

# NOTAT

Utarbeidet av Jens Skei,

Skei Mining Consultant (SMC)

Mai 2021

## Bruk av siltgardiner – funksjonalitet og effektivitet.

### Anvendelse av siltgardiner i sjø – bakgrunnsinformasjon.

Siltgardiner har i lang tid vært brukt for å begrense spredning av mineralske partikler som tilføres sjøen fra land ved utfylling/tipping av løsmasser eller via en overflateledning. Økt turbiditet i overflatesonen er uønsket både av estetiske grunner og negativ påvirkning på vannkvaliteten i forbindelse med lysvekking i vannet som reduserer planktonproduksjonen i sjøen. Nedslamming kan også ha konsekvenser for fisk og fastsittende alger som vokser på bunnen. Ved å anvende siltgardiner vil området som påvirkes negativt, som følge av tilførsler av mineralsk finstoff fra land, kunne begrenses til et mindre område.

Bruk av siltgardiner er ofte knyttet til episodiske eller tidsbegrensede tilførsler, for eksempel i forbindelse med uhell, mudring av sjøbunn eller utfylling av steinmasser ved tunneldriving (vei- og jernbane) eller mer permanente aktiviteter som tilførsler av restmasser fra pukkverk som inneholder finstoff.

I likhet med bruk av oljelenser er bruk av siltgardiner en utfordring i forbindelse med værforhold (strøm og bølgehøyde). Forbedring av teknologi knyttet til utforming av lenser og siltgardiner har imidlertid økt **funksjonaliteten**, men fortsatt vil det oppstå vær-situasjoner hvor slike avbøtende tiltak har liten effekt. Ved rolige værforhold vil siltgardiner bidra til en betydelig tilbakeholdelse av mineralske partikler som da vil sedimentere innenfor et begrenset område. Hvis det dreier seg om betydelig mengde masser vil det skje en opphopning av finkornig slam som på ett eller annet tidspunkt vil forflytte seg på undersiden av siltgardinen, men som ikke nødvendigvis vil gi økt turbiditet i overflaten på utsiden av siltgardinen. Dette vil i noen grad avhenge av hvordan forankringen av siltgardinen til bunnen er konstruert. Uansett, ved et tilfelle hvor det skjer en undersjøisk masseforflytning i form av et undersjøisk ras på en skrånende sjøbunn så vil det ikke uansett forankring stoppe et slikt ras.

Så konklusjonen blir at en siltgardin har sin funksjon under «normale» værforhold, mens under ekstremforhold vil den tilnærmet ha ingen effekt og at det er en risiko for at utstyret som brukes kan bli ødelagt.

Det er gjort relativt få undersøkelser for å kvantifisere **effektiviteten** av siltgardiner under normale værforhold, dvs. hvor mye partikler bli holdt tilbake innenfor siltgardina. Å forsøke å måle dette under ekstreme værforhold vil være bortimot nytteløst.

## **Faglig oversikt over miljøbeskyttende tiltak – Statens Vegvesen rapport 205 (2013)<sup>1</sup>.**

Statens Vegvesen utarbeidet en rapport om bruk av siltgardiner som eksempel på et tiltak for å beskytte miljøet. Rapporten er ment som en veileder.

I dette notatet er det tatt med noen definisjoner og anbefalinger som er gitt i rapporten.

En siltgardin er en vevd duk med mikroskopiske åpninger (porer) hvor hensikten er at vannet skal passere, men ikke partikler.

Hensikten med å bruke en siltgardin ifølge Vegvesenet sin rapport er følgende:

- å hindre spredning av de ulike partikkeltypene til områder hvor de kan bli opphav til problemer eller forårsake skader
- å holde tilbake de ulike typene av partikler for å unngå uønsket blakking av vannsøylen over et større område,
- i utgangspunktet skal en siltgardin alltid gå ned til bunnen. Dette for å hindre partikkelflukt under gardinen
- velge porestørrelse («maskevidde») i gardinduken basert på hvilke typer masser som skal hindres i å bli spredd
- 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.

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.

Begroing av siltgardiner er en utfordring og over tid vil disse organismene tette porene i siltgardinen.

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

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 ved hjelp av turbiditetsmålinger kan gi informasjon om partiklene blir holdt tilbake eller ikke – dvs. i alle potensielle spredningsretninger. Turbiditetsmålere kan settes ut på steder som er tilpasset for å kunne følge opp funksjonalitet og effektivitet. Etter min mening vil bruk av turbiditetsmålere på innsiden og utsiden av en siltgardin være vanskelig å operere. Ved episodisk store mengder slam i vannet vil måleinstrumentet slutte å operere eller gi feilaktige data. Turbiditet er en størrelse som måles med et optisk instrument som sier noe om hvordan lyset spres i vannsøylen når det treffer partikler. Måleinstrumentene som NIVA brukte i 2013 i Sandsfjorden

---

<sup>1</sup> <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/2657473/Rapport%20205%20Siltgardiner%20funksjon%2c%20tilpassing%20og%20oppf%3b8lging%20%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

(Niva. Rapport L.Nr.6523-2013)<sup>2</sup> viste hvor følsomme slike instrumenter er og hvor lett de settes ut av drift.

I henhold til Statens Vegvesen bør det 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. Krav til å måle turbiditet på inn- og/eller utsiden stilles ofte av Fylkesmannen. Men, for å ha tilstrekkelig egenkontroll i Vegvesenets anleggsgjennomføring, bør slike målinger uansett gjennomføres.

### **Utenlandske erfaringer og anbefalinger vedrørende bruk av siltgardiner og dokumentasjon av effektivitet.**

I USA har USACE (US Army Corps of Engineers) brukt siltgardiner i forbindelse med store mudringsprosjekter i kanaler og havner for å hindre at nedslamming reduserer seilingsdypet i farleder. Det er således opparbeidet et betydelig erfaringsmateriale vedrørende funksjonalitet og effektivitet ved bruken av siltgardiner i løpet av mer enn 50 år (Silt curtains - a review of their role in dredging projects (Oglivie et al. 2012)<sup>3</sup>. I denne rapporten har de bl.a. tatt for seg hvordan man skal måle effekten av bruken av siltgardiner (sitat):

“How to measure if silt curtains work:

It is considered that the efficiency of a silt curtain can simply be defined as; the ratio of suspended sediment concentration within the area confined by the silt curtain to the suspended sediment concentration in the wider environment. Thus, the efficiency ratio of a silt curtain is defined: efficiency TSM<sup>4</sup> (in)/TSM (out).

If measuring turbidity either side of a silt curtain care should be taken to ensure that local vertical and horizontal variations in suspended sediment concentration are accounted for. Given this requirement it may be preferable to simply use water samples to undertake the assessment. It should be remembered that if measurement is to be undertaken using a turbidity probe then it is important that this is calibrated using water samples to allow data to be provided as suspended sediment concentrations (mg/l).

It should be emphasized that few documents exist that consolidate the current understanding of the use of curtains and the controlling factors associated with the deployment of them, including consideration of their purpose, design, development and limitations. A cynic's view is that silt curtains are often installed to comply with regulatory constraints and may offer limited practical value, especially when they are left unmaintained. Poor understanding of silt curtain design and limitations often means they are installed in unsuitable environments, resulting in unsatisfactory performance. Critically, once a curtain is installed; without good management and regular maintenance, the geo-textile will often perish leading to a significant reduction in its effectiveness”.

Konklusjonen knyttet til erfaringer I USA er at det er liten grunn til å buke avanserte optiske måleinstrumenter for å måle turbiditet innenfor og utenfor siltgardinen, men heller ta vannprøver som filtreres for å måle mengde suspendert stoff utenfor og innenfor gardinen. Det er ikke de absolutte verdiene som er poenget, men den relative forskjellen i partikkelmengde innenfor og

---

<sup>2</sup> [https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/bitstream/handle/11250/216350/6523-2013\\_72dpi.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/bitstream/handle/11250/216350/6523-2013_72dpi.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

<sup>3</sup> <https://www.semanticscholar.org/paper/Silt-curtains-a-review-of-their-role-in-dredging-Oglivie-Middlemiss/950c5da4bc4cd0d0143106f8ddb305a7ae0ce819>

<sup>4</sup> TSM= Total mengde suspendert stoff (mg/l). 1 mg/l TSM tilsvarer en turbiditet enhet (NTU)

utenfor siltgardinen. Det fremgår også at funksjonaliteten og effektiviteten påvirkes sterkt av vedlikeholdet av gardinen (f.eks. fjerning av begroing) og hvordan gardinen er plassert og forankret.

### **Funksjonaliteten og effektiviteten ved bruk av siltgardin i Kvednavika, Norsk Stein.**

Norsk Stein AS har redegjort for historikk og dagens bruk av siltgardin i Kvednavika. Siltgardin ble tatt i bruk første gang i 2010 med oppdrift i overflaten (oppblåsbar flyteslange) og kjetting i bunnen for å holde gardinen mest mulig vertikal. I startfasen ble det brukt en 15 m dyp gardin som senere ble redusert til 10 m og deretter til 5 m dybde på grunn av problemer med å få en dyp gardin til å holde seg vertikalt i sjøen på tross av bruk av kjetting i bunnen. Det viste seg etterhvert at det var nødvendig å forankre gardina til bunnlodd for at den skulle være funksjonell. Oppdriften ble også endret fra oppblåsbar slange til plastrør med tette skott som brukes i oppdrettsnæringen. Norsk Stein har også eksperimentert med løsninger for avslutning av gardin mot land som lenge har vært en utfordring. Dette har de forbedret.

Det har vist seg at det har vært nødvendig med vedlikeholdsarbeid på selve gardinen som følge av slitasje og skader på grunn av store dragkrefter som oppstår ved kraftig vind, bølger og sterk strøm.

Bedriften har erfart at det ikke er mulig å øke dybden på gardinen slik at den ligger helt end til bunnen. Det vil føre til at gardinen blir nedslammet som følge av utfyllingen fra land.

De har også utfordringer i forbindelse med begroing av skjell og annen påvekst på gardinen som vil kreve tiltak for fjerning av påvekst for å unngå at gardinen trekkes under og havarerer.

Så konklusjonen er at bruk av siltgardin i Kvednavika byr på utfordringer fordi dette er en liten bukt i et stort vind- og strøm eksponert fjordsystem (Sandsfjorden). Bruk av siltgardin synes å være det eneste avbøtende tiltaket for å stoppe spredning av mineralske partikler i overflatevannet (0-5 m). Siltgardinen vil ikke forhindre at finstoff fra utfyllingen innerst i vika vil bli transportert videre ut i Sandsfjorden på vanddybde mellom 5 m og bunnen som er på ca. 50 m hvor siltgardinen i dag er plassert. I NIVAs overvåkingsrapport fra 2013 fremgår det tydelig ved turbiditetsmålinger at det oppstår tidvis en sky av partikler på 30-40 m dyp utenfor siltgardinen og at denne skyen brer seg videre i 100-150 m dyp utover mot dypbassengene.

### **Forslag til måleprogram.**

Det er ønskelig å få dokumentert noe bedre effektiviteten av å bruke siltgardin for å redusere partikkelspredningen i det øverste vannlaget hvor man kan forvente en positiv effekt.

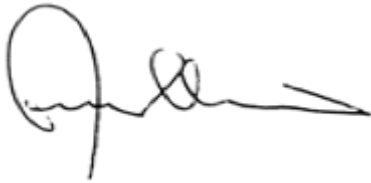
I 2013 målte NIVA turbiditet og siktedyp innenfor og utenfor gardinen på ett tidspunkt (7. februar). Da var turbiditeten på innsiden 7-11 NTU-enheter i de øvre 5 m av vannsøylen og 3-4 på utsiden. Det var altså ca. 50 % tilbakeholdelse av partikler.

Det som også er viktig å legge merke til er at NIVA samtidig brukte sikteskive for å måle siktedyp innenfor og utenfor gardinen og målte et siktedyp på henholdsvis 2,5m og 5 m, dvs. en forskjell innenfor og utenfor på 50%. Å måle siktedyp er en enkel operasjon i forhold til å ta vannprøver som så skal filtreres og filtrerne tørkes og veies for å registrere antall mg/l. Siktedyp defineres på følgende måte: «Siktedyp, den avstand fra vannoverflaten hvor en hvit skive (secchiskive) som senkes ned, forsvinner ut av syne. Siktedypet er bestemt av vannets farge og innhold av partikkelmateriale (plankton, mineralkorn og så videre)» (ref. Store Norske Leksikon).

På grunnlag av det som er redegjort for i notatet (erfaringer, anbefalinger) vil forslaget til et måleprogram lyde som følger:

- Hensikten med et måleprogram er å dokumentere den relative forskjellen mellom turbiditeten i overflatelaget (0-5 m) innenfor og utenfor siltgardinen.
- Dette reflekterer effektiviteten av bruken av siltgardin for å redusere spredning av partikler fra Kvednavika som følge av deponering av løsmasser (reststoffer fra virksomheten ved Norsk Stein) til andre deler av Sandsfjorden.
- Dette kan dokumenteres ved bruk av secchiskive for å måle siktedyp en gang i uken ca. 10 m innenfor og 10 m utenfor siltgardinen (å måle nærmere gardinen er lite hensiktsmessig ettersom målingene vil kunne bli påvirket av bevegelser i selve gardinen).
- Ved å måle såpass hyppig vil man fange opp ulike vær-situasjoner.
- Målingene vil kunne gjennomføres av personell ved Norsk Stein ved å bruke en liten båt og hvor secchiskiven senkes for hånd ned til dypet hvor sikten av den hvite skiven forsvinner og siktedypet loggføres sammen med informasjon om vær og vind.
- Årsaken til at alternativet å bruke et optisk instrument (turbidimeter) eller vann prøvetaking og filtrering for å måle absolutt partikkelmengde ikke vurderes som kost-nytte –effektiv i tilfellet Kvednavika.

Løvenstad, 18 mai 2021



Jens Skei

Skei Mining Consultant (SMC)