



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

E18 Bommestad – Sky

Opptak av siltgardiner ved Farriseidet og i Farriskilen

Overvåking av partikkelspredning

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 11 | 2017



Yvonne Rognan og Roger Roseth
Divisjon for Miljø og naturressurser

TITTEL/TITLE

E18 Bommestad – Sky. Opptak av siltgardiner ved Farriseidet og i Farriskilen. Overvåking av partikkelspredning

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Yvonne Rognan og Roger Roseth

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
30.10.2017	3/11/2017	Åpen	8754	17/00140
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-01782-0		2464-1162	15	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Statens vegvesen, Region Sør

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Ståle Singstad, Gunn Brungot og Grethe Bodholt

STIKKORD/KEYWORDS:

E18 Bommestad – Sky, siltgardiner, Farrisvannet, turbiditet, partikler, vannovervåking

E18 Bommestad – Sky, silt curtains, Farrisvannet, turbidity, suspended solids, water quality monitoring.

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Overvåking av turbiditet under opptak av siltgardiner

Monitoring of turbidity during raising and removal of silt curtains.

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Etter oppdrag fra Statens vegvesen overvåket NIBIO turbiditet i Farrisvannet ved Farriseidet i forbindelse med opptak av siltgardiner i regi av JVF – Joint Venture Farris Bru, ANS. Undersøkt område var ved Farris Øst, der det ble lagt ut ekstra siltgardiner for å sikre mot uønsket spredning av partikler i forbindelse med utfyllingsarbeider. En ekstra siltgardin ble lagt ut i forbindelse med innvilget søknad om å fylle ut ved akse 1 og 6 uten bruk av fiberduk.

Under opptaket av siltgardinene ble grenseverdi gitt av Fylkesmannen i Vestfold i «Tillatelse til utfylling i sjø og utgraving i strandsonen» (av 18.12.2013, nr. 2013407.T) lagt til grunn. Turbiditet som følge av opptak av siltgardin skulle ikke overstige 7 NTU i en periode på mer enn 30 minutter.

Under opptak av de indre siltgardinene var den høyeste målte verdien for turbiditet 4,8 NTU. Under opptak av den ytterste og siste siltgardinen var den høyeste målte verdien for turbiditet 2,5 NTU. Målingen ble utført i området rett utenfor der siltgardinen opprinnelig var plassert. Det ble ikke påvist turbiditet over 1,0 NTU ved målestasjonen Farris Øst, 90 m på utsiden av siltgardinen.

Ved opptak av siltgardin i Farriskilen ble det maksimalt målt turbiditet på 2,3 NTU ved Kilgapet, utløpet til Farrisvannet. I henhold til YM-planen for prosjektet skulle turbiditeten ut av Farriskilen aldri overstige 20 NTU.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Målingene har dokumentert at opptak av siltgardiner ved Farriseidet og Farriskilen har blitt gjennomført uten større spredning av partikler. Krav til spredning av partikler i utslippstillatelsen og YM-planen ble overholdt.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Vestfold
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Larvik
STED/LOKALITET: E18 Bommestad -Sky

GODKJENT /APPROVED



LILLIAN ØYGARDEN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ROGER ROSETH

Forord

Etter oppdrag fra Statens vegvesen har NIBIO utført overvåking av partikkelspredning i forbindelse med opptak av siltgardiner i Farriseidet og Farriskilen. Bakgrunn for overvåkingen er grenseverdier gitt av fylkesmannen i «Tillatelse etter forurensningsloven til utfylling i sjø og utgraving i strandsonen» (av 18.12.2013, nr 2013.407.T) og grenseverdi for Kilgapet oppført i Ytre Miljø Plan (YM-plan) for E18 Bommestad Sky.

Opptak av siltgardiner i Farriseidet har pågått i perioden 22.06.17 til 28.09.17, og ble utført av Jan E. Pettersen dykkerfirma for Joint Venture Farris bru ANS. Opptak av siltgardiner i Farriskilen ble utført 02.10.2017. Overvåking ble utført av Yvonne Rognan, NIBIO under veiledning fra Roger Roseth, NIBIO.

Statens vegvesen kjøpte ny påhengsmotor til båt for å lette overvåkingen og bidra med et pålitelig fremkomstmiddel på vannet, noe som har vært svært nyttig underveis.

En takk for godt samarbeid og humør rettes til nevnte dykkerfirma.

Denne rapporten er skrevet av Yvonne Rognan med innspill og veiledning fra Roger Roseth.

Skien, 30.10.17

Yvonne Rognan

Innhold

1	Innledning.....	6
1.1	Bakgrunn.....	6
1.2	Hensyn ved opptak av siltgardiner	6
2	Overvåking av turbiditet.....	7
2.1	Farriseidet – Farris Øst.....	7
2.2	Farriskilen	9
3	Opptak av siltgardiner	10
3.1	Bakgrunnsverdier – Farris Øst	10
3.2	Opptak av de indre siltgardinene – Farris Øst	10
3.3	Opptak av ytre siltgardin – Farris Øst	11
3.4	Opptak av siltgardiner – Farriskilen	13
4	Oppsummering og vurdering	14
	Litteraturreferanse.....	15

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Farrisvannet er råvannskilde til to vannbehandlingsanlegg for drikkevann, med råvannsinntak på 40-50 m dyp. Dybden på råvannsinntaket og lagdeling av vannet sommer og tidlig høst bidrar til å beskytte råvannet mot forringelse av vannkvalitet (Roseth m.fl, 2017). Under anleggsarbeidene for bygging av bru over Farriseidet har vannkvaliteten i ulike dyp i Farrisvannet blitt automatisk overvåket med miljøbøyer. I forbindelse med opptak av siltgardiner i perioden juni til oktober 2017, har vannkvaliteten på utsiden av Farriseidet blitt overvåket med manuelle målinger av turbiditet. Målingene har blitt utført fra båt. Målepunktene har vært i ulik avstand fra arbeidene og det har blitt utført målinger i ulike dyp.

Tillatelse til å fylle ut ved akse 1 og 6 uten overdekking med fiberduk ble gitt i endret tillatelse fra Fylkesmannen i Vestfold av 01.07.2015. Fra Statens vegvesen ble søknad om endret tillatelse begrunnet med at overdekking av masser med fiberduk ville øke faren for spredning av partikler.

Det ble brukt et system av flere siltgardiner for å sikre Farrisvannet mot spredning av partikler ved utfylling og masseutskifting.

Ved opptak av siltgardinene var det fare for at akkumulerte partikler kunne bidra til økt partikkelbelastning i vannmassene. Manuell overvåking av turbiditet ble utført for dokumentasjon og for å gi sikkerhet for god råvannskvalitet til vannverkene. Med grunnlag i Fylkesmannen i Vestfolds utslippstillatelse «Tillatelse til utfylling i sjø og utgraving i strandsonen» (av 18.12.2013, nr. 2013407.T), skulle turbiditeten ikke overstige 7 NTU (måleenhet for turbiditet) i perioder på mer enn 30 minutter ved målestasjonen Farris Øst. Stasjonen ligger 90 m på utsiden av siltgardinene i Farriseidet.

Under arbeider med Larvikstunnelen ble det satt ut siltgardiner i Farriskilen. I henhold til Ytre Miljø Plan for E18 Bommestad – Sky (Trøan m. fl., 2013) ble grenseverdi for turbiditet ved Kilgapet satt til 20 NTU.

1.2 Hensyn ved opptak av siltgardiner

I området ved Farris øst, ligger det større mengder med tømmer på bunnen. Dykkere som inspiserer gardinene rapporterte om flere større steinblokker som hadde lagt seg over siltgardinene nærmest oddene der utfylling foregikk. Partikkelbelastning etter oppvirvling ved utfylling hadde gjort siltgardinene fulle av slam, og flere steder var de ganske skjøre. De indre siltgardinene ble prioritert tatt opp først slik at de ytre siltgardinene kunne bidra til å hindre uønsket spredning av partikler utover i Farrisvannet. Grunnet topografi og de særskilte hensynene for Farriseidet ble bruk av mobilkran vurdert som det mest hensiktsmessige alternativet for opptak av siltgardinene.

Som flyteanordning for de indre siltgardinene var det noen steder benyttet PE-rør. Det ble antatt at disse ville gi økt risiko for partikkelbelastning under opptak, siden siltgardin og rør måtte heves og trekkes inn på land, passende rørlengder kappes og ett nytt stykke heves og trekkes. Andre steder ble det benyttet oppblåsbare slange som flyteanordning. Denne kunne lettere kveiles på land ved opptak. Etter vurdering av fare for revning av duk med påfølgende partikkelbelastning i vannet ble det også her besluttet å dele opp siltgardin og slange i passende stykker etterhvert som de ble hevet opp av vannet.

I Farriskilen ble det lagt ut siltgardiner med flyteslanger. For opptak av disse ble det vurdert at en gravemaskin med gripeklo var en grei løsning. Farriskilen har en mudret, leirrik bunn og oppvirvling av noe slam ble vurdert som uunngåelig. I følge batymetrisk kart for Farrisvannet (atlas.nve.no) er Farriskilen maksimalt 10 m dyp. Ved måling utenfor Farriseidet 28.09.2017, var temperatursprangsjiktet ved 12 m dyp. Siden sprangsjiktet lå dypere enn maksimalt dyp i Farriskilen, var det liten fare for nedtrengning av partikler til råvannsdypet. Opptaket av siltgardina ble utført langsomt og med stabil hastighet, for å minimere fare for turbulens og partikkelspredning.

2 Overvåking av turbiditet

2.1 Farriseidet – Farris Øst

Under opptak av de indre siltgardinene (fig 1), ble det vurdert som tilstrekkelig å måle turbiditet ved uttak av vannprøver og turbiditetsmålinger med håndholdt måler (Hanna HI 93703, turbidimeter).



Figur 1. Oversiktsbilde som viser siltgardinene ved Farris Øst før opptak.

Under opptak av den ytterste siltgarden ble målinger av turbiditet utført med multiparametersonde av typen KLL-Q fra Seba Hydrometrie (fig. 2 og 3). Multiparametersonden hadde samme sensorutrustning som miljøbøyene benyttet under overvåking av anleggsfasen (Roseth m.fl., 2017). Målinger ble foretatt på tilnærmet lik plass som stasjonene FØ, FA1, FA2 og FA3 (fig. 4). Her ble temperatur og turbiditet målt for hver meter ned til 15 m dyp. Ved FA2 ble det i tillegg målt nær til maksdyp ved ca. 30 m. Ved FA3 ble målingene fortløpende sammenlignet med målinger fra FA2. Det gjøres oppmerksom på at målepunkt var noe mer midtfjords enn FA3. I tillegg ble det tatt stikkprøver fra varierende dyp nær den delen av siltgarden hvor dykkerne til enhver tid arbeidet. Det ble vurdert som nødvendig å ha oversikt over vandedybde nær siltgarden for å unngå at målesonden traff bunnen og i verste fall ble sittende fast mellom tømmerstokker. For å måle dybde ble det benyttet en håndholdt dybdemåler av typen Plastimo Echotest II.

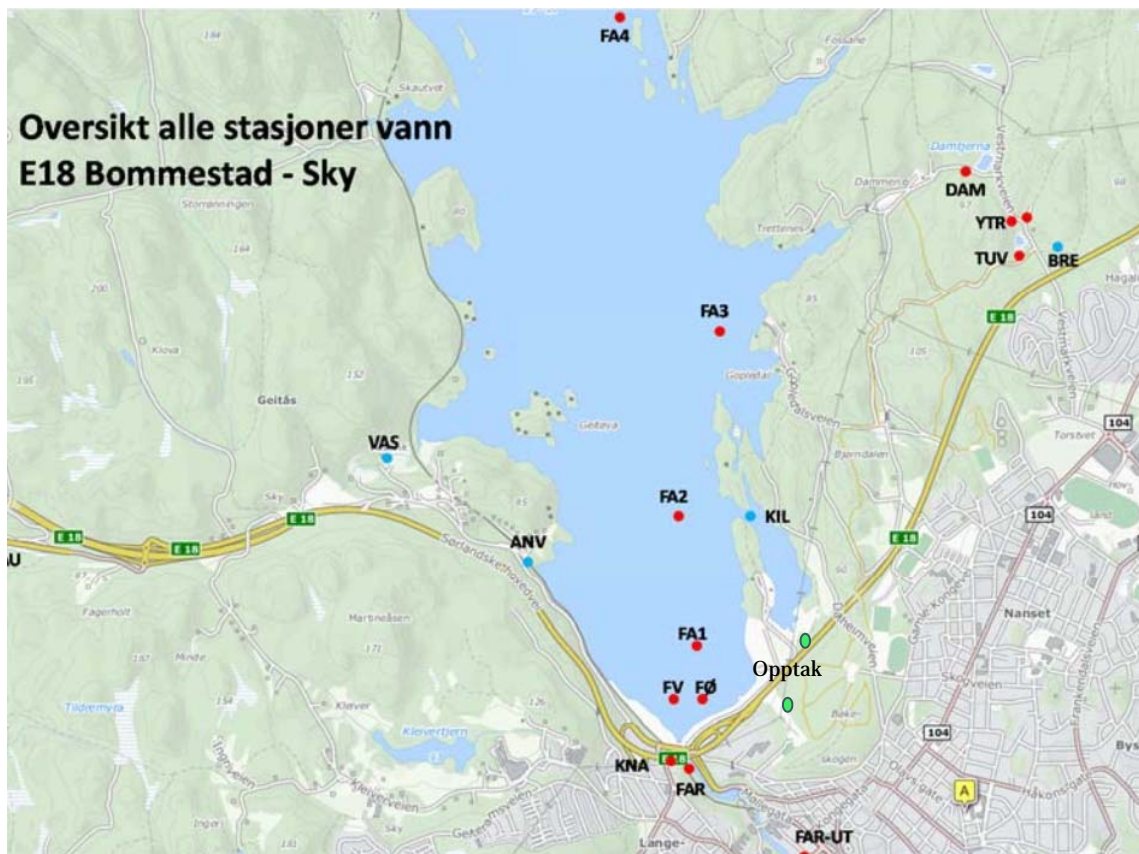


Figur 2. Multiparametersonde for automatisk overvåking av vannkvalitet.



Figur 3.

KLL-Q med multiparametersonde fra Seba Hydrometrie, benyttet under klargjøring og opptak av siltgardiner ved Farriseidet.



Figur 4. Oversikt over prøvestasjoner benyttet under overvåking av vannkvaliteten i 2016. Stasjonene merket FØ, FA1, FA2 og FA3 tilsvarer de som ble benyttet for å samle inn bakgrunsmålinger i forkant av opptak av den ytterste siltgardinen. Det grønne punktet øst for punkt «FØ» markert med «opptak,» viser hvor siltgardinene ble tatt opp ved Farriseidet. Tilsvarende punkt i Farriskilen viser hvor de ble tatt opp her.

2.2 Farriskilen

For overvåking av turbiditet i Farriskilen ble multiparametersonden, KLL-Q, benyttet. Målinger ble foretatt ved de bryggene som ikke var avsperrert med port, samt ute ved Kilgapet – målestasjon KIL (fig. 4). I Farriskilen er det mudderbunn, og kantvegetasjon er preget av takrør og siv (fig. 5). Det var forventet at dette ville påvirke turbiditeten ved opptak.



Figur 5. Grunt område med siv- og takrørvegetasjon hvor siltgardinene ble trukket opp (rød sirkel). Bunnen er preget av mudder og leire.

3 Opptak av siltgardiner

3.1 Bakgrunnsverdier – Farris Øst

I forkant av opptak av den ytre siltgardinen ble turbiditet og vanntemperatur målt ved følgende punkter: FØ, FA1, FA2 og FA3. Dette er i samsvar med tidligere målestasjoner for miljøbøyer. Målinger ved FA2 ble notert og målinger fra de andre stasjonene ble sammenlignet med disse. Dato for disse målingene var 14.09.17.

Sprangsjiktet var ved ca. 12 m dyp. De sirkulerende vannmassene over sprangsjiktet hadde en gjennomsnittstemperatur på 14,4 °C. Fra 12 til 15 m sank temperaturen fra 14,3 °C til 8,5 °C. Ved 30 m dyp var temperaturen 5,6 °C (tab. 1). I sprangsjiktet ble det målt turbiditet nær null. Totalt sett varierte turbiditeten gjennom profilet fra et minimum rundt null og opp til nærmere 1 NTU.

Tabell 1. Målinger fra FA2. Venstre side: Målinger foretatt hver meter ned til temperatursprangsjikt ved 12 m. Høyre side: Målinger fra temperatursprangsjiktet og ned til 15,4 m, samt en måling 4 meter over maksdyppet ved målepunktet.

Dyp, m	Turbiditet, NTU	Temperatur, °C	Dyp, m	Turbiditet, NTU	Temperatur, °C
1,1	0,7	14,6	12,4	0	14,3
2,1	0,8	14,6	12,6	0	13,8
3,4	0,7	14,6	13,1	0	11,7
4,6	0,8	14,6	13,9	0	10,8
5,3	0,9	14,5	14,3	0	9,4
6,0	0,7	14,5	14,8	0	8,9
7,0	0,7	14,5	15,4	0	8,1
8,1	0,7	14,5	29,4	1,2	5,6
9,0	0,7	14,5			
10,1	0,7	14,4			
11,1	0,6	14,4			
12,1	0,8	14,3			

3.2 Opptak av de indre siltgardinene – Farris Øst

I fasen der siltgardinene nærmest land ble klargjort og hevet, ble turbiditet målt med håndholdt turbiditetsmåler. Vannprøver ble tatt nær områdene der dykkerne arbeidet med å løsne duk og synkekjetting fra bunnen. I denne perioden ble vannstanden i Farris senket, noe som bidro til å dra partikler mot Farriselva og inntak for kraftproduksjon fra Farrisvannet.

Det ble observert mye algevekst på siltgardinene under opptak. Målt turbiditet innenfor de ytre siltgardinene varierte mellom 1,3 og 4,8 NTU. Ved en anledning ble det tydelig grumsete i området der siltgardinen ble trukket opp (fig. 6), men partiklene ble tilsynelatende trukket videre mot utløpet av Farrisvannet. Årsaken var en siltgardin som hadde revnet under vann og følgelig ikke lot seg binde opp som de andre seksjonene med siltgardin. Av sikkerhetsmessige hensyn lot det seg ikke gjøre å ta en vannprøve med en gang. Dette grunnet kranen som trakk opp siltgardinene. Den synlige påvirkningen forsvant raskt. Da det var trygt å ta en vannprøve for å måle turbiditet var det ingen visuell påvirkning av lokal vannkvalitet. Turbiditeten ble målt til 3,4 NTU. Det ble ikke målt noen forhøyde verdier på utsiden av siltgardinene. Verdiene varierte mellom 0,7 og 1,1 NTU.



Figur 6.

Visuelt påvirket vannkvalitet under opptak av en revnet siltgardin. Partikkelspredningen var begrenset og det ble ikke registrert økt turbiditet på utsiden av siltgardinen som er synlig på bildet.

3.3 Opptak av ytre siltgardin – Farris Øst

Klargjøring av denne siltgardinen i forkant av opptak foregikk på samme måte som for de andre siltgardinene. Kjetting og duk ble løsnet fra hindringer i sjøbunnen og bundet sammen med flyteslangen. Avstanden mellom hvert punkt for sammenbinding var 5 – 6 m (fig. 7 og 8). Dette ble gjort for å lette opptak av siltgardinen, og for å redusere partikkelbelastningen i vannet. Målinger av dybde i området rett på utsiden av siltgardinen viste en variasjon mellom 6 og 8 meter. Variasjonen hadde trolig sammenheng med tømmer som ligger på bunnen. Ved et par anledninger traff målesonden tømmerstokker. Den høyeste verdien for turbiditet ble målt i denne sammenhengen: 5,9 NTU. For å unngå at sonden traff flere stokker ble videre målinger ved målepunkt FØ utført grunnere enn 6 m. Mellom FØ og FA1 ble målinger foretatt ned til 12 meters dyp.



Figur 7. Den siste siltgardinen heves ved hjelp av kran. Siltgardinen er bundet sammen med flyteslangen hver 4-6 m.



Figur 8.

På bildet vises avstanden mellom punktene for sammenbinding av siltgardinen og flyteslangen.

I forkant av opptak ble siltgardina frigjort fra dreggene som har holdt den på plass. Etter frigjøringen av siltgardinen fløt den nærmere land. Ved opptak lå den i avstand mellom 5 og 15 meter fra land i området mellom akse 1 og 6.

Den høyeste målte verdien på utsiden av siltgardinene, forårsaket av aktivitet direkte tilknyttet opptaket, ble målt samme dag som den ble tatt opp. En oppsamling av vann i siltduken gjorde arbeidet tungt for krana og de ble laget et hull i duken for å tappe ut vannet (fig. 9). Målinger fra ulike punkter utenfor viste da inntil 2,5 NTU. Ved FA1, ble det ikke målt verdier over 1,0 NTU.



Figur 9.

Bildet viser vann som fosser ut av siltgardinen etter at det ble laget et hull for å redusere belastningen på krana. Den høyeste målte turbiditeten ved denne hendelsen var 2,5 NTU.

3.4 Opptak av siltgardiner – Farriskilen

Grunnet bunnforholdene i Farriskilen ble det ikke vurdert som nødvendig å binde opp siltgardinene. Disse ble dratt opp på land ved hjelp av gravemaskin med gripeklo og kveilet sammen. Deretter ble de fraktet med lastebil til deponi.

Det ble innledningsvis forsøkt å ta opp siltgardinene hver for seg, men de hadde festet seg sammen flere steder og ble dermed dratt opp samtidig. Langsamt drag bidro til å redusere partikkelspredning og turbulens i vannet som følge av brå bevegelser i siltgardinene.

I forkant av opptaket hadde det regnet mye og det var tidvis sterk vind. Det ble observert et felt med tydelig grumset vann rundt og bak siltgardinene da de ble dratt i land (fig. 10). Dette feltet så ut til å følge vindretningen, slik at partiklene havnet inn mot den østre delen av Farriskilen. Der siltgardinene ble dratt opp ble det maksimalt målt 116 NTU. Vannet i den innerste delen av Farriskilen var tydelig blakket. Det ble foretatt turbiditetsmålinger ved Kilgapet 15 og 30 minutter etter opptak, der den høyest målte verdien var 2,3 NTU. Det var ingen synlig blakking av vannet her. Etter 45 minutter ble turbiditeten i den innerste delen av Farriskilen målt til 18 NTU. En time etter opptak av siltgardinen bedret været seg betraktelig og vinden avtok. Dette antas å ha bidratt til raskere sedimentasjon av partiklene som ble virvlet opp under opptaket.



Figur 10. Bilde som viser enden av siltgardinene under opptak (rød sirkel). Feltet med grumset vann følger i rett linje etter siltgardinene.

4 Oppsummering og vurdering

Erfaringene fra opptak av siltgardiner i Farriseidet viser at prosessen kan gjennomføres med liten spredning av partikler gitt god planlegging og riktige forberedelser i forkant av operasjonen. Som nevnt ble opptaket gjort over en lengre periode, 22.06 – 28.09.17. Tømmer og større steiner på bunnen kilte siltgardinen fast flere steder. Fokuset på å unngå partikkelspredning i så stor grad som mulig, bidro til at arbeidet ble tidkrevende. Grunnet ferieavvikling og andre oppdrag for dykkerfirmaet, ble arbeidet utført i flere omganger, og over lang tid.

Lengre perioder med ro etter innledende oppbinding av gardinene, antas å ha redusert partikkelbelastningen til Farrisvannet. Tapping av vann til kraftproduksjon har gitt «sug» mot inntaksrøret, og forebygget partikkelspredning nordover i Farrisvannet.

Gjennomførte målinger av turbiditet i vannprøver med turbidimeter og in-situ med multiparameter-sonde viste kun mindre endringer av turbiditet i forbindelse med opptak av siltgardin. Målte verdier var aldri over 7 NTU, og grenseverdien i utslippstillatelsen ble overholdt med god margin.

Ved opptak av siltgardin i Farriskilen ble det maksimalt målt turbiditet på 2,3 NTU ved Kilgapet, utløpet til Farrisvannet. I henhold til YM-planen for prosjektet skulle turbiditeten ut av Farriskilen aldri overstige 20 NTU.

Målingene har dokumentert at opptak av siltgardiner ved Farriseidet og Farriskilen har blitt gjennomført uten større spredning av partikler. Krav til spredning av partikler i utslippstillatelsen (Farriseidet) og YM-planen (Farriskilen) ble overholdt.

Litteraturreferanse

Roseth, R., Leikanger E., Johansen Ø., Tveiti G. og Nytrø, T.E. (2017) *E18 Bommestad – Sky. Miljøoppfølging av vannkvalitet i henhold til tillatelse til utfylling i sjø og utgraving i strandsonen. Halvårsrapport 01.04.2016 – 30-09-2016*. NIBIO Rapport 3(7)2017. ISBN 978-82-17-0177-6. ISSN 2464-1162

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.