

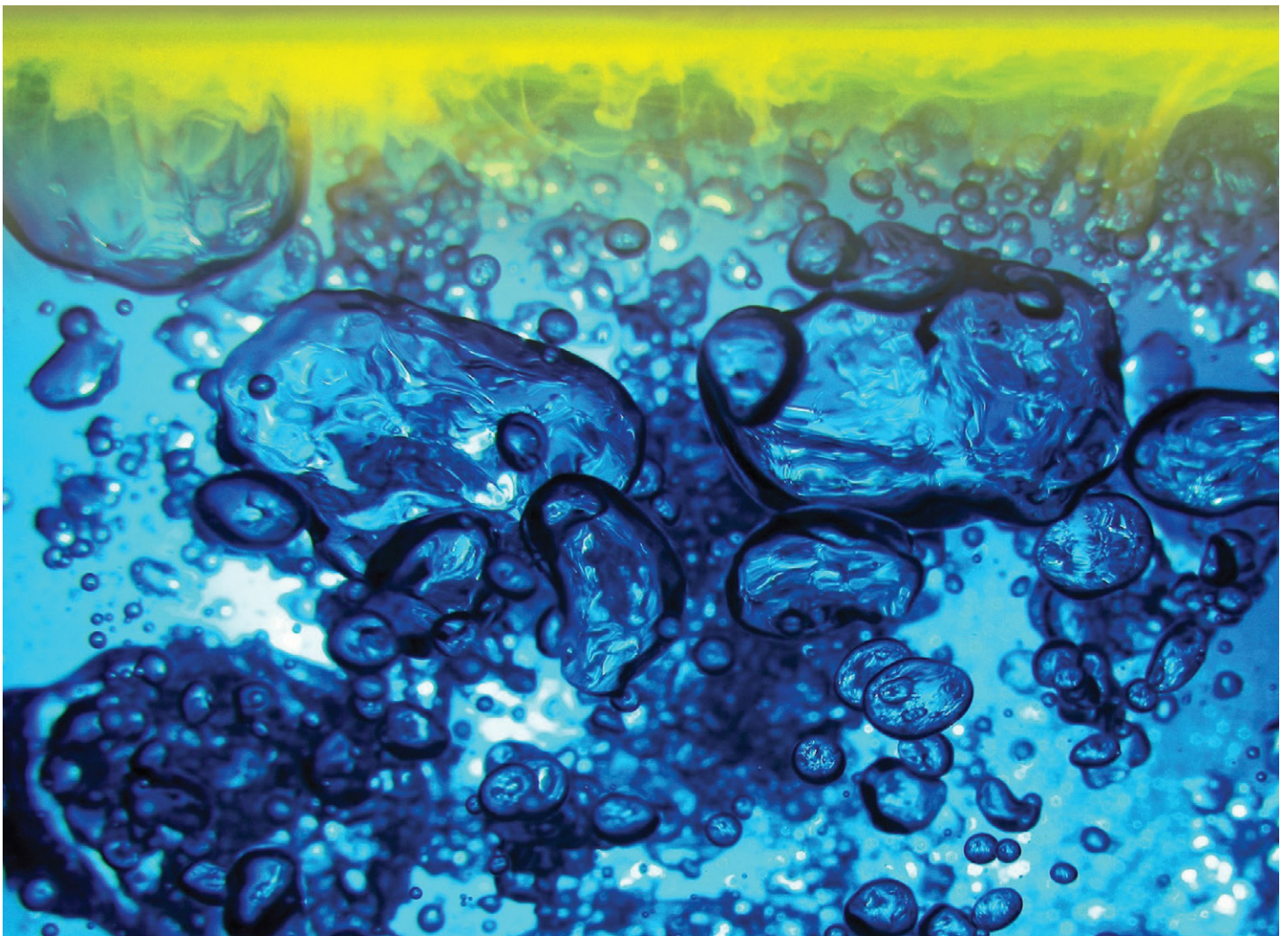


Siltgardiner

Funksjon, tilpassing og oppfølging

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 205



Tittel

Siltgardiner

Undertittel

Funksjon, tilpassing og oppfølging

Forfatter

Turid Winther-Larsen

Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

Seksjon

Miljø

Prosjektnummer

603019

Rapportnummer

Nr. 205

Prosjektleder

Hedda Vikan

Godkjent av

H. Vikan, S. Meland

Emneord

Siltgardiner, veganlegg, avrenning, partikler, miljø

Sammendrag

Statens vegvesen må ha kontroll på vannbårne partikler ved anleggsgjennomføringer nær og i vann. Slike arbeider inkluderer blant annet grave-, mudre- og utfyllingsarbeider, samt utslipp av ulike typer vann fra anleggsområdene. Denne rapporten tar for seg bruk av siltgardiner som et av flere tiltak som kan forebygge skader på anleggets omliggende miljø og bidra til en kontrollert håndtering av partikler. Rapporten retter seg mot prosjektledere, prosjektmedarbeider og kontrollingeniør.

Title

Silt curtains

Subtitle

Function, adaption and follow-up

Author

Turid Winther-Larsen

Department

Traffic safety, environment and technology

Section

Environmental Assessment

Project number

603019

Report number

No. 205

Project manager

Hedda Vikan

Approved by

H. Vikan, S. Meland

Key words

Silt curtains, road construction sites, run-off, particles, environment

Summary

The Norwegian public roads administration must have control over water-borne particles from construction sites both in water and in the vicinity of water. Such operations include digging, dredging, filling works and different kinds of water from the construction site. This report addresses use of silt curtains as a means that can prevent damage on surrounding environment and contribute to controlled management of particles. The report addresses the project leader, co-worker and supervisory engineer.



Statens vegvesen

NORWAT
Nordic Road Water

Siltgardiner Funksjon, tilpassing og oppfølging

En erfaringsbasert sammenstilling høsten 2012- vinteren 2013

Forfatter: Turid Winther-Larsen, Statens vegvesen Region øst

Oppdragsansvarlig: Hedda Vikan, Statens vegvesen Vegdirektoratet

Forord

NORWAT er et fireårig etatsprogram (2012-2015) som gjennom ny kunnskap skal bidra til at Statens vegvesen planlegger, bygger og drifter vegnettet uten å påføre vannmiljøet uakseptabel skade. Med dette programmet ønsker vi å redusere risikoen for biologisk skade forårsaket av avrenningsvann, redusere utslipp av miljøgifter til resipient og lage renseløsninger som er tilpasset landskap og resipient. Dette skal vi oppnå ved å utvikle anvendbare metoder for når, hvor og hvilke rens tiltak skal iverksettes. I tillegg skal vi etablere forslag til retningslinjer, og rutiner for drift og vedlikehold av renseløsningene. Ytterligere informasjon om NORWAT inkludert publiserte rapporter finnes på våre nettsider www.vegvesen.no/norwat.

Statens vegvesen må ha kontroll på vannbårne partikler ved anleggsgjennomføringer nær og i vann. Slike arbeider inkluderer blant annet grave-, mudre- og utfyllingsarbeider, samt utslipp av ulike typer vann fra anleggsområdene. Denne rapporten tar for seg bruk av siltgardiner som et av flere tiltak som kan forebygge skader på anleggets omliggende miljø og bidra til en kontrollert håndtering av partikler. Rapporten retter seg mot prosjektledere, prosjektmedarbeider og kontrollingeniør.

I Norsk Standard – NS 3420 – brukes betegnelsen siltskjørt. Ordet siltgardin er likevel valgt brukt i denne rapporten fordi det også er i vanlig bruk og ganske innarbeidet.

Innhold

Forord.....	0
1 Innledning.....	2
2 Bakgrunn	3
2.1 Miljøvirkninger av anleggsarbeid - Siltgardiners formål	3
2.2 Bruk av siltgardiner.....	6
3 Valg og tilpassing av siltgardin.....	9
3.1 Reguleringsplansfasen.....	9
3.2 Prosjekteringsfasen	11
3.2.1 Nyttig forhåndskunnskap ved bruk av siltgardiner ulike steder.....	11
3.2.2 Prosjektering og tillaging av byggeplan – Hva som bør være på plass av kunnskap.....	14
3.2.3 Bakgrunnsstoff for å sikre gode beskrivelser i prosesskodene i anleggskontrakten.....	14
4 Anleggsoppfølging.....	22
4.1 Oppfølging og kontroll.....	22
4.2 Mulig utforming av intern prosedyre for kontroll av siltgardiner	24
5 Ord og begrep.....	25
5.1.1 Silt	25
5.1.2 Siltgardin.....	25
5.1.3 Porestørrelse, maskevidde, lysåpning.....	25
5.1.4 Boblegardin	26
5.1.5 Turbiditet.....	26
5.1.6 Sedimentfeller	28
5.1.7 Passive prøvetakere	28
5.1.8 Sedimenter	31
5.1.9 Begroing.....	31
6 Kilder og referanser	32

1 Innledning

Som etat og en stor utbygger, er Statens vegvesen selv ansvarlig for å gjennomføre tiltak for å beskytte mot skadevirkninger på næringsaktiviteter, helse og / eller plante- og dyrelivet, i egne utbyggingsprosjekter.

Ved anleggsgjennomføringer nær og i vann, ved grave-, mudre- og utfyllingsarbeider, samt utslipp av ulike typer drivevann og vann fra byggegrøper og anleggsområder ellers, trenger Statens vegvesen å ha kontroll på og partikkeltransport fra erosjon. Dette gjelder både partikler som er rene og partikler som i seg selv er forurensede eller som har forurensninger bundet til seg. Derfor er det viktig at Statens vegvesen ved anleggsgjennomføring gjennomfører beskyttelsestiltak og følger opp med kontroller.

Hvis Statens vegvesen *ikke* har kontroll, vil partikler som spres fra anleggsarbeider kunne medføre

- problemer for stedegne planter og dyr ved at deres leveområder blir slammet ned
- at produsenter av oppdrettsfisk, skalldyr og muslinger må stanse eller flytte sin produksjon
- at vannverkene må innføre ekstra rensetrinn fordi råvannet får for dårlig kvalitet

Hvis Vegvesenets anleggsarbeider gir skader som fører til økonomiske tap for produsent, eller påfører ytre miljø varige skader, kan erstatningsbeløpene eller bøtene bli store. Dette er merkostnader i anlegget som ikke er ønsket. Det er derfor lurt å forebygge slike hendelser gjennom spredningshindrende tiltak, og tilrettelegge for faste kontrollrutiner av tiltakene forankret i kontrakten med entreprenøren.

Denne rapporten om siltgardiner er ment å bidra til en slik forebygging. Når siltgardiner er plassert ut riktig og de blir fulgt opp og sjekket at de står slik de skal, fungerer slike gardiner oftest godt.

Denne rapporten er derfor ment å være et verktøy for

- **Prosjektledere** - som gir en faglig oversikt over miljøbeskyttende tiltak og deres funksjon. Formålene med å bruke siltgardiner presenteres i [Kapittel 2](#), og her er innspill om når slike bør brukes.
- **Prosjektmedarbeider** - som bestiller bruk av siltgardin i et utbyggingsprosjekt gjennom beskrivelser og krav i kontraktens prosesskoder. I [Tabell 1](#) er arbeider og situasjoner hvor det kan være aktuelt å bruke siltgardiner listet. I [Kapittel 3.2](#) finnes informasjon om hva som bør være undersøkt og avklart før skriving av prosessbeskrivelsene. I [Kapittel 3.3.2](#) og [Tabell 3](#) finnes innspill til temaer og problemstillinger som bør tas med som «Spesielle beskrivelser» i kontraktens prosesskoder.
- **Kontrollingeniøren** – som skal følge opp entreprenøren og tiltakets funksjon og virkning under anleggsgjennomføringen, finner nyttig informasjon i [Kapittel 4](#).

Rapporten er med dette som utgangspunkt bygget opp med

- **Bakgrunnsstoff om siltgardiner** – hvorfor slike brukes og hva de kan bidra til å beskytte; kapitlene 2 og 5.
- **Anvendelsesområder for siltgardiner** – herunder hva man bør passe på og ta med i kontrakten; kapitlene 2, 3 og 4.
- **Kontroll og oppfølging** – herunder måter å måle funksjonaliteten av gardinen(e), og gjennomføring av løpende oppfølging med vedlikehold; kapitlene 4 og 5.

Rapporten har henvisninger til konkrete kapitler, og direktekoblinger for å komme direkte til aktuell tekst ved aktivisering. Henvisningene er ment å være til hjelp ut fra hvilken rolle eller hvilket ansvar leseren har i et prosjekt. I rapporten brukes en del ord og begrep, som kanskje ikke er like kjent for alle. I [Kapittel 5](#) er en del slike samlet sammen med litt bakgrunnsinformasjon og annen teori.

2 Bakgrunn

2.1 Miljøvirkninger av anleggsarbeid - Siltgardiners formål

Når man i vegprosjekter graver i og langs vannforekomster, utfører utfyllingsarbeider og gjennomfører tunneldriving, samt utfører annet massehåndteringsarbeid, vil partikler kunne spres direkte ut i vannforekomster, eller føres med vann fra anleggsområder til utslipp. Disse partiklene er av ulik opprinnelse og har ulike former og størrelser avhengig av sin opprinnelse i berg- og jordtyper, eller er påvirket av et område sin bruk.

Effekter av partikkelspredning fra anleggsarbeid på bekker, elver og innsjøer vil variere mye - fra dramatisk tilslamming med utstrakt fiskedød, til minimale effekter hvor skadelige virkninger knapt kan registreres. Partiklene kan være rene, ha forurensninger festet til seg, eller være forurensende i seg selv.

Nedslamming av bunnområder kan ødelegge eller gi betydelig forringelse av, leveområdene for planter og dyr, og det kan medføre at det blir færre gyteplasser for laks og sjøørret i bekker og elver. Dette vil derfor være en forurensning jf. forurensningsloven, selv når partiklene og massene i seg selv, er rene.

Store partikkelmengder i vannet vil kunne redusere lystilgangen for plantene. I vekstsesongen vil dette kunne gi redusert vekst. Store partikkelmengder kan gi oksygenmangel i vannmassene og endring i næringstilgang til bunndyrene. Partikler kan ha en form som i seg selv kan gi skader. Finknust sprengstein vil kunne ødelegge fiskens gjeller (NFF 2009).

Ulike typer av naturlig berggrunn kan bestå av masser som har naturlig høye verdier av tungmetaller, eller som er sulfidholdige slik at de kan bidra til uønsket forsurening. Slike masser er etter Forurensningsforskriftens kapittel 2 (<http://www.lovddata.no/for/sf/md/td-20040601-0931-003.html>), Vedlegg 1 (<http://www.lovddata.no/for/sf/md/td-20040601-0931-004.html>), definert som forurensede. Der masser (grunn eller sedimenter) er tilført forurensninger fra menneskelige aktiviteter og områdebruk, så vil det primært være de minste partiklene som har bundet mest forurensninger til seg. Med de minste partiklene menes her primært leire (mindre enn 0,002) og silt (0,002-0,6 mm), men finsand (0,6-0,2 mm) kan også omfattes.

Betydelige mengder suspendert materiale vil også kunne påvirke ledningsnett og renseanlegg på en uheldig måte. Partikkelskyer kan videre bli et stort problem for fiskeoppdrettsanlegg, skjellfarmer, drikkevannsinntak og lignende.

Statens vegvesen er selv ansvarlig for å gjennomføre tiltak for å beskytte mot skadevirkninger i egne utbyggingsprosjekter. Bruk av siltgardiner er et slikt tiltak.

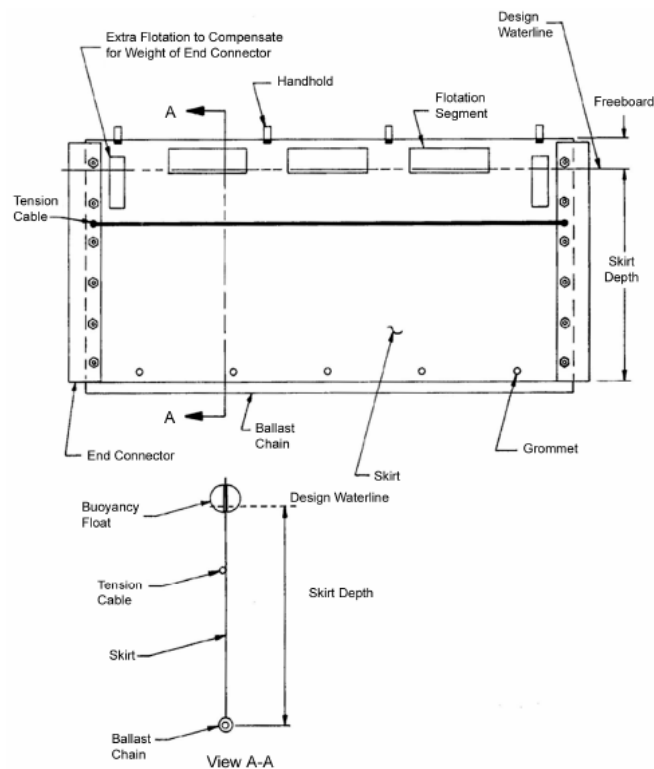
En [siltgardin](#) er en vevd duk med mikroskopiske åpninger (porer) hvor hensikten er at vannet skal passere men ikke partikler. Bruk av siltgardiner kan ha ulike formål, som for eksempel

- **å hindre spredning** av de ulike partikkeltypene til områder hvor de kan bli opphav til problemer eller forårsake skader
- **å styre** partikler til et område for sedimentering slik at disse kan fjernes ved anleggsslutt
- **å holde tilbake** de ulike typene av partikler for å unngå uønsket blakking av vannsøylen over et større område, og for å ha kontroll på anleggets gjennomføring

Hvor store poreåpninger som velges for duken, eksempelvis 0,045 mm, 0,1 mm eller 0,2 mm, må baseres på partiklene som skal holdes tilbake på hvert enkelt sted.

Siltgardiner holder *ikke* tilbake løste (ikke-partikkelbundne) metaller eller løste organiske mikroforurensninger (miljøgifter) som tributyltinn (TBT), polysykliske bifenyler (PCB), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og andre. Kvikksølv (Hg) og kobber (Cu) vil også kunne holde seg lenge i løsning – og særlig ved langvarig mekanisk påvirkning som ved mudring av forurensede sedimenter.

Aktiviteter hvor Statens vegvesen ikke forebygger mot skader, vil være i strid med gjeldende regelverk og et brudd med etatens sektoransvar. Men, når etatens styringssystem (Håndbok 151) følges og det lages ytre miljø-planer (YM-planer) og kontraktkrav som sikrer miljøoppfølgingen, blir aktivitetene i overensstemmelse med regelverket.



Figur 1: Prinsippskisse av siltgardin presentert i Laugesen og Nygård, 2008. Skissen er hentet fra <http://el.erdc.usace.army.mil/elpubs/pdf/doere21.pdf>, og tips om denne mottatt fra Jens Laugesen 13.02.2013.



Figur 2: Siltgardin i bruk ved utfylling i fjellvann ca. 900 moh. Gardinen var ca. 180 meter, og var plassert utenfor fylling med sprengtstein. Fyllingen var på ca. 25.000 m³, og ble utført fra endetipp (E16 Filefjell). Foto: Statens vegvesen. Bildet er tatt av Sveinung Brude.



Figur 3: Siltgardin i bruk ved arbeid i småbåthavn. Foto: Rambøll. Bilde er tatt av Tom Tellefsen.

2.2 Bruk av siltgardiner

Siltgardiner brukes for å hindre eller å styre partikler i vann og derved etablere et avgrenset forurensningsområde. I forbindelse med anleggsarbeider, skal siltgardiner vurderes brukt ved

- **graving** i og nær vannkanten
- **graving** i og nær utløp av bekker og elver
- **mudring** i vannforekomsten
- **utlegging av masser** nær eller i vannforekomster
- som **trinn i renseløsning** som velges for drive-, bygge- og anleggsvann før utslipp

I tillegg til siltgardiner bør man legge ut oljelenser eller oljeabsorberende flottører. Dette for å samle opp lekkasjer av diesel og hydraulikkolje fra anleggsmaskiner, samt utlekking av forskjellige oljetyper fra kabler og fra forurensede oppgravde masser. Lensene bør ha et «skjørt». Dette vil være til hjelp for å få samlet opp plastrør fra sprengstoffinjeksjon og plastfibre fra bruk av sprøytebetong. Slik plast vil ellers lett flyte over gardinkanten, selv ved mindre vannbevegelser (Liksoherskaya og Nyembwe 2012). Søppel og annet som flyter i overflaten, vil også lettere kunne samles opp for fjerning.

For å oppnå ønsket funksjon ved bruk av siltgardiner i et anlegg, må man velge riktig siltgardintype og sørge for nødvendige fester og forankringer. Videre må gardinen tilpasses de lokale forhold på anleggsstedet og være knyttet til arbeidene som skal gjennomføres. Disse punktene er nærmere omtalt i [Kapittel 3.2](#). Det bør fortrinnsvis benyttes siltgardiner som går helt ned til bunnen, og de bør forankres her. Formålene ved siltgardinbruk bør videre legges til grunn i beskrivelsene og spesifiseres med hensyn til krav og funksjon i prosessbeskrivelsene i anleggskontrakten jf. Håndbok 025 (prosesskodene 1-7) og Håndbok 026 (prosesskode 8).

Erfaringsmessig fungerer siltgardiner best under rolige vann- og værforhold hvor arbeidene utføres innenfor et begrenset område. De er også mest effektive på grunt vann. Dette fordi gardinen lettere kan festes sammen eller til land, og også holdes på plass ved bunnen og i eller over vannflaten. Siltgardiner kan likevel brukes i en rekke andre sammenhenger, men må dimensjoneres for den aktuelle situasjon og påvirkninger. Oppfølgingen av gardinen vil uansett være svært viktig for å sikre at den blir et reelt spredningshindrende tiltak. Nødvendig oppfølging er nærmere omtalt i [Kapittel 4](#).

I noen prosjekter i havneområder hvor forurensete sedimenter har blitt mudret, har det blitt brukt [boblegardiner](#). Dette er en «gardin» som skapes av små luftbobler som strømmer opp, tett i tett, fra en slange som er lagt ut på bunnen. Boblegardiner kan også brukes også til andre oppgaver enn å stoppe uønsket partikkelspredning (Laugesen, 2006) - herunder:

- stoppe blanding av fersk- og saltvann
- øke innblanding av oksygen i vannet for å unngå algevekst eller øke nedbrytingen av organisk materiale
- beskytte havner mot kraftige bølger
- stoppe spredning av oljespill
- flytte store flytende gjenstander som for eksempel isfjell
- redusere trykkbølgen ved undervannssprengning
- hindre islegging

Som et rensetrinn for ulike typer anleggsvann før utslipp til vannforekomst, kan bruk av siltposer være et alternativ til siltgardin – alene eller som tillegg til partikkelsedimentering i containere. Dette kan spesielt være nyttig der renseløsningen ellers ikke klarer å gi vannet tilstrekkelig oppholdstid slik at partiklene får sedimentert, før utslipp. Siltposer kan også benyttes som et ekstra rensetrinn etter vannbehandling i et renseanlegg, og særlig der utslipp skal skje til sårbare områder. Siltposer er ofte i størrelsen 10-50 m³.

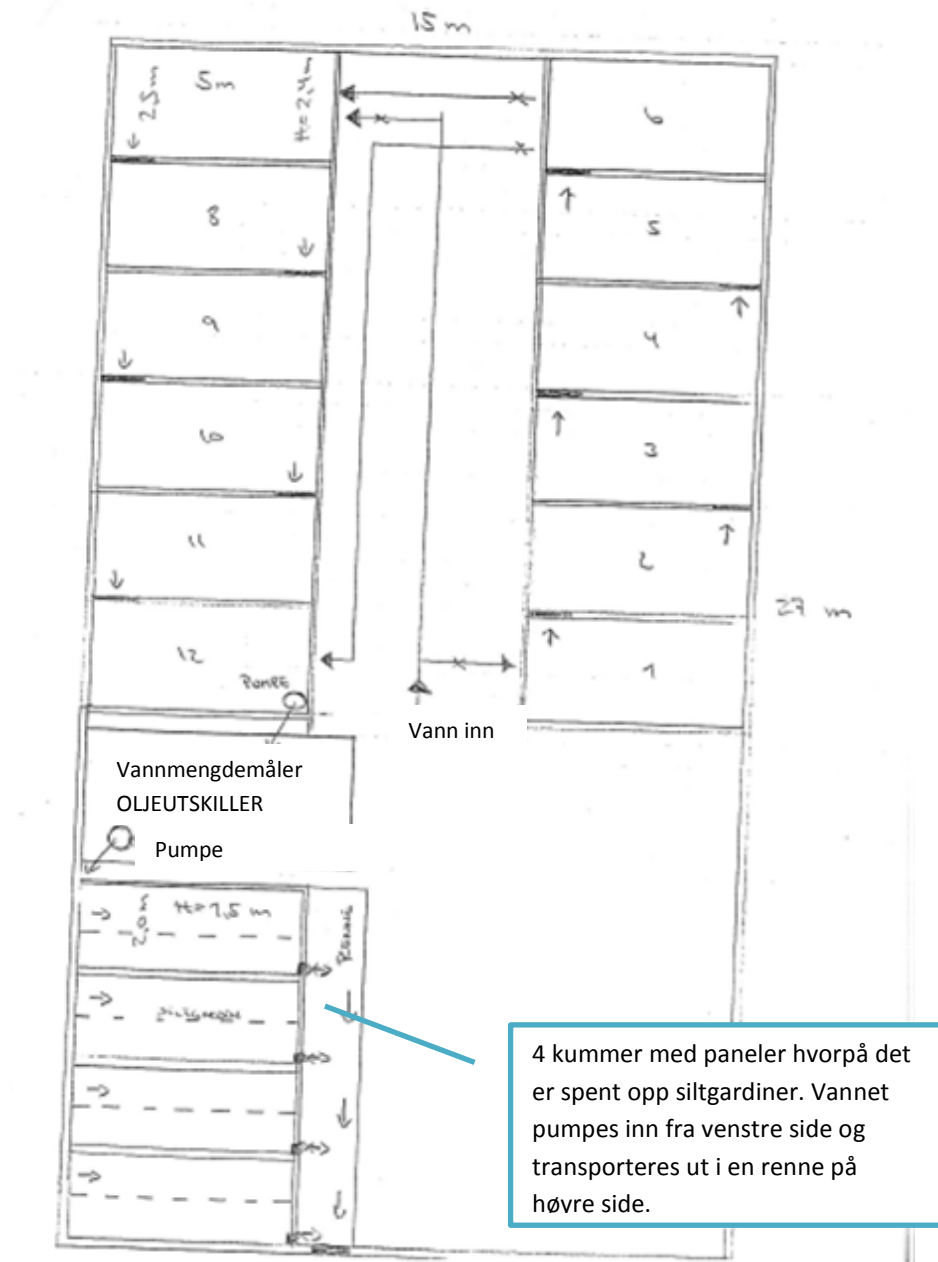
Siltposene må som siltgardiner følges opp. Det er spesielt viktig å sjekke posene for 1) forekomst av sprekker og revner og 2) hvor fort de blir fulle. Det må lages rutiner for kontroll og utsjekking av status, og det bør være satt klare krav til reparasjoner og utskifting i prosessbeskrivelsene. Det bør også stilles krav til regelmessig prøvetaking – minimum ved utløp.



Figur 4: Siltpose som filterløsning etter vannbehandling i container. Fra NCC sitt vannrenseanlegg i E18 Bjørvika, Etappe 1, Havnelager-entreprisen. Foto: Rambøll. Bildet er tatt av Guro Thue Unsgård og gjengitt med tillatelse av Rambøll.

For anleggsområder av begrenset størrelse, kan et alternativ til å bruke siltgardin utenfor utslippsstedet, være å samle vannet fra hele eller større deler av anleggsområdet og lede det inn til et plassbygd renseanlegg og legge inn et ekstra rensetrinn for å holde tilbake de finere partiklene til slutt.

Illustrasjonen på neste side, Figur 5, viser to rekker med plass-støpte kummer i serie og hvor overløpet er forskjøvet i forhold til hverandre fra kum til kum. I figuren er kummene nummerert 1 - 12. En rekke brukes av gangen, og når en kumrekke skal rengjøres og sedimenterte partikler fjernes, kobles den andre rekken inn. I siste kum plasseres det utstyr for å samle opp olje. Denne er felles for begge kumrekken. I aller siste del av renseløsningen, er det satt ned flere paneler med duk tilsvarende en siltgardin i mindre kummer. Her vil også plast- og/eller aluminiumstrips bli samlet opp i tillegg til at de minste partiklene blir holdt tilbake.



Figur 5: Siltgardin-skillevegg i siste del av en serie av kummer. Tegning av AF sitt vannrenseanlegg i E18 Bjørvika, Etappe 1, Sørenga-entreprisen. De siste fire kummene inneholder paneler hvorpå det er spent opp siltgardiner med lysåpning på 45 μ m. Vannet passerer primært gjennom ett av panelene før det går til rennen og til utslipp. Renseanlegget mottok vann fra gravearbeider, tunneldriving, områder for mellomlagring av masser med forurensninger og funn av kulturminner, og hele anleggsområdet for øvrig. Skissen er gjengitt med tillatelse av AF (samtale med Kjetil Skogheim, 14.02.2013).

Også for slike løsninger må man ha rutiner for kontroller, utsjekking av status, samt stille klare krav til vedlikehold, reparasjoner og krav til overvåking med regelmessig prøvetaking. Uansett, ved utpumping av drivevann, må fokuset være på utpumpingshastigheten: Heller flere mindre pulser enn færre og kraftigere. Det er viktig at vannet sikres tilstrekkelig oppholdstid for at partikler skal synke ned og sedimentere. Vannhåndtering er ellers ikke beskrevet nærmere i denne erfaringsrapporten.

3 Valg og tilpassing av siltgardin

3.1 Reguleringsplansfasen

Om og hvor det er nødvendig å bruke siltgardin, bør avklares tidlig, allerede i arbeidet med reguleringsplanen. Man bør stille seg spørsmål om

- *hvor langs en parsell det skal utføres ulike anleggsarbeider som kan bidra til partikkelspredning, jf. arbeider nevnt i [Kapittel 2.2](#)*
- *hvilken opprinnelse de ulike massene har (berggrunn, arealbruk mv.)*
- *er det fare for utlekking av forurensende stoffer – og i tilfelle hvilke*
- *hvor det skal etableres massedeponier og hvilke masser det er aktuelt å legge inn på de ulike stedene*
- *hvor det er hensiktsmessig å ha mellomlagringsplasser for ulike masser og hvilke masser som skal lagres på hvert sted, for å sikre videre bruk i anlegget eller for lagring før videre levering til deponi - for eksempel mens man venter på resultater av prøvetaking*
- *det er forhold på noen av stedene nevnt i punktene over eller i nærområdene til disse, hvor det er behov for å utøve spesielle hensyn – til planter og dyr, næringsvirksomhet mv. – for å beskytte mot negativ påvirkning*

Utredningene som er utført i KU¹-fasen bør kunne gi noe av grunnlaget for punktene over. Men, kompetente fagpersoner (miljøansvarlige) må trekkes inn for å vurdere om og i tilfelle hvilke, videre undersøkelser, utredninger og søk i databaser som bør gjennomføres for å ha tilstrekkelig bakgrunnskunnskap. Dette for å avklare om det i anleggsgjennomføringen vil kunne oppstå behov for å bruke siltgardiner. Disse vurderingene gir også innspill til hva som må være undersøkt i løpet av prosjekteringsfasen jf. opplysningene i [Kapittel 3.2.1](#), for å komme frem til de riktige beskyttelsestiltakene for gjennomføring i anleggsfasen.

Punktene i [Tabell 1](#) på neste side, er anbefalinger til hva som bør ivaretas i reguleringsplanfasen. På denne måten kan man få avklart hvilke steder, typer av arbeider og sammenhenger siltgardiner skal brukes. Punktene er ment å gi grunnlag for videre utredninger og eventuelle undersøkelser i felt for å oppnå gode, stedstilpassede løsninger for å redusere miljøbelastningene av og fra anlegget.

Å gjennomføre denne «øvelsen» allerede i reguleringsplanfasen, vil gi god oversikt over alle forhold som kan påvirke gjennomføringen av anleggsarbeidene senere. Har man denne oversikten, vil det være mulig å oppnå god logistikk og flyt i arbeidet.

Punktene kan også være innspill til oppdragsspesifisering i konsulentkontrakter for tillaging av byggeplanen.

Ved bruk av denne tabellen, kan det være lurt at prosjektet har et system for å kvittere ut at tilstrekkelige utredninger er utført, jf. punktene i tabellen.

Resultatene fra utredningene er viktig som grunnlag for videre prosjektering og utarbeidelsen av byggeplanen. Listen over utredningsrapportene bør derfor sikres ved at den tas inn i prosjektbestillingen for neste fase.

¹ KU: Konsekvensutredning

Tabell 1: Sjekkliste for om og hvor det er behov for å bruke siltgardin(er) i et anleggsprosjekt

Aktuelle arbeider hvor man berører eller kan få/ har utslipp til vannforekomster ²	Utredninger som bør utføres for hver av aktiviteten nevnt i første kolonne	Tatt inn i YM-planen for prosjekteringen
Graving i og nær vannkanten Mudring i vannforekomsten Utlegging av masser nær eller i vannforekomster – jf. vegutvidelser inklusive trafiksikkerhetstiltak, fyllinger for veg- og jernbanefundamenter, rassikring mv. Masseutskifting i myr og som drenerer til vassdrag Tunneldriving Brufundamentering Etablering av deponier Areal for bruk til mellomlagring av masser Etablering av støyvoller Områder for rigg- og drift – inklusive utslipp av drive-, bygge- og anleggsvann	Massenes opprinnelse – berggrunn, jordtyper, arealbruk mv. Potensial for utlekking av forurensende stoffer – supplerende undersøkelser og tester Plassering av massedeponier med info om hvilke masser som skal legges de ulike stedene – herunder hvordan deponiet skal bygges opp Plassering av mellomlagringsplasser for ulike masser og hvilke masser skal lagres her, og om det er behov for spesiell utforming av disse områdene Næringsvirksomhet Drikkevannsforsyning Spesiell natur og biologi Prioriterte arter og naturtyper Verneområder	<p style="text-align: center;">Ja/Nei</p>
Forhold som kan inntreffe og påvirke fremdriften av anlegget		<p style="text-align: center;">Ja/Nei</p>

Hensikten med utredningene som er satt opp, er å få sikret at man har nok bakgrunnskunnskap for å avgjøre om og hvor det er behov for siltgardin(er) i en senere anleggsgjennomføring. Ved bruk av sjekklisten, kan det være nyttig å sette inn referansene til rapportene som underbygger konklusjonene.

² I hvert prosjekt bør man tenke gjennom om listen er utfyllende nok, eller om det er andre arbeider som også bør tas med.

3.2 Prosjekteringsfasen

3.2.1 Nyttig forhåndskunnskap ved bruk av siltgardiner ulike steder

For at bruken av siltgardiner blir et realistisk krav i en anleggskontrakt og ikke bare et tiltak som gir ekstra kostnader, men likevel ikke fungerer, er det lurt å innhente en rekke opplysninger tidlig i prosjekteringsfasen. Bli temaene under vurdert og nødvendige utredninger for å fremskaffe riktig informasjon gjennomført, vil bruken av siltgardin som beskyttelsestiltak kunne bli helt optimal. **Tabell 2** gir en summarisk oversikt over temaene presentert under.

Topografiske forhold i vannet og på land

- vanddyp i og utenfor anleggsområdet
- bunnens form og aktuelle steder for forankring av siltgardinen i vann på bunnen og på land
- mulighet for ulike plasseringer av siltgardinen slik at denne ikke blir stående for langt ute, men så nær anlegget at man har kontroll på partiklene

Massetyper på land og i vann - deres sammensetning og eventuelle innhold av potensielle forurensninger i og utenfor anleggsområdet

- massene som skal graves, drives og brukes og deres opprinnelse. Bør deles inn i hensiktsmessige «klasser» med hensyn til stoffer som kan være forurensende, forurensningsgrad, partikkelstørrelse og partikkeltyper som vil oppstå under anlegget
- massene og bunnforholdene utenfor anleggsområdet, som kan bli påvirket med partikler fra anlegget. Forhåndskunnskapen vil gi grunnlag for å vurdere skadepotensialet og om det er behov for opprydding, om de blir tilslammet.
- massetyper som føres med bekker og elver under vår- og høstflommer og hvor disse massene sedimenterer, gir kunnskap om massetransporter som kan inntre i anleggsfasen
- masser som følger med ut fra masseutskifting i myr, om slikt arbeid skal utføres
- utfylte masser som skal fjernes og masser som skal brukes til utfylling med potensielle utlekkinger herfra, eller som følge av at vann føres ut via fyllmassene, eller vann og partikler som presses ut ved at utfylte masser brukes som anleggsveg. Vurderingene bør baseres på massenes opprinnelse og sammensetning.

Hydrodynamiske forhold

- tidspunkt for lokale tidevannsendringer (flo/fjære) og endringer i vannstand og strømninger som følge av dette (se <http://sehavniva.no>), samt andre forhold som kan inntreffe ut fra ulike vind- og værforhold ellers, som for eksempel hvilke vindretninger som dominerer og lokale erfaringer med uforutsette hendelser
- tidspunktene for når fullsirkulasjon i innsjøer inntreffer – vanligvis om våren og høsten
- lokale strømmer i ulike dyp gjennom vannsøylen - og deres retninger, på ulike steder som berøres av eller som kan bli påvirket av, anleggsarbeidene. Disse forholdene bør avklares både for vanlige/normale forhold og spesielle vær- og vindforhold. Det dannes også ofte spesielle strømmer ved tidevannsendringene og ved fullsirkulering i innsjøer.
- dannelsen eller potensialet for dannelsen, av interne bølgebevegelser i innsjøer og høyden på disse, for eksempel like før og like etter fullsirkulasjonen. Disse bølgene kan også påvirke strømningsmønsteret i dypvannet.

- dypet hvor lagdelingen av vannsøylen (stratifiseringen) inntreffer. Denne lagdelingen skiller den produktive delen av vannsøylen (=øverste del) fra øvrige vannmasser i sommerhalvåret, som følge av vannoppvarmingen.
- vannføringsdata – i både ikke-regulerte og regulerte vassdrag; <http://www.nve.no/no/Vann-og-vassdrag/Data-databaser/>
- avklare tidspunkt for økte og reduserte påslipp av vann i regulerte vassdrag
- tidspunkt for og massetransport med vår- og høstflommer

Vind og annen fysisk påvirkning

- dominerende vindretninger og deres varighet³

Tilpassing av gardinene

- høyder og lengder på siltgardinene må tilpasses vann-nivåer som kan inntreffe, strømmer og strømningsmønstre, fremherskende vinder og eller flomsituasjoner, muligheter til å bli skiftet ut, både ut fra belastningen arbeidene medfører, hvor fort de blir begrodd mv.
- plassering i forhold til arbeidet og slik at vannstrømmen fører partiklene til ønsket sted for oppsamling i eller ved gardinen, eller annet område for sedimentering
- velge porestørrelse («maskevidde») i gardinduken basert på hvilke typer masser som skal hindres i å bli spredd. Dette ut fra aktuelle masse- og partikkeltyper og innhold av forurensninger – eller ikke.
- avklare steder for å feste gardinene og hva som skal til for å holde gardinen oppe / hva flytelegemene skal tåle av påkjenninger
- avklare hvor tunge bunnfester som må til og hva som bør brukes, herunder om det er behov for å sette ut moringer
- legge egnet siltgardin eller annen geoduk, utenpå utfylte masser for å hindre partikkelflukt fra massene selv, eller når vann føres via massene før utslipp

Hensyn til næringsvirksomhet, drikkevannsinntak, natur og biologi

- tidspunkter for når oppdrettsfisk og skalldyrproduksjon er mest sårbar, samt når merder og skalldyrrigger ikke står ute
- drikkevannsinntak og krav til råvannskvalitet
- fiskevandningsperioder, slik at man ikke setter opp gardiner på tvers av en bekk/ elv i disse periodene
- spesielle bunnforhold som skal opprettholdes eller beskyttes
- gyteplasser og oppvekst- og leveområder for fisk, skalldyr og muslinger, og som skal beskyttes mot nedslamming

Annen påvirkning

- avklaring av andre arbeider i området som kan påvirke ulike målinger og overvåking

³ Vindretninger og vannføringer er viktige å ha kunnskap om. Det anbefales å ikke mudre når det er fralandsvind eller flom i vassdrag, om det er mulig. I slike situasjoner kan finpartikulært materiale spres over store avstander om det spredningshindrende tiltaket ikke fungerer som det skal.

Tabell 2: Sjekkliste for viktig informasjon i et hvert prosjekt vedrørende bruk av siltgardiner

	Innsjøer, avgrensede områder		Bekk/Elv		Marine, avgrensede områder	
	Uten særlig strøm	Med strøm	Liten vannføring og små endringer	Stor vannføring og store endringer ⁴	Uten særlig strøm	Med strøm
Vanndyp	X	X	X	X	X	X
Topografi	X	X	X	X	X	X
Bunnforhold	X	X	X	X	X	X
Strømmer i ulike dyp og avstander fra land – inklusive retninger	X	X			X	X
Dominerende vinder og -retninger	X	X	X	X	X	X
Tidspunkt for spesielle, kjente værforhold	X	X	X	X	X	X
Tidspunkt for fullsirkulasjon	X	X				
Tidevannspåvirkning – inklusive stormflo			X – særlig i overgang ferskvann og saltvann	X – særlig i overgang ferskvann og saltvann	X	X
Vannførings-variasjoner inklusive flom	X – påvirkning mht. hvor langt ut partikler kan føres, ved arbeider nedstrøms bekk/elv.	X – påvirkning mht. hvor langt ut partikler kan føres, ved arbeider nedstrøms bekk/elv.	X	X	X – påvirkning mht. hvor langt ut partikler kan føres, ved arbeider nedstrøms bekk/elv.	X – påvirkning mht. hvor langt ut partikler kan føres, ved arbeider nedstrøms bekk/elv.
Næringsvirksomhet	X	X	X	X	X	X
Drikkevannsinntak	X	X	X	X		
Gyteplasser	X	X	X	X	X	X
Viktige leveområder	X	X	X	X	X	X
Fiskevandingsperioder	X	X	X	X	X	X

⁴ Med endringer her, menes forholdet mellom vannstrømmer ved at en bekk/elv renner ut i et vann, en bukt eller lignende, og det underliggende vannet fra vannet eller bukten bekken/elven renner ut i, blir trukket inn som en kile under vannet som strømmer ut. En slik kile vil kunne bidra til at partikler med og uten forurensninger føres fra anleggsområdet og inn og opp i et vassdrag. Ved store vannmengder ut, kan denne kilen bli veldig lang, og forurensningsbelastningen betydelig. Flomsituasjoner inngår her.

3.2.2 Prosjektering og tillaging av byggeplan – Hva som bør være på plass av kunnskap

Om og hvor, samt for hvilke typer av arbeid og aktiviteter, det kan bli nødvendig å bruke siltgardin, er viktig å avklare tidlig – helst allerede i reguleringsplanfasen/tidlig i prosjekteringsfasen (se Tabell 1). Utredninger som er utført i forkant av eller i forbindelse med utarbeidelsen av reguleringsplanen og bestemmelsene her, vil være viktige bidrag i dette. Etablering av spredningshindrende tiltak kan også ha betydning for rekkefølgebestemmelsene som settes i reguleringsplanen, og være viktige innspill for utarbeidelsen av Ytre miljø-planen, og være grunnlag for risikovurderingene som skal gjennomføres i forkant av prosedyrebeskrivelsene, samt som informasjon til Fylkesmannen og kommunen når man søker om de nødvendige tillatelsene for anleggsarbeidene.

Fokus i prosjekteringsfasen er å få konkretisert *hvor* siltgardiner skal brukes og også vurderes brukt (f. eks. som beredskap, tilleggstiltak o.a.) og *hvordan* siltgardinene skal plasseres, kontrolleres og følges opp – herunder krav til hva de skal tåle og kriterier for når de skal skiftes ut.

Om man ikke ønsker å stille konkrete krav om bruk av siltgardin, eller krav om bruk kun for noen arbeider, bør det stilles klare funksjonskrav til grave-, mudre- og/eller utfyllingsarbeidene, dvs. at disse arbeidene ikke skal medføre utslipp eller uønsket spredning av partikler.

Det bør i alle tilfeller stilles krav til entreprenøren om å ha prosedyrer for kontroll, oppfølging og dokumentasjon overfor byggherren. Slike krav bør også stilles til vann fra tunneldriving, vann som er i kontakt med fersk sprøytebetong, samt håndtering av alle typer anleggsvann ellers.

Det må uansett tas hensyn til *hvor* man er og de *ulike hensyn som skal tas* til både næringsliv, helse, naturverdier og biologi *gjennom ulike tider på året*.

3.2.3 Bakgrunnsstoff for å sikre gode beskrivelser i prosesskodene i anleggskontrakten

Dette kapittelet omhandler forutsetningene for å plassere ut og bruke siltgardiner så optimalt som mulig, slik at formålet med bruken oppfylles best mulig. Når siltgardiner er plassert ut riktig og blir fulgt opp og sjekket at de står som de skal, fungerer siltgardinene oftest godt. Kritiske forhold for å oppnå ønsket funksjon er

Kunnskapen om lokale forhold må være tilstrekkelig utredet jf. punktene listet i [Kapittel 3.2.1](#).

Størrelsen på porene i siltgardinen («maskevidden») må være avklart for hvert sted en siltgardin skal brukes. Til grunn for valget bør kunnskapen om massene og eventuelle forurensninger heri, og som man skal holde tilbake eller som skal styres mot et bestemt sted, legges til grunn.

Porestørrelser på 0,1 og 0,2 mm vil kunne holde tilbake finere sandpartikler, mens 0,045 mm må ofte til for å holde tilbake silt- og leirpartikler (herunder forurensede sedimenter). Tette gardiner kan brukes til å styre vannmasser og partikkelstrømmer, samt tilrettelegge for fiskevandring.

At siltgardinen til enhver tid holdes oppe. Flytelegemet / linen i toppen av gardinen må ha tilstrekkelig evne til å holde gardinen oppe ved ulike værforhold, bølger og tidevann, nedbør, isgang båttrafikk og annen anleggstrafikk. Plassering av festepunktene og hvordan gardinene plasseres og forankres/ holdes på plass i forhold til bunntopografien eller utenpå utlagte masser er sentralt her.

Høyden på gardinen bør være stor nok til å ivareta vannstandsendringer som følge av tidevann, vind og vannføring. I utgangspunktet skal en siltgardin alltid gå ned til bunnen og underkanten bli liggende her. Dette for å hindre partikkelflukt under gardinen. Ved bruk av siltgardin i dypere områder i innsjøer og marine områder, må gardinen strekke seg godt under sprangsjiktet om den ikke kan forankres til bunnen. Som et utgangspunkt kan sprangsjiktet settes til 12-15 meters dyp i ferskvann, og 15-20 meter i marine områder.

Festene for gardinen bør være av en slik art at de 1) sikrer at gardinene slutter tett inntil land og 2) at gardinen kan trekkes tilbake på plass når det av ulike grunner oppstår gliper. Når flere gardinlengder brukes sammen, bør disse sys eller festes sammen i hele høyden. Der en gardin står rundt et avgrenset område, er det viktig å sikre at overlappen blir god nok (se under).

Det er lurt å ha gjort seg opp noen meninger om mulig egnete steder for å sette opp staur eller andre forankringsløsninger, ut fra hvor gardinen er tenkt plassert for å sikre formålet med bruken av denne. Dette også for å innhente aksept hos grunneier i forkant av anleggsstart. Entreprenøren kan tildeles ansvaret for dette.

Det kan være en utfordring å tette gardinen mot land i festepunktene som følge av lokale forhold. I tillegg til målinger av strøm lokalt der siltgarden skal settes ut, er det viktig å ha oversikt over hva slags tilleggsbelastninger og hendelser som kan påvirke gardinen.

Det kan bli nødvendig å sette ut gardiner slik at det blir en **overlapp** mellom gardinlengdene. Dette kan være nødvendig der man må tilrettelegge for båttrafikk eller anleggstrafikk inn og ut av et anleggsområde. Overlapp kan øke mulighetene for partikkelspredning, og bør plasseres der risikoen for skadevirkningene er funnet å være minst sannsynlige. Gardinen bør ellers være sammenhengende uten glipper, men i lengder som kan byttes ut når det oppstår behov for det. Overlapp for å gi mulighet for passeringer, kan suppleres ved bruk av [boblegardiner](#). Siltgardiner kan også settes etter hverandre eller i mønstre for å bidra til at partiklene sedimenterer og holder seg innenfor anleggsområdet. Det er mulig å oppnå holde tilbake minst 95 % av partiklene.

Forankring ved bunnen er nødvendig for at siltgarden ikke skal bli trukket opp, men at den står slik at den når helt ned til bunnen – hele tiden. Den må også følge bunnens form.

Gardinen kan bli trukket opp fra bunnen av flere årsaker, blant annet 1) fordi store partikkelmengder er blitt avsatt på duken og ikke sedimentert, 2) fordi gardinen er blitt begrodd (= påvekst av dyr og planter) og 3) fordi det er for liten tyngde på forankringen. Når partikler og begroingsorganismer tetter gardinens åpninger, vil drakreftene på forankringene øke.

Trekkes gardinen opp vil det skje en partikkelflukt under gardinen. Hvor langt, hvor til og hvilke mengder som blir spredd vil avhenge av de lokale strømforholdene, vind, tilførsler fra nærliggende vassdrag og bunntopografien.

Vil man forankre siltgardiner med moringer, må det søkes om tillatelse til å settes ut slike. Moringer kan ikke etterlates på bunnen, og de må derfor fjernes etter bruk.

Forankring av siltgarden mot bunnen eller utlagte masser kan være en mulighet. Man kan da hindre spredning av finere partikler fra de utlagte massene i seg selv eller som følge for eksempel av kjøring med anleggsmaskiner oppå disse.

Det bør vurderes om gardinen kan eller bør belastes for at den skal ligge stille. Om det ikke er stor fare for at nye masser som fylles ut vil falle ned mot gardinen og bidra til å trekke denne ned, kan man vurdere om fyllingen kan brukes til å forankre siltgardinen mot bunnen slik at den står godt her og videre opp i vannmassene. Gardinen må i slike tilfeller kontrolleres nøye for skader og rifter – blant annet fordi massene i fyllingen i seg selv kan skade gardinen, eller det tilføres nye masser som gir skader.

Hvor langt ned på fyllmassene gardinen bør legges og hvordan man sikrer at denne blir liggende, bør vurderes ved hjelp av dykkerinspeksjon og/eller profilerende prøvetaking i vannsøylen. Dette bør avklares gjennom en risikovurdering.

Om gardinen kan etterlates som en del av konstruksjonen under vann, må avklares med og godkjennes av, miljømyndighetene.

Hvilke forutsetninger som må være på plass for og hva som skal følges opp underveis av **vedlikehold, kontroll, overvåking, avslutting og opprydding**, samt hvem som skal ha ansvar for dette i anleggsgjennomføringen, bør tenkes nøye gjennom. Det er viktig med gode beskrivelser av hvilken funksjon siltgardinen skal ha og hva den skal tåle av påkjenninger. Dette bør knyttes til sted og formålet med bruken. Det er noen klare utfordringer ved all bruk av siltgardiner. Her er noen eksempler. Se ellers [Kapittel 4](#).

[Begroing](#) av siltgardinen er ofte en viktig årsak til manglende funksjon. Begroing er en naturlig prosess som skjer ved at små, og etter hvert større, planter og dyr slår seg ned på gardinen. Over tid vil disse organismene tette porene i siltgardinen, og gardinen blir trukket opp eller ned eller ut fra festene til land, avhengig av om det er festene, flytelegene eller forankringen ved festene som er det svakeste punkt.

Partikler som ikke sedimenterer og legger seg nede på bunnen, men setter seg på selve duken, vil gi samme effekt som begroingen. Avhengig av mengdene og typen partikler, blir gardinen raskt veldig tung i tillegg til at den trekkes opp, ned og/eller ut.

Når gardinen tettes av partiklene eller begroing, eller den har for små porestørrelser til at vannmengdene hindres i å passere, vil vannets drag i gardinene øke. Dette vil gi økt press på landfestene, flytelegemet eller linen som holder gardinen oppe, og bunnfestene. Vannets hastighet på innsiden av en siltgardin vil også kunne øke, og det vil kunne skapes strømmer langs gardinen, under eller over avhengig av hvor gardinens svakeste punkt er. Vannet vil også alltid søke minste motstands vei ut. Dette vil påvirke i hvilken retning og hvor langt bort partiklene vil kunne bli ført fra anleggsområdet.

Allerede ved strømhastigheter på 0,4-0,6 m/s, kan en siltgardin bli trukket opp fra bunn, eller ned som følge av drakreftene som oppstår. Ved strømførhold over 1 m/s, vil en siltgardin med dyp 1,5 meter, kunne bli trukket opp slik at det effektive dypet den dekker kun er 0,9 meter.

Når gardinen trekkes opp i vannsøylen kan partikler lett vaskes av. Partiklene blir så ledes satt i sirkulasjon igjen. Er siltgardinen satt ut for å hindre spredning av forurensede partikler, kan en slik resuspensjon bidra til at metallene og de organiske miljøgiftene løses fra partiklene og blir biotilgjengelige.

Gardinen kan også slippe større mengder finpartikulære masser som pulser ved mekanisk påvirkning og/eller flom i nærliggende vassdrag. Disse massene kan således føres med vannstrømmen som oppstår under og på sidene av siltgardinen, til naboområder. Det er viktig å ha forhåndskunnskap om hvor partiklene kan bli spredd som følge av at det spredningshindrende tiltaket ikke fungerer optimalt. Partiklene og eventuelle forurensninger knyttet til disse, kan på denne måten bli spredd til områder vi egentlig skal beskytte.

Både begroing og belastning fra avsatte partikler kan medføre at gardinen lettere revner og at skjøter mellom gardinene ryker, i tillegg til at uønsket partikkelspredning skjer. Det skal relativt liten begroing til før gardinen blir påvirket og kan miste sin funksjon.

Under strømrrike forhold, eller økt bevegelse av siltgardinen som følge av begroing, bør eventuelt flere siltgardiner benyttes, og gjerne etter hverandre.

Gjennom anleggsarbeidets gang og ved avslutning av arbeidene, er det behov for å **skifte ut og fjerne siltgardinen(e)**. I kontrakten bør det derfor stilles krav til entreprenøren om at de skal lage prosedyrer for utskifting og fjerning av gardinene. Det bør stilles funksjonskrav, herunder at arbeidet skal gjennomføres slik at partiklene som har festet seg til gardinen ikke ruser av og spres i vannmassene under fjerning, eller når de skal avvannes før deponering på godkjent mottak. Entreprenøren må så dokumentere hvordan de vil gjennomføre arbeidet for å oppnå funksjonskravet.

I kontrakten bør man også omtale hva som skal gjøres med masser som har lagt seg (sedimentert) ved bunnen langs siltgardinen (eller utenfor denne om gardinen ikke har fungert etter hensikten). Videre vil ofte sjøbunnen bli presset opp som følge av vekten av utfyllingsmasser. I noen tilfeller vil man kunne få en uønsket spredning av disse massene. Det kan også oppstå behov for fjerning av massene. Hvis det er potensial for at dette skjer, bør kontrakten inneha krav om håndteringen.

Krav til løpende **kontroll og oppfølging** bør minimum omfatte når kontroller skal gjennomføres og hvor raskt entreprenøren skal følge opp med reparasjoner ved skader. Kravene må tilpasses det konkrete arbeidet som skal utføres og de lokale forholdene. Kontrakten bør ha krav om at entreprenøren skal lage en egen kontrollplan som skal gjennomgås med byggherren, for å sikre at funksjonskravene som står i kontrakten blir oppfylt.

Tabell 3 inneholder punkter som bør være med i anleggskontrakten. Det er helt sentralt å beskrive ønsket og forventet funksjon av siltgardinen og krav til oppfølging i kontraktens prisbare poster. Slike beskrivelser og krav må lages og tilpasses det enkelte prosjekt, gjerne basert på risikovurdering i forkant.

Entreprenøren bør få ansvar for å sikre at tiltakene fungerer etter hensikten, og at de kan dokumentere dette overfor byggherren. Byggherren må selv sørge for oppfølgingen av dette herunder ved å sørge for at ansvaret for oppfølgingen er klart, og at nødvendige punkter tas inn i YM-planen for anlegget.

Byggeleder kan i anleggsgjennomføringen etter spørre entreprenørens kontrollrutiner og oppfølgingsprosedyrer samt dokumentasjon på oppfyllelsen av kravene. Kontrollingeniøren kan

bruke beskrivelsene i kontrakten som sjekkpunkter i sin kontroll av tiltaket, sammen med en visuell vurdering av om tiltaket synes å virke eller ikke, eller om det er behov for utbedringer av plassering, fester, utskiftinger som følge av mye partikler eller begroing og annet.

Indikasjoner på at tiltaket ikke virker, er synlig partikkelutslipp eller overskridelser av satte grenseverdier for turbiditet.

Tabell 3: Sjekkliste for beskrivelser i anleggskontrakten - i prosesskodene

Når, hvor og hvordan	Spesielle beskrivelser bør minimum omfatte	Prosesskode (skrives inn når kontrakten er laget)
Alle aktuelle arbeider og steder hvor siltgardin skal være i bruk:	<p>Angi stedene og hva som skal beskyttes, herunder at gardiner skal være tilpasset lokale forhold og påvirkninger.</p> <p>Stille entreprenøren ansvarlig for å fremskaffe grunnlaget for deres bestillinger og gjennomføring av tilpasninger og best mulig håndverksmessig utsetting.</p> <p>Spesifiseringer av minimumshøyder der gardinen ikke vil kunne forankres ved bunnen.</p>	
For hvert sted:	<p>Spesifiseringer av hvilke partikler og masser som skal holdes tilbake – for eksempel som prosentandel: mer enn 95 % av de fine partiklene.</p> <p>Tidspunkt når siltgardinene skal være på plass og når de skal stå ute. Informasjon om hva den skal beskytte.</p> <p>Tidspunkt for eventuelle fiskevandingsperioder hvor gardinen må fjernes om den kan bli et hinder for dette.</p> <p>Oppgi det vi vet om ulike belastninger av strømmer, utskiftinger, vind, is og nedbør mv. (referanser til utredninger ol.). Kreve at entreprenøren sjekker tilstrekkeligheten, og supplerer ved behov.</p> <p>Grenseverdier som skal overholdes, og ta høyde for krav fra miljømyndigheter og endringer de kan gjøre underveis.</p> <p>Krav om at entreprenøren utarbeider prosedyrer for å følge opp punktene i forkant av arbeidenes oppstart.</p>	
Kontroll av at siltgarden står som den skal og på riktig sted:	<p>Det bør være krav om oppfølgingen og hva denne minimum skal bestå av – herunder å sjekke fester og festepunkter, overlapp, forankring ved bunn mv. Det bør også være et krav at entreprenøren gir ansvaret for oppfølgingen til bestemte personer.</p> <p>Om det er behov for å innhente ulike tillatelser, bør det klart</p>	

Når, hvor og hvordan	Spesielle beskrivelser bør minimum omfatte	Prosesskode (skrives inn når kontrakten er laget)
	<p>fremkomme hvem som skal sende søknad om tiltaket (for eksempel utsetting av moringer) og hvordan betalingen for slikt arbeid skal skje.</p> <p>Krav til å rette opp plassering om påvirkning eller hendelser medfører at gardinen flytter seg eller at den ikke sikrer partikkeloppsamlingen eller –styringen i henhold til intensjonen.</p>	
Forventet oppfølging:	Herunder bør det også skrives noe om oppsamling av søppel, grums og annet som har samlet seg i overflaten.	
Overvåking av funksjon:	<p>Minimumskrav til visuell kontroll bør beskrives – herunder med tidspunkt og hyppighet bør beskrives. Det bør tas høyde for endringer i omfanget av denne kontrollen avhengig av hvordan anleggets fremdrift er og hvordan de spredningshindrende tiltakene fungerer.</p> <p>Den visuelle kontrollen bør minimum være å sjekke at gardinen står som den skal, om det finnes rifter eller andre skader som krever reparasjon eller utskifting, og å angi omfanget av begroing og partikkelavsetning – herunder hvordan dette påvirker gardinen. Hva som forventes dokumentert med bilder bør tas med.</p> <p>Beskrivelser av forhold som utløser utskifting av siltgardinene.</p> <p>Entreprenøren bør pålegges å kontrollere når forholdene eller ulike påvirkninger gardinen utsettes for, endrer seg, og følge opp med tiltak for å sikre forventet funksjon.</p> <p>Entreprenøren bør få krav om å si hvordan de vil utøve kontrollen – herunder om de ønsker å bruke dykkere. De bør bli bedt om å ta høyde for dette i prisingen.</p>	
Prosedyrer:	Det bør være krav om at entreprenøren skal ha prosedyrer for loggføring av funn, rapportering av funn, gjennomføring av utbedringer og utskiftinger – herunder tidsfrister for når dette skal være fulgt opp og hvordan byggherren skal informeres.	
Overvåking av partikkel-spredning:	<p>Krav til entreprenøren om å måle turbiditet og supplere med annen vannprøvetaking ved behov. Dette bør inngå som en del av entreprenørens egenkontroll av anleggsgjennomføringen.</p> <p>Turbiditetsmålerne bør være automatiserte og settes opp med et varslingsystem som varsler utvalgte personer på sms og mail når satte grenseverdier overskrides og arbeidene skal stanses.</p>	

Når, hvor og hvordan	Spesielle beskrivelser bør minimum omfatte	Prosesskode (skrives inn når kontrakten er laget)
	<p>Grenseverdier for når arbeidet må stanses må altså settes, og være avklart med miljømyndighetene⁵. Det bør være krav om at årsakene til overskridelser identifiseres for å kunne rettes opp, samt stilles krav til når forholdene skal være rettet.</p> <p>Det må også avtales ved hvilken turbiditetsverdi (hvor mange NTU) arbeidene igjen kan startes opp.</p>	
	<p>Krav til entreprenør om at de selv sørger for vannprøvetaking og analyser av aktuelle partikler og stoffer for arbeidene i hvert område. Prøvetaking bør utføres i forkant av arbeidene for å ha kunnskap om før-tilstanden, under anleggsperioden og når anleggsarbeidene er ferdige.</p> <p>Entreprenøren får ansvar for å knytte til seg konsulent og sikre at prøvesvar foreligger i tide i forhold til anleggets fremdrift. Det må klart fremgå at konsulenten som benyttes skal ha reell fagkompetanse, og at analysene utføres av akkrediterte laboratorier.</p> <p>Krav om etterundersøkelser bør kontraktsfestes om entreprenøren skal gjennomføre sluttkontroll. Hva som skal inngå, bør oppgis.</p>	
	<p>Overvåking ved hjelp av automatiserte turbiditetsmåler, med føringer for plasseringer, hvor ofte det skal måles (f. eks. før oppstart, halvgått dag, etter endt dag), grenseverdier som medfører stans når disse overskrides over en viss tid, herunder hva som skal sjekkes ut og når arbeidene kan startes opp igjen, samt krav til varslingsrutiner, avviksbehandling og fremleggelse av logg, herunder når dette skal gjøres.</p>	
	<p>Premisser som er satt av forurensningsmyndighetene bør gjenspeiles i kontrakten. Det bør være med krav om at entreprenøren har plikt til å følge disse - også om myndighetene ber om innskjerpinger.</p>	
Beredskaps-tiltak:	<p>Kreve at entreprenøren vurderer mulige tilleggs-situasjoner og øvrige arbeider hvor det kan oppstå behov for bruk av siltgardin eller andre tiltak for å hindre uønsket forurensninger/partikkelpåvirkning.</p> <p>Ulike beskyttelsestiltak som oljelenser (helst med skjørt) og annet, samt krav til utskifting.</p>	

⁵ Ofte settes grenseverdien for stans i arbeidet til å være maks 5 ganger bakgrunnsnivået og at denne verdien opprettholdes i mer enn 20 minutter.

Når, hvor og hvordan	Spesielle beskrivelser bør minimum omfatte	Prosesskode (skrives inn når kontrakten er laget)
Opplæring:	<p>Det bør være med krav om opplæring – herunder om hvorfor siltgardiner brukes og hvordan de må følges opp for å sikre at de virker etter intensjonen (inklusive viktigheten av riktig rekkefølge av operasjonene) – også av underleverandør og deres utførende.</p> <p>Det bør avtales hvem som skal stå for opplæringen og når denne skal være gjennomført, samt eventuelle behov for gjentakelser.</p>	
Fjerning for utskifting og deponering:	<p>Sette krav til entreprenøren om at de i forkant av fjerning av en siltgardin, skal informere byggherren om hvordan dette skal utføres. Det bør stilles krav om at entreprenøren sikrer at partiklene følger med duken ved deponering, og at opplæring skal være gitt utførende i forkant.</p> <p>Det bør derfor settes krav om at entreprenøren lager en prosedyre for dette - for både selve opptaket, den videre håndtering og deponering og hvordan dette skal følge sopp med kontroller.</p> <p>Minimum bør det være avtalt at siltgardiner skal skiftes ut og når dette er aktuelt, samt at den skal fjernes når man er ferdig med arbeidet. Det kan være lurt å stille krav om utsetting av ny gardin før den gamle fjernes.</p> <p>Tidspunkt for avsluttende arbeider og fjerning av siltgardiner, bør avklares. Sentralt i begge sammenhenger er å unngå at partiklene som har festet seg faller av og bidrar til å forurense, når gardinen heises opp.</p> <p>Det bør også kreves at entreprenøren skal levere brukte siltgardiner til godkjent mottak etter fjerning, samt levere kvitteringer fra mottaket til byggherren.</p>	
Fjerning av sedimenterte partikler og opptrengte masser:	<p>Krav må stilles til at sedimentert materiale som har lagt seg langs gardinens bunnkant, fjernes og at dette utføres skånsomt.</p> <p>Det bør vurderes om det bør tas med et krav om at masser som har blitt spred og ført til tilslamming av et område, skal fjernes som en del av et oppryddingstiltak.</p> <p>Hva som skal skje med masser som har blitt trengt opp som følge av utfyllingsarbeider bør også beskrives. Miljø- eller havnemyndighetene kan stille krav om dette avhengig av om og i tilfelle hvilke problemer massene kan skape.</p>	
Fjerning av feste-anordninger:	<p>Det kan være nyttig å ta med krav om fjerning av alle festeanordninger for siltgardinene etter avsluttet arbeid. Det bør settes en frist for endelig gjennomføring.</p>	

Når, hvor og hvordan	Spesielle beskrivelser bør minimum omfatte	Prosesskode (skrives inn når kontrakten er laget)
Partikler fra avrenning fra anleggsområdet og ulike arbeider her:	<p>Beskrive krav til rensing av vann før utslipp og sette grenseverdier for dette.</p> <p>Kreve at det skal foreligge prosedyrer for oppfølging før anleggsstart, at det føres logg og byggherren får tilgang til denne.</p> <p>Avtale varslingsrutiner ved overskridelser og hvordan utbedringen skal skje med klare ansvarsbeskrivelser.</p>	

4 Anleggsoppfølging

4.1 Oppfølging og kontroll

Byggherre må påse at siltgarden(e) etableres i henhold til beskrivelsene i kontrakten. Aktuelle punkter for videreføring i en kontrollplan, finnes i **Tabell 3**.

Kontroll av det fysiske tiltaket er viktig. Som et minimum bør man sjekke at siltgardinene står slik kontrakten sier *før* anleggsstart hver dag. Ingen arbeider bør tillates startet opp før man har sjekket at alt er i orden. I tillegg bør det være en løpende kontroll gjennom arbeidsdagen.

Visuell vurdering av funksjon er nødvendig å utføre løpende. Dersom det oppdages partikkelskyer utenfor siltgarden under gjennomføring av anleggsarbeidet, er det viktig at årsaken til dette undersøkes så raskt som mulig slik at partikkelspredningen kan stanses. Undersøkelsen må gjennomføres ved hjelp av fysisk tilstedeværelse og utstyr som gir et godt bilde av gardinene med dens fester og forankringer - eventuelt ved å bruke dykkere som har fått opplæring i hva han/hun skal se etter, og hva som skal gjennomføres av tiltak ved ulike funn.

Det er viktig å sjekke i hvilken grad gardinene er begrodd og hvor mye partikler som er avsatt, siden dette gjør at gardiner trekkes opp fra bunnen eller ned under overflaten.

Men, det er ikke all partikkelspredning som synes, siden partikler også kan spres langs bunnen - under gardinens feste mot bunn, om denne trekkes opp av ulike årsaker.

Automatisk overvåking av funksjon ved hjelp av [turbiditetsmålinger](#) gir mest informasjon om partiklene blir holdt tilbake eller ikke – dvs. i alle potensielle spredningsretninger. Turbiditetsmålere settes ut på steder som er tilpasset for å kunne følge opp at hensikten med garden(e) oppfylles (hva siltgarden skal beskytte mot). Målingene må relateres til et referansepunkt og det må settes grenseverdier for hva som er akseptabel partikkelspredning og ikke. Referansestasjoner skal ha rimelig like forhold som anleggsområdet, men området referansemålingene gjennomføres i, må ikke påvirkes av anlegget.

Innhenting av supplerende informasjon gir viktig grunnlag for å rapportere om og hvordan tiltaket har virket. Når partikler spres, kan det være viktig å kunne fortelle hvor store mengder som blir

spredd og hvor disse massene ender opp. Slik informasjon kan fås ved at det settes ut [sedimentfeller](#) i spredningsretningen i ulike avstander fra anleggsområdet. Inneholder partiklene ulike forurensninger som for eksempel høye verdier av tungmetaller og organiske miljøgifter, bør man i tillegg ta vannprøver eller bruke [passive prøvetakere](#), som analyseres av et akkreditert laboratorium.

For å sikre sted og dyp for, og oppfølging av prøvetaking bør det leies inn en konsulent som har kompetanse i dette (=faglig kvalifisert konsulent). I utsettingen av oppdraget må vi kreve at antallet prøver og hyppigheten av prøvetakingen skal oppfylle formålet med prøvetakingen.

Ved å bruke slike metoder vil vi kunne dokumentere hvor stor miljøpåvirkningen er eller har vært, og herved kunne dokumentere omfanget av den uønskede hendelsen.



Figur 6: Vannprøvetaking. Foto: Norges geotekniske institutt. Bilde tatt av Arne Pettersen.

4.2 Mulig utforming av intern prosedyre for kontroll av siltgardiner

Formål: Kontroll av at siltgardinen fungerer etter intensjonen og beskrivelsene i kontrakten.

Krav i tillatelse: Punktene **nn, mm, oo osv.**

Krav i kontrakten: Prosesskodene **pp, qq, rr osv.**

Ansvarlig for kontroll: **KAM** = Kontrollansvarlig miljø hos byggherren, **ENT** = Entreprenørens miljøansvarlige

Hensikt

Siltgardinen skal sikre mot uønsket nedslamming av områdene i vannforekomsten **<angitt i/ på kart/ avmerket>**. Partikler og forurensninger skal holdes tilbake for å kunne samles opp og håndteres i henhold til tillatelsen fra **<NN>**, og/eller anleggskontrakten av **dd.mm.åååå** med eventuelle **tillegg/ avtalte endringer <referansen til dette>**.

Kontroll

ENT: Gardinene skal kontrolleres daglig i forkant av at anleggsarbeidet startes for dagen.

Festepunkter, overlapp, begroing, skader og annet i henhold til sjekklister.

ENT: Gardinene skal følges opp minst én gang i løpet av dagen. Kontrollen tilpasses aktuelle arbeider.

ENT rapporterer til KAM daglig.

Målinger

ENT: Det skal tas vannprøver og/eller utføres turbiditetsmålinger på innsiden og utsiden av siltgardinene. Prøvetakingspunktene på yttersiden, skal legges på en eller flere linjer (transekter) ut fra lokale strømnings- og spredningsforhold.

Oppfølging

ENT: Rifter eller andre skader repareres.

ENT: Utbedringer for å sikre at siltgardinen dekker hele vannsøylen.

ENT: Utskifting av siltgardinlengder når kontraktkravene ikke er oppfylt.

Oppfølgingen skal utføres i løpet av samme dag de aktuelle forhold oppdages, senest før oppstart av anleggsarbeidene etterfølgende dag.

KAM: Kontrollere at ENT har gjennomført de innrapporterte forhold, samt følger opp med målinger, innen gitt frist.

KAM: Kontrollerer ENT gjennom uanmeldte befaringer.

KAM: Varsler myndighet om hendelser som er i strid med føringer gitt i tillatelsen.

ENT: Fører den uønskede hendelsen (RUH⁶en) i Synergi (database for skader, nestenulykker og avvik).

⁶ RUH = Risiko for uønsket hendelse

5 Ord og begrep

5.1.1 Silt

Silt er en finkornet jordart med en kornstørrelse som er mellom 0,002 og 0,06 mm (= henholdsvis 2 og 60 μm). Siltfraksjonen er den nest fineste fraksjonen som vi får ved sikting av sedimenter.

Fraksjonen som har kornstørrelse under 0,002 mm kalles leire. Silt kan enkelt skilles fra leire ved å tygge prøven – hvis det ikke kan høres en knaselyd, er det leire.

Silt er dannet ved avleiring i stille vann eller ved isens bevegelse slik som leire, og vil derfor ofte forekomme sammen med leire enten i spesielle sjikt eller blandet med leira (Wikipedia).

5.1.2 Siltgardin

En siltgardin eller et siltskjørt (NS 3420) er en vevd duk med mikroskopiske åpninger – porer – hvor hensikten er at vannet kan passere men ikke partikler. Gardinen plasseres vertikalt i vannsøylen, og holdes opp ved hjelp av liner eller flytelegemer. Den forankres mot bunn ved hjelp av ulike typer av vekter – for eksempel kjetting.

Det finnes ulike typer av vevde duker. Materialet som brukes er oftest syntetisk. Når man bestiller siltgardiner, bør det derfor gjøres ut fra *hvor* de skal brukes, *hva* de skal ha av *formål* og partikkeltypene som skal håndteres, *hva* den skal *tåle* der de settes ut, samt *hva* man legger opp til av *oppfølging* i kontrakten. Disse ulike faktorene bør ses i sammenheng.

For mer informasjon om siltgardiner og ulike typer og deres bruksområder, kan det være lurt å søke på Internett etter «silt curtain» eller siltgardin. Begrepet «Turbidity curtain» brukes også. Man får mange flere treff når engelsk betegnelse brukes.

En del informasjon om bruksområder er også gitt i Laugesen og Nygård, 2008:

<http://www.klif.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2008/April/Mudringsmetoder-for-forurenset-sjobunn/>.

Et alternativ til siltgardin kan være andre typer av geotekstiler. Nettsiden «Geosyntetguiden» - <http://www.ignorge.no/geosyntetguiden> - er under oppbygging, men er et verktøy for produkter, bruksområder og leverandører. De fleste geotekstiler på det norske markedet er klassifisert i henhold til NorGeoSpec som deler inn i fem ulike klasser (spesifikasjonsprofil) etter mekanisk styrke. Siltskjørt er i klasse 1. Filteregenskaper og hydrauliske egenskaper er underordnet, men det stilles krav til poreåpning som er viktig for filteregenskapene og hastighetsindeks som er knyttet til permeabilitet.

5.1.3 Porestørrelse, maskevidde, lysåpning

De mikroskopiske åpningene i en siltgardin kalles også porer, maskevidde og lysåpning, og de oppgis oftest i mikrometer: μm . Hvor store åpningene kan være, avhenger av bruksområdet og formålet for bruken av siltgardiner i det enkelte prosjekt.

5.1.4 Boblegardin

Dette er en «gardin» som skapes av små luftbobler som strømmer opp, tett i tett, fra en slange som er lagt ut på sjø-/innsjøbunnen. Mengden og hastigheten avgjør boblegardinens effekt. I *kapittel 3* i rapporten det er en lenke til under, finnes det nærmere beskrivelser av hvordan slike gardiner kan utformes.

<http://trondheimhavn.no/uploads/dokumenter/utvikling/pilotprosjektet/Boblegardin+mot+spredning+av+muddermasser.pdf>.

5.1.5 Turbiditet

Turbiditet er et uttrykk som beskriver hvor klart vannet er, og gir indirekte data om konsentrasjonen av uoppløste, suspenderte partikler i en væskefase. Høye tall for turbiditet forekommer når det er mye partikler i vannet. Vann som er klart eller gjennomskinnelig vil ha lav turbiditet. Sammenhengen mellom turbiditet og suspendert stoff er stedsspesifikk og kan variere med årstid. Dette fordi turbiditet avhenger av faktorer som konsentrasjon, størrelse, form og refraksjonsindeks til det suspenderte stoffet så vell som vannets farge (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002).

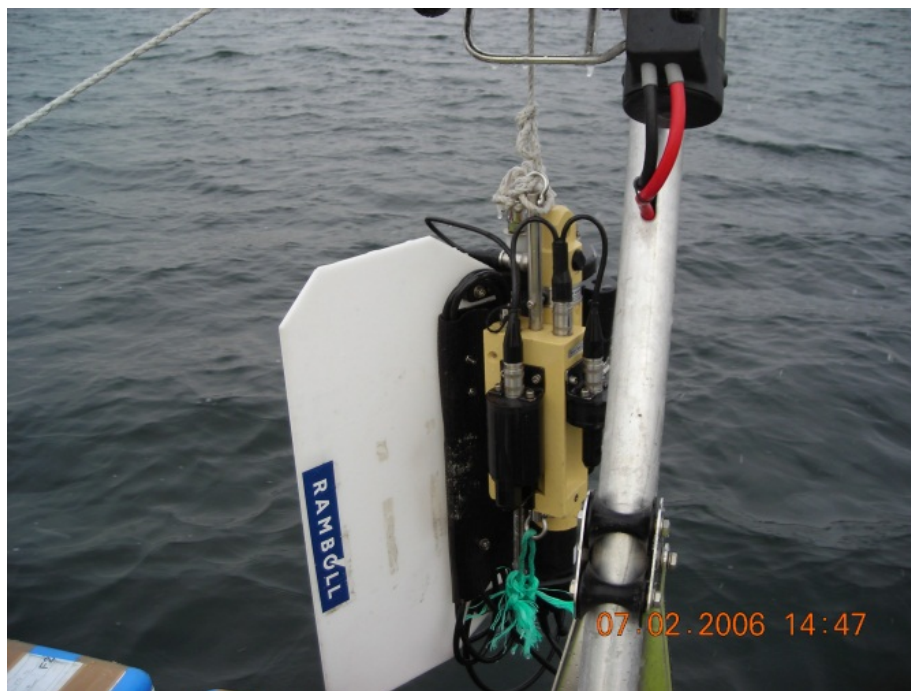
Anleggsarbeider, avrenning og utslipp påvirker vannets turbiditet og vil avhenge av type og konsentrasjon av suspenderte partikler. Suspenderte partikler kan være silt, leire, små partikler fra organiske eller uorganiske kilder, løste organiske forbindelser, vannlevende planter og dyr, eller andre mikroskopiske organismer.

Når man måler turbiditet oppgis denne oftest som «Nephelometric Turbidity Units» (NTU). Dette angir en målemetode for «den optiske egenskapen som forårsaker lys til å være spredt og absorbert i stedet overført i rette linjer gjennom prøven».

Det brukes også en annen måleenhet, FTU, som er en forkortelse av «Formazin Turbidity Unit». Dette er også et mål for spredning av partikler i vann, og ved en turbiditet på 1 FTU kan man kunne se at vannet virker uklart. Enheten har vært brukt gjennom mange år og vært knyttet opp til klassifiseringer av vannets tilstand.

Begge målemetodene, NTU og FTU, er mål på relativ prøveklarhet, ikke farge.

Ved bruk av turbiditetsmålinger i anleggsgjennomføring, bør det velges målerne som er automatiserte og som innehar et varslingsystem som trer inn når overskridelser av satte grenseverdier inntreffer og varer over en angitt periode. Prosjektet bør derfor selv ha beskrevet behovet for en slik oppfølging, og foreslå grenseverdier for når arbeidet må stanses og at årsakene til overskridelsene identifiseres for å kunne rettes opp. Krav til å måle turbiditet på inn- og/eller utsiden stilles ofte av Fylkesmannen. Men, for å ha tilstrekkelig egenkontroll i vår anleggsgjennomføring, bør slike målinger uansett gjennomføres.



Figur 7: Turbiditetsmålere plasser på rigg for utsetting. Foto: Rambøll. Bilde tatt av Tom Tellefsen.



Figur 8: Turbiditetsmåler for automatiserte målinger festet til bøye. Foto: Norges geotekniske institutt. Bilde tatt av Arne Pettersen.

5.1.6 Sedimentfeller

Hvor store mengder partikler som spres og avsettes i ulike områder, kan måles ved å bruke sedimentfeller. Slike feller må stå ute over lengre tid og gjerne i ulike avstander fra anleggsområdet – i spredningsretning(en).



Figur 9: Sedimentprøvetakere under utplassering. Foto: Norges geotekniske institutt. Bilde tatt av Arne Pettersen.

5.1.7 Passive prøvetakere

Det er ofte viktig å kunne måle den potensielle påvirkningen på planter, dyr og mennesker av løste forurensninger – dvs. de forurensningene som frigjøres fra partiklene. Disse forurensningene sies da å være biotilgjengelige. Måling av mengder løste forurensninger og spredningen av slike, kan gjøres ved å plassere ut rigger med passive prøvetakere som Semipermeable Membrane Device (SPMD), Polar Organic Chemical Integrative Systems (POCIS) og Diffusion Gradient in Thin film device (DGT).

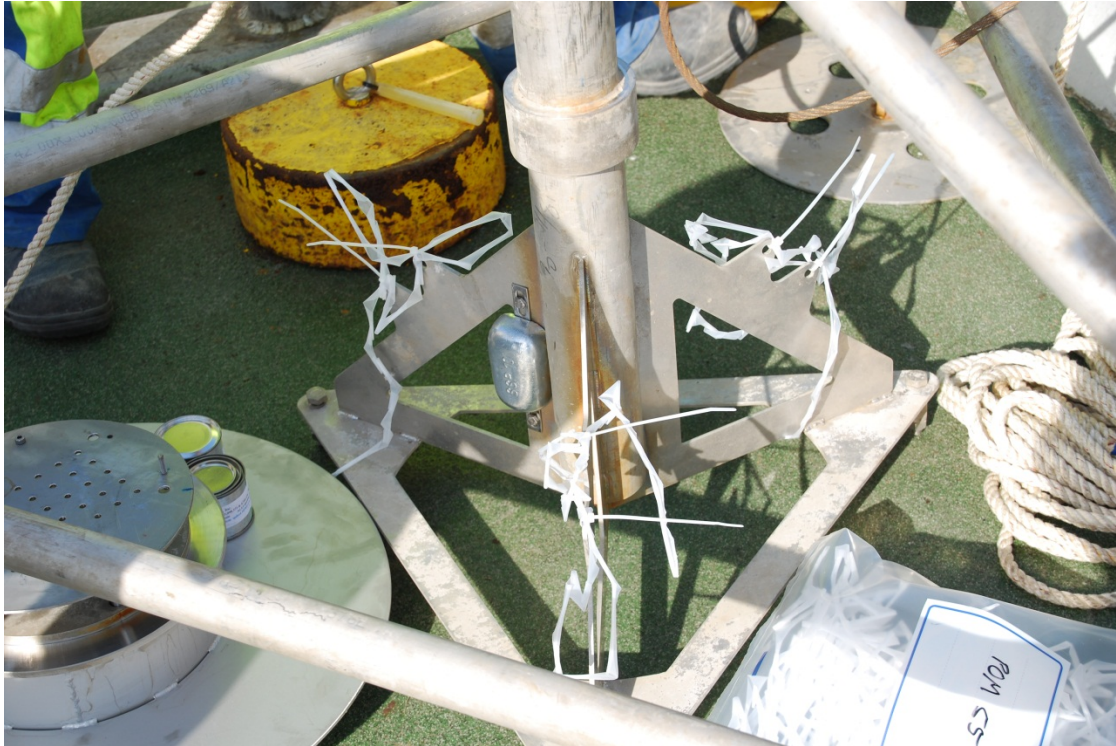
SPMDer brukes for å akkumulere forurensninger som er lipofile – eksempelvis organiske miljøgifter som PCBer (polyklorertebifenyler). SPMDer kan brukes både til målinger i vann, sedimenter og atmosfæriske medier. Utstyret/ membranene etterligner biologiske systemer og gir et mål for biotilgjengelige forurensninger i ferskt og salt vann. Den passive transportmekanismen tilsvarer den som er i fiskegjeller og menneskers lunger. Mer informasjon kan dette hentes fra for eksempel <http://est-spmd.com/spmd.php>,

Målinger av polare organiske stoffer (POC) kan være vanskelig fordi de lett løser seg i vannet. POC-prøvetakere kan derfor være av nytte for å kunne måle forekomster av stoffer som kan være hormonforstyrrende eller hormonlignende eller akutt giftige. Dette gjelder blant annet ulike sprøytemidler. For mer informasjon kan dette hentes fra for eksempel <http://est-spmd.com/pocis.php>,

DGTer kan for eksempel brukes til å måle kvikksølv (Hg) og arsen (As).



Figur 10: 5 SPMDer er plassert inne i «boksen», som er festet under bøye, for målinger 0,5 meter under vannoverflaten. Bildet oppe til venstre viser de 3 DGTene i et eget nett festet på boksen. Foto: Rambøll. Bilder tatt av Tom Tellefsen.



Figur 11: Rigg med 3 diffusjonskamre og passive prøvetakere knyttet på (de hvite båndene, tydeligst på det øverste bildet) klar for utsetting. Foto: Norges geotekniske institutt. Bilder tatt av Arne Pettersen.

Et eksempel på bruk av passive prøvetakere i forbindelse med kartlegging av miljøgifter, finnes i en rapport om Akerselva i Oslo: <http://www.klif.no/publikasjoner/2495/ta2495.pdf>

5.1.8 Sedimenter

Sedimenter er en betegnelse blant annet på bunnmasser i bekker, elver innsjøer og marine områder. Sedimentene er dannet ved at partikler har blitt avsatt som følge av ulike hendelser hvor partikler har blitt transportert med vann eller via et annet medium.

Sedimentasjon er når partikler/materiale legger seg til ro i et lag på bunnen.

Sedimenteringshastigheten bestemmes av partiklenes kornstørrelse, volum, tetthet og form samt vannets viskositet, som blant annet varierer med temperaturen.

5.1.9 Begroing

Begroing er en naturlig prosess som skjer ved at små, og etter hvert større, planter og dyr slår seg ned på et underlag – her siltgarden. Begroingen kan virke uanselig, men likevel ha betydelig effekt på siltgardinens funksjon, fordi porene i siltgarden blir tettet. Dette påvirker hvordan vannet presser/drar i garden. Selv svake vannstrømmer og små vannmengder, vil gi betydelig økning i dette draget fordi vannet ikke slipper gjennom garden. Disse dragene gjør også at garden blir vanskeligere å holde på plass og å håndtere. Når vannet ikke slipper gjennom, vil det søke seg mot et sted hvor det kan «slippe ut», og partiklene man ønsker å holde tilbake, vil følge med vannet ut samme vei.



Figur 12: Eksempel på en begrodd gardin (som ellers ikke står slik den skulle). Foto: Oslo havn KF. Bilde tatt av Axel Christian Grelland.

Begroing medfører også at gardinen tynges og dermed trekkes ned under vannoverflaten og/eller opp fra bunnen, på grunn av økt oppdrift. Når gardinen trekkes ned, er sannsynligvis forankringen ved bunnen god, men trekkes gardinen opp er antakelig festet for dårlig. Når gardinen trekkes opp, ned eller begge deler, vil partiklene man ønsker å holde tilbake kunne spres mer ukontrollert.

Per i dag er det ingen kjente metoder for å få fjernet organismene som har slått seg ned på gardinen.

Under strømrrike forhold, eller økt bevegelse av siltgardinen som følge av begroing, bør eventuelt flere siltgardiner benyttes.

6 Kilder og referanser

Forkortelser i bruk

DNV	= Det Norske Veritas
NGI	= Norges Geotekniske Institutt
NFF	= Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk
NIVA	= Norsk Institutt for Vannforskning
OHV	= Oslo Havn KF
SVV	= Statens vegvesen

Andersen, Stein (SVV): Innspill i e-post 20.11.2012 om problemer med bruk av siltgardin som ble spent over stri elv og som ble tettet av partikler.

Austrheim, Tor Kåre og Sandven, Rune B. (SVV): Samtale/møte 28.11.12 om ulike problemstillinger ved utfyllinger i sjø – særlig knyttet til tidevann, vind og strømmer i prosjektet T-forbindelsen (fv 47) i Rogaland, som påvirker bruken av siltgardiner. Videre om håndtering av fiber fra sprøytebetong og tennkabler.

Berge, Dag (NIVA): Innspill i e-post 14.11.12 om generelle forutsetninger og kunnskapsbehov som bør være på plass i forkant av bruk og utsetting, og behov for oppfølging av siltgardinene ute i felt. Informasjon om strømmer og interne bølger og bølgehøyder, som kan oppstå når innsjøer fullsirkulerer.

Bilotta G.S., Brazier R.E., 2008. Review. Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. Water Res. 42: 2849-2861

Brude, Sveinung(SVV): Samtale 06.11.12 vedr. erfaringer med bruk av siltgardin for å beskytte mot partikkelspredning, under utfylling i et fjellvann. Oppfylling av krav stilt av Fylkesmannen. E 16 Filefjell i Hordaland. Arbeider utført i 2012. Supplering med spesifikasjoner og bilde i e-post 20.11.2012.

Canadian Council of Ministers of the Environment 2002: Canadian Environmental Quality Guidelines, Total particulate matter.

Erstad, Katrine Sælensminde (SVV): Samtale 06.11.12 vedr. siltgardinbruk for å beskytte mot partikkelflukt til elv med elvemusling i forbindelse med driving av tunnel, og bygging av bru over elv. E 39 Vågsbygd – Hylkje i Hordaland. Arbeider utført i 2012.

Grelland, Axel Christian (OHV): Innspill i e-post 14.11.2012 om utfylling i Oslo havn og manglende dimensjonering av siltgardin, samt utfordringer med begroing.

Guldseth, Siri, og Vaagland, Snorre (SVV), samt Smetbak, Nils (Hære entreprenør): Innspill i e-post 06. og 15.11.12, samt befaring 29.11.2012, vedr. siltgardiner for å hindre uønsket spredning av rene partikler som oppfølging av krav fra myndigheter og i kontrakt, i Mjøsa (Fellesprosjektet E6 – Dovrebanen langs Mjøsa i Akershus og Hedmark) – en stor innsjø med store vann- og vindpåvirkninger, samt kraftige strømmer ved bunnen nær land. iArbeider startet i 2012.

Hessen, Dag, 1992. Uorganiske partikler i vann. Effekter på fisk og dyreplankton, NIVA-rapport, ISBN 82-577-2171-7.

Jøndal, Kjell Arne (SVV): Samtale 05.11.12 vedr. siltgardinbruk i forbindelse med utfylling i Selsvannet for å hindre uønsket spredning av partikler og å beskytte en gytebekk. Fv 438 i Oppland. Arbeider utført i 2011.

Likosherskaya I., Nyembwe K.R., 2012 «Spredning av plastfibre fra sprøytebetong. Kartlegging av spredningsmåte og mottiltak», Statens vegvesens rapport nr. 146, 20.07.2012

K'Odingo, Kari (AF Decom): Samtale 05.11.12 om mer generelle erfaringer ved utsetting og bruk av siltgardiner, samt kontroll av deres funksjon. Informasjon om AF Decoms prosedyrer og oppfølging, samt oppdragenes varighet.

Laugesen, Jens (DNV), 2006: Pilotprosjektet i Trondheim havn. Boblegardin mot spredning av forurensede partikler Muddermasser. DNV-rapport nr.: 2006-025. Oppdrag gjennom tildelingsbrev fra Statens forurensningstilsyn, ref. 2000/532.

<http://trondheimhavn.no/uploads/dokumenter/utvikling/pilotprosjektet/Boblegardin+mot+spredning+av+muddermasser.pdf>

Laugesen, Jens (DNV) og Nygård, Bjørn (Yarconsult), 2008: Mudringsmetoder for forurenset sjøbunn. Rapport laget for Statens forurensningstilsyn. DNV-rapport nr. 2008-0476. Rapporten inneholder blant annet informasjon om og erfaringer med bruk av siltposer og ulike systemer for avvanning av masser. <http://www.klif.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2008/April/Mudringsmetoder-for-forurenset-sjobunn/>

Lekanger, Randi Andersen (Skanska): Samtale 09.11.12 og befaring 14.11.12, vedr. siltgardinbruk som beskyttelse mot uønsket partikkelspredning (rene og forurensede) og nedslamming, ved arbeider med ny overvannstunnel i Oslo - Midgardsormen. Arbeider startet i 2012. Oppdragsgiver Oslo kommune. om utfordringer med rennende vann med store vannstandsendringer over korte tidsrom, med varierende vannvolum og store hastigheter, samt om hvordan man kan beskytte avrenning fra anleggsveger og fyllinger lagt ut i vann langs elvekanten.

Martinsen, Espen (SVV): Innspill i e-post 19.11.2012 med informasjon om etablering av steinfylling i et vann i prosjektet fv 557 Ringveg vest, og behovet for å sikre at partiklene fra anleggsarbeidene sedimenterer, og at siltgardinduken holdes oppe.

Midtkandal, Ottar A. (SVV): Samtale 09.11.12 vedr. flere prosjekter i Bergensområdet: 1) Beskyttelse mot spredning av forurensede bunnmasser (sedimenter) i forbindelse med utfylling i Store Lungegårdsvann på 1990tallet. 2) Beskyttelse mot partikkelspredning ved sprengning for fyllingsfot

og utfyllinger av store massevolum i prosjektet ny Puddefjordsbru. 3) Beskytte vassdrag mot organisk materiale og blakking av vannet, fra dypgraving i myr i prosjektet Lille Nesttun, parsellen Hop – Midttun.

Nesse, Elisabeth (COWI). Rapport fra 2011 laget for E16 Vossapakko i forbindelse med utfyllingsarbeider i Vangsvatnet; «Risikovurdering av bruk av siltgardin som miljøtiltak.» Mottatt fra Stein Andersen, Østfold avdeling, 20.11.2012.

NFF 2009 (NFF=Norsk forening for fjellsprenningsteknikk). Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg, Teknisk rapport 09, august 2009.

Norsk standard - NS 3420 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner. Del G Grunnarbeider – Del 2. NS-EN ISO 10318 Geosynteter – Termer og definisjoner (ISO 10318:2005)

Pettersen, Arne (NGI): Samtale 14.11.12 om generelle forutsetninger og kunnskapsbehov som bør være på plass i forkant av bruk og utsetting, og behov for oppfølging av siltgardinene ute i felt.

Rye, Edvin (SVV): Samtale 30.10.12 vedr. siltgardinbruk i forbindelse med brufundamentering i Leiraelven / Strondafjorden, for å hindre uønsket spredning av rene og forurensede partikler. E16 i Oppland. Arbeider utført i 2011.

Røneid, Lars Magnar (SVV): Innspill i e-post 19.11.2012 om utfordringer med å klare å fange opp finstoff i blandet sprengstein ved utfyllingsarbeider, og at organiske muddermasser på bunn og selve utfyllingen påvirker gardinen.

Skagen, Ragnar (Veidekke): Innspill i e-post 19.11.2012 med generelle behov for en entreprenør for å sikre kunnskapsgrunnlaget for å komme frem til riktige løsninger i anleggsgjennomføringen, samt å klare å sette rimelig riktige kostander for tiltakene og oppfølgingen.

Vang, Ina (SVV): Innspill i e-post 17.11.2012 om bruk av siltgardin ved utfyllinger i Vangsvatnet (Vossapakko), og utfordringer når ras fra tippet treffer siltgardinen og drar denne ned, samt bruk av reservegardin som tilleggstilak. Info også om viktigheten av å ha avklart plassering av siltgardiner fordi det har betydning for kostnadene.

Winther-Larsen, Turid (SVV): Egne erfaringer som miljøansvarlig i 7 år (2000-2006), og prosjekterende for miljøtiltakene, samt ansvarlig for miljøoppfølgingen av anlegget for etappe 1 av E 18 Bjørvika og eget laget notat - «Siltgardiners funksjon» - datert april 2006.. Notatet bygget på 1) e-post 21.04.06 fra Audun Hauge (NGI) 2) Dokument Dredging 2002. Rapport utarbeidet av Jens Laugesen (DNV) fra konferanse i Orlando, Florida, 5.-8. mai 2002, og 3) Dokument ERDC TN-DOER-E21 (september 2005): «Silt Curtains as a Dredging Project Management Practice» (Erfaringer samlet fra US EPA).



Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO
Tlf: (+47 915) 02030
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen