grunneste områdene vil den graves (spyles) ned, mens på de dypeste områdene vil ledningen bli lagt oppå bunnen. I disse områdene er det bløtbunn og ledningen vil synke en del ned i sedimentet av seg selv.

1.2 Program

Undersølelsen har omfattet kartlegging av vegetasjon ved ilandføringspunktene i hver ende, og i sundet mellom Feøya og Dillingøya, samt et par andre steder langs traseen. Vannvegetasjon (undervanns- og flytebladsplanter) og de viktigste helofyttene er registrert. Det er benyttet visuell befaring for helofyttvegetasjon, vannkikkert og kasterive for vannvegetasjon. Det er også tatt prøver av bunnslammet langs traseen. Disse prøvene er analysert på næringssalter og utvalgte miljøgifter for å vurdere og spylingen og gravingen vil kunne virvle opp slike stoffer som kan ha uheldig effekt på miljøet. Tilgrusning og tilslamming i seg selv vil også gis en enkel vurdering. Feltarbeidet er utført i august, da vannvegetasjonen må være velutviklet før den lar seg kartlegge. Likeledes er det en fordel for naturresevatet at fuglenes hekkesesong er over.



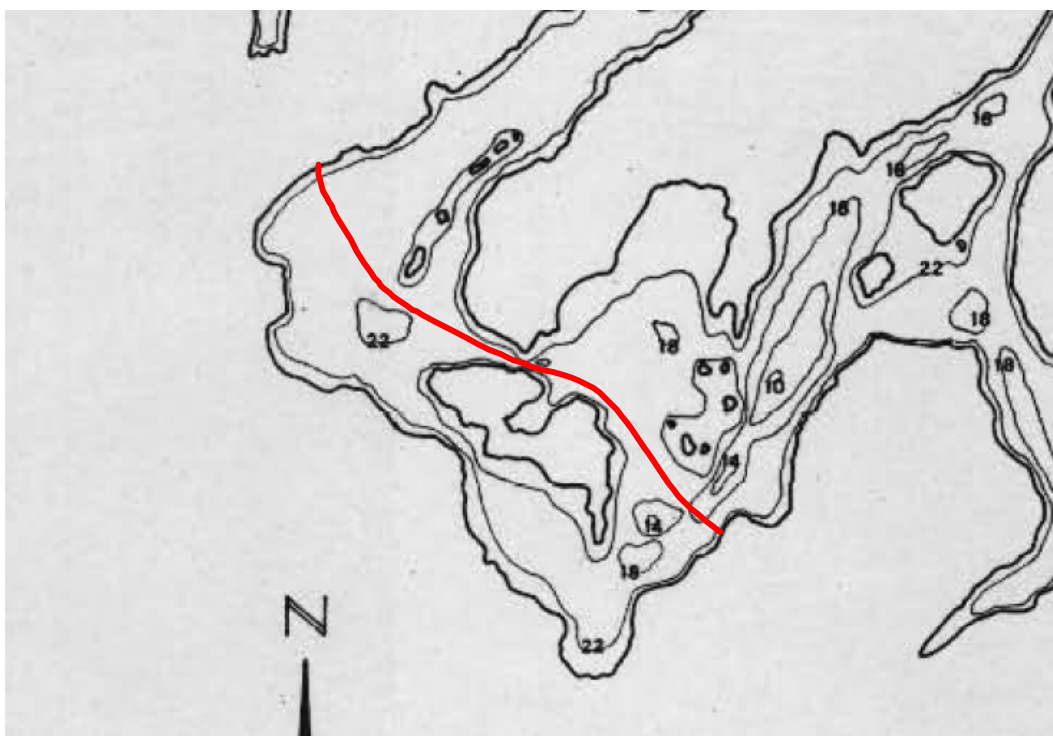
Kartgrunnlag: Statens kartverk

Figur 1. Angivelse av traseen til den planlagte vannledningen gjennom Vestre Vansjø fra vannverket ved Kjellerød til Frydenlund på andre siden. De skraverte ellipsene langs traseen angir stasjoner der vegetasjon og sediment ble undersøkt. Naturreservatet er avgrenset med grønn linje.



Kartgrunnlag: Norge i bilder. Statens kartverk

Figur 2. Ledningstraseen vist på flyfoto hvor også naturvernområdet er inntegnet (Kartverkets Norge i bilder)



Figur 3. Traseen i forhold til dybdekartet (NIVA 1964). Overflaten er ved kote 24 moh.

2. Resultater

2.1 Vegetasjon

Stasjon 1 Vannverksstranda. Stasjonen ligger like utenfor vannverket. Helofyttvegetasjonen består av et kraftig belte med takrør (*Phragmites australis*) ut til ca. 1.3 m dyp. Denne vegetasjonen er imidlertid fjernet i ei renne inn til vannverket se **Figur 4**.

I det åpne partiet, der vannledningen er tenkt i landført, ble det ikke funnet noen annen vegetasjon enn et og annet takrørskudd. I landføringen her vil ikke medføre skader på vegetasjonen.



Figur 4. Stasjon 1 – Vannverksstranda ved Kjellerød der vannledningen er tenkt ført ut i Vansjø. Vannverket ses i bakgrunnen. Foto: Marit Mjelde.

Stasjon 2. Syd for Bjørkeholmen.

Det var ca 3,7 m dypt her og ingen vannvegetasjon (for stort dyp for vegetasjonen).

Stasjon 3. Den smaleste delen av Nesengundet mellom Dillingøya og Feøya.

Dypet var her fra 4 – 4,4 m midt i leia og det ble ikke observert vannvegetasjon. På siden av sundet vokste det takrør og sjøsivaks (*Schoenoplectus lacustris*), med noe gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) og hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) i ytterkant. Takrør dannet ytre grense på ca 1,4 – 1,5 m på Dillingøysida.

Stasjon 4. Syd for Store Silleholmen.

Vegetasjonen på sydsiden av Store Silleholmen går ut til ca 1,4-1,5 m dyp med takrør som dypestgående art. Ledningstrasene vil gå her grunnet på ca 2,4 m og ikke komme i konflikt med vegetasjonen.

Stasjon 5. Ilandføringsstedet ved Frydenlundstranda

Denne stranda er bølgeslagspåvirket og består for en stor del av stein og grus. Det ble ikke registrert vannvegetasjon i det området man tenker å i landføre vannledningen, se **Figur 5**. Det ble bare funnet enkelte meget små forekomster av helofyttene sumpsivaks (*Eleocharis palustris*) og takrør helt inne i overgangen mellom vann og land, se **Figur 6**. For øvrig dannet både takrør og sjøsivaks bestander i andre deler av området (se figur 5). Vannledningen vil heller ikke ved dette ilandføringspunktet komme i konflikt med noen viktige elementer av vegetasjon.



Kartgrunnlag: Statens kartverk

Figur 5. Vegetasjon ved i vannledningens ilandføringspunkt ved Frydenlundstranda.



Figur 6. Vannledningens ilandføringspunkt på Frydenlundstranda. Svært lite vegetasjon. Kun spredte forekomster av sumpsivaks og takrør helt inne ved land. Foto: *Marit Mjelde*.

2.2 Sedimentundersøkelser

Ved de samme 5 stasjonene ble det tatt en prøve av de øverste 10 cm av bunnslammet som ble analysert på et utvalg miljøgifter, næringssaltene fosfor og nitrogen, samt vanninnhold og organisk materiale.

2.2.1 Generell sedimentkarakteristikk

Sedimentet var grått til gråbrunt på alle stasjonene og hadde konsistens som bløt leire. I **Tabell 1** er det listet opp de mer generelle sedimentparameterne som ble analysert.

Tabell 1. Generelle sedimentkarakteristika for de 10 øverste cm av sedimentet langs ledningstraseen

Stasjon	Dyp m	TTS/% %	TGR g/kg TS	TN µg N/mg TS	P µg/g t.v.	Fe µg/g t.v.	Mn µg/g t.v.
1 Vannverkstranda	0,9	28,1	655	3,2	645	13900	1010
2 Bjørkeholmen syd	3,7	20,5	896	4,1	1000	37400	824
3 Nesengundet	4,2	20,4	896	4	963	31800	648
4 St. Silleholmen Syd	2,4	55,1	946	<1,0	3070	106000	1210
5 Frydenlundstranda	2,9	28,1	909	3,2	867	25900	584

Sedimentet er fra ulike steder langs traseen og prøvene er derfor tatt fra forskjellige dyp. Dette i seg selv vil virke til at det er forskjeller mellom prøvene. Alle prøvene er imidlertid fra relativt grunt vann, noe som gjør at de i liten grad er påvirket av oksygenfrie forhold. Sedimentoverflaten får da også høy temperatur om sommeren, noe som bevirker at sedimentert organisk materiale brytes ned raskt og næringssalter kan tilbakeføres til de produserende vannlag og brukes om igjen samme sommeren. Det vil si at det skjer utveksling mellom sediment og vann store deler av året, og man kan ikke forvente å få store akkumuleringer av organisk materiale og fosfor slik man ofte får i dypere eutrofe innsjøer der bunnvannet er anaerobt store deler av året.

Fra kolonnen TTS (totalt tørrstoff) ser man at vanninnholdet er ca 70-80 % for fire av stasjonene, mens det er 45 % for stasjon 4 syd for Store Silleholmen. Her var det altså et mye fastere sediment.

En ser også fra kolonnen TGR (Total gløderest) at sedimentet ved st 4 inneholder mest uorganisk material (95 %), og således er minst påvirket av sedimentasjon av organisk materiale fra innsjøens primærproduksjon. Trolig er det strøm og bølgeslagserosjon i dette området som forhindrer sedimentasjon. Sedimentet på Vannverksstranda inneholdt mest organisk (65 % uorganisk, 35 % organisk) materiale, og man må regne med at dette er bygget opp av takerbestandene som nokså sikkert også dekket dette området tidligere før man tok stranden i bruk. Sedimentene på alle stasjonene må karakteriseres som uorganiske.

Innholdet av nitrogen var svært lite i det uorganiske sedimentet ved Silleholmen. I sediment bindes nitrogen vesentlig til organisk materiale, eller som ammonium i anaerobe sedimenter. Nitrogeninnholdet er ikke unormalt høyt, innsjøens trofigrad tatt i betraktning. Hvis man antar at ca halvparten er utbytbar, vil det trolig ha omtrent samme konsentrasjon som det overliggende vannet. Oppvirvling som følge av graving og nedspyling, vil da ikke medføre noen nevneverdig konsentrasjonsøkning av nitrogen.

Når det gjelder fosfor, jern og mangan, er disse ofte relatert til det såkalte redoks-potensialet i sedimentet (dvs de rådende oksygenforholdene) og kan derfor ses i sammenheng. En ser at sedimentet ved stasjon 4, syd for Store Silleholmen, hadde høyest konsentrasjon av alle disse parameterne. Konsentrasjonen for fosfor på 3000 µg/g TV er høy sammenliknet med resultatene fra den generelle

kartleggingen av fosfor i sedimentet i 2005 og 2006. Midlere fosforverdi i 0-10 cm overflatesediment var da ca 850 µg P/mg TV (Andersen og medarb. 2006). På de andre stasjonene var fosforkonsentrasjonene på linje med det man fant i den generelle kartleggingen i 2005-2006. Grunnen til de høye verdiene ved Silleholmen må ses i sammenheng med høye jern- og mangankonsentrasjoner, som binder fosfor. Sedimentet her er mer uorganisk enn på de andre stasjonene hvilket skulle bety at det ikke er betinget av forurensning, men av mer geologiske grunnforhold. Konsentrasjonen av mangan (106000 µg/g TV) må regnes som meget høyt. Kun i noen få innsjøer i Norge har man observert så høye verdier (Berge 2010, Rognerud og medarb., 2008). Stasjon 4 ligger utsatt til for vind og strøm, og har ikke permanent akkumulasjon av resente sedimenter, og må regnes som et såkalt transportområde for sedimentert materiale. Mangan er ikke giftig for organismer før det er atskillig høyere konsentrasjoner (se diskusjon i Berge 2010).

Andersen og medarb. (2006) konkluderer med at Vestre Vansjø har lave konsentrasjoner av fosfor i sedimentet. Dette har sammenheng med at vannet er grunt og at sedimentet står i kontakt med det algeproduserende vannsjikt hele tiden. Man får høye temperaturer på sedimentoverflaten og rask omsetning av sedimentert biologisk materiale. Fosforet som således slipper ut av de døende organismene tas rask opp igjen av ny generasjon alger. Andersen og medarb (2006) fant også at fosforet i Vanemfjorden var sterkt bundet til det uorganiske materialet i sedimentet og var mer vanskelig utbyttablett enn for eksempel sedimentet fra den dypere Storefjorden. Dette fosforet er altså ikke veldig aktivt i stimulering av algevekst.

Det er ikke noe i de generelle sedimentanalysene som skulle tilsi at oppvirvling under arbeidet med leggingen skulle medføre noe økte eutrofipoblemer i Vansjø.

2.2.2 Tungmetaller i sedimentet

Resultatene for tungmetallanalyser av sediment langs ledningstraseen er gitt i **Tabell 2**. Fargen er satt i samsvar med SFT's (nå KLIF) reviderte system for klassifisering av forurensning i sedimenter. En ser at for nærmest alle parametere ligger konsentrasjonene i beste eller i nest beste klasse, dvs ingen forurensningseffekter på biota. For de to elementene som har konsentrasjoner i moderat nivå, skyldes dette høyst trolig geologiske forhold. Arsen følger ofte jern og mangan i deres vandring i skiftende red-oks gradient, og i løsmasser er det vanlig å finne at elementet oppkonsentreres i takt med disse to elementene. Nikkel har også konsentrasjon som så vidt kommer inn i det moderate forurensningsområdet i KLIFs reviderte forurensningsklassifisering. Klassifisert etter det gamle systemet ville den ha ligget i klasse "god". Rognerud og medarb.(2008) fant ved en regional undersøkelse av sedimenter i 650 innsjøer uten lokale menneskelige tungmetallutslipp, svært varierende konsentrasjoner av tungmetaller som i stor grad var geologisk betinget. Mange av disse var både i det moderate og dårlige konsentrasjonsnivået i hht KLIFs klassifisering, uten at det var observert noen biologiske effekter. Gifteffektene av tungmetaller er sterkere ved ionefattig vann enn i ionerikt vann som man har i Vansjø. Ved den relativt høye ionestyrken man har i Vansjø, vil oppvirvling av manganholdig sediment fra st. 4 eller nikkelholdig sediment fra st. 2 neppe avstedkomme noen gifteffekter for biologisk liv.

Tabell 2. Konsentrasjoner av tungmetaller i sedimentets øverste 10 cm langs traseen. Fargelegging etter SFT's (nå KLIF) reviderte klassifiseringssystem for forurensning i sedimenter (SFT 2008).

Stasjon	Dyp m	As µg/g t.v.	Cd µg/g t.v.	Cr µg/g t.v.	Cu µg/g t.v.	Hg µg/g t.v.	Ni µg/g t.v.	Pb µg/g t.v.	Sn µg/g t.v.	Zn µg/g t.v.
1 Vannverkstranda	0,9	6	0,4	16,4	28,1	0,074	21,1	9	<3	88,7
2 Bjørkeholmen syd	3,7	6	0,95	46,6	27,4	0,097	50,6	32	<3	210
3 Nesungsundet	4,2	7	0,91	41,9	25,2	0,1	43,7	31	<3	187
4 St. Silleholmen Syd	2,4	64	0,5	25,1	13,3	0,027	21,3	20	<3	105
5 Frydenlundstranda	2,9	6	0,83	32,5	22,5	0,11	34,1	31	<3	146

I Bakrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Meget dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende akutt toksiske effekter

3. Litteratur

- Andersen, T., Å. Brabrand, P.J. Færøvig, B. Kaasa, Å. Molværsmyr, B. Skjelbred, og T. Åsberg, 2006: Vurdering av mulig interngjødsling i Vestre Vansjø., NIVA-rapport 5144-2006, 31 sider.
- Berge, D., T. Bækken og T.E. Eriksen 2010: Miljøeffekter i vannforekomster som mottar spylevannsutlipp fra Glitretunnelen., NIVA-rapport Lnr-5994-2010., 28 sider.
- Mjelde, M., D. Berge, O. Stabbetorp, 2009: Strandvegetasjon i Vansjø. Kartlegging og forvaltningsstrategi., NIVA-rapport 5813-2009., 67 sider.
- Rognerud, S., Fjeld, E., Skjelkvåle, B. L., Christensen, G. og O. K. Røyset., 2008: Nasjonal innsjøundersøkelse 2004 - 2006, del 2: Sedimenter - forurensning av metaller, PAH og PCB., SFT- rapport TA-nummer 2362/2008, 77 sider.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann., SFT-veiledning 97:04., TA-nummer 1468/1997., 31 sider
- SFT 2008: Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann- Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter., SFT-rapport TA-229/2007, 12 sider