

EBH-bladet

Sedimentspecial - Bilaga till EBH-bladet Nr 2 • 2017

Välkommen till EBH-bladets sedimentspecial!

Denna bilaga utkommer tillsammans med det ordinarie EBH-bladet nummer 2 2017. Det händer mycket inom sediment just nu såväl inom forskning, olika projekt, nätverkande och utveckling av åtgärder. Därför ger vi ut denna sedimentspecial. Utöver den ordinarie redaktionen har Yvonne Ohlsson på SGI hjälpt till med att planera och koordinera denna special.

De förorenade sedimenten har kommit upp på bordet!

Nu påbörjas arbetet med förorenade sediment på bred front i Sverige. Detta blev tydligt under hösten 2017 när frågan kom upp på regeringens bord och det presenterades en stor satsning på åtgärder för rent hav för åren 2018-2021.

Flera av dagens centrala miljöproblem är relaterade till vattenmiljön. Höga halter av miljögifter och negativ fysisk påverkan på havs- och sjöbottnar är begränsande i den ”blå ekonomin”. Det finns fortfarande en gammal föreställning om att det som göms i sediment överlagras och begravs för alltid. Idag vet vi att detta långtifrån alltid stämmer. Föroreningar som ackumulerats i lugna sedimentmiljöer kan spridas i vattenmiljön upp i näringskedjan och anrikas i toppkonsumenter till farligt höga nivåer. Att dessa områden kan utgöra en risk för både människors hälsa och miljön visas av undersökningsprojekt som t.ex. Fiberbankar i Norrland.

Prognosen för målen för förorenade områden inom miljökvalitetsmålet Giftfri miljö med dagens beslutade styrmedel är att dessa inte kommer att nås. Det finns ett stort behov att komma åt de ansamlingar av miljögifter som finns i förorenade vattendrag, sjöar- och havsbottnar. Om man jämför arbetet med förorenad mark med förorenade sediment ligger både kunskapsnivån om sedimenten och takten i arbetet med åtgärder långt efter. Vi har en sämre överblick över den nationella situationen, utför färre undersöknings- och åtgärdsinsatser och vi har färre vägledningar relaterade till de komplexa frågeställningar som sedimentproblematiken utgör.

Flera samhällsutmaningar och miljömål är beroende av tillräckligt rena sjö- och havsbottnar. Några av dessa är Giftfri miljö, Hav i balans samt levande kust och skärgård, Levande sjöar och vattendrag, men också de globala målen för hållbar utveckling exempelvis mål 14 om Hav och marina resurser (eng. Life Below Water) och mål 15 om Ekosystem och biologisk mångfald (eng. Life on Land).

I budgetpropositionen för 2018 presenterade regeringen en satsning på Rent hav där regeringen bland annat har för avsikt att stärka insatserna för sanering av förorenade sediment kommande år. Vi människor riskerar att få i oss farliga ämnen som dioxiner och PCB via maten på våra tallrikar. Särskilt illa är det ställt med fet fisk, som strömming och vildfångad lax från Östersjön och Bottniska viken. Än i dag finns stora mängder av kvicksilver och dioxiner lagrade i bottenarna och det är bland annat detta som regeringen vill åtgärda med den kommande satsningen. Regeringens satsning ger oss en chans att arbeta mer fokuserat med dessa frågor än vi tidigare har haft möjlighet till.

Flera olika myndigheter arbetar med olika frågor som berör förorenade sediment, det kan till exempel gälla frågor om muddring och dumpning, havsmiljödirektivet, vattendirektivet och direktivet om havsplanering och om förorenade områden. Då det i dagsläget saknas en samlad strategi för hur lagstiftning, direktiv och övergripande myndigheter förväntas samverka med varandra kan det kännas frustrerade vid hanteringen av ärenden med förorenade sediment. För att skapa bättre förutsättningar för detta arbete startade arbetet med Miljömålsrådsåtgärden ”Förorenade sediment – samverkan för kunskap och prioritering av åtgärder” under våren 2017. Arbetsgruppen inom

åtgärden består av representanter från fem myndigheter – HaV, Länsstyrelserna, Naturvårdsverket, SGI och SGU. Syftet är bland annat att stärka samverkan mellan myndigheterna, skapa en gemensam målbild av hur vi kan arbeta med frågor som rör förorenade sediment samt arbeta för bättre prioriteringar för att uppnå en renare miljö gällande förorenade sediment. Åtgärden ska vara klar och presenteras sommaren 2018.

För att öka kunskapen om problematiken kring förorenade sediment krävs forskning. De senaste åren har ett antal olika forskningsprojekt beviljats medel med syftet att ta fram ny kunskap om riskerna förknippade med och möjliga åtgärder av förorenade sediment. Forskningsprojekten REACT, TREASURE, FIBREM och CONTAR kommer att bidra med fördjupad kunskap om hur sambandet mellan förorenade bottenbottenssediment och de höga halterna av miljögifter i näringskedjan vid norra Östersjöns kust samverkar. Denna kunskap kommer att ge oss bättre förutsättningar att bedöma riskerna samt ställa krav på rätt åtgärder för att långsiktigt minska påverkan från dessa områden. Förhoppningen är att dessa och



fler forskningsprojekt framöver kommer att bidra till att saneringstakten i Sverige ökar, och i förlängningen medverkar till att miljö kvalitetsmålet ”Giftfri miljö” ska kunna uppnås – även för förorenade sedimentområden.

I denna sedimentspecial av EBH-bladet hittar du ett axplock av det arbete av forskning, undersökningar, projekt och inventeringar som pågår om sediment och de avtryck som vi människor har lämnat efter oss i form av förorenade bottenområden i Sverige just nu.

Kunskapen behövs för att kunna fokusera arbetet med undersökningar och åtgärder av de sediment som utgör en risk för människors hälsa och miljön. Vi är därför beroende av att forskningen tar fram ny kunskap och att den blir känd för alla som arbetar med förorenade sediment. Det behövs stöd och vägledning för att kunna fatta rätt beslut, och forskning som bidrar till att höja kunskapen om sedimentens funktion. Detta är nödvändigt för det fortsatta arbetet under vattenytan. Det är dags att skapa en ny trend och ta tillvara på de goda förutsättningar för arbetet med dessa frågor som nu ges.

Vi önskar er alla en god läsning och god fortsättning inom arbetet med förorenade sediment.

Per Nilsson Naturvårdsverket

Yvonne Ohlsson SGI

Anna Stjärne Länsstyrelsen Västernorrland

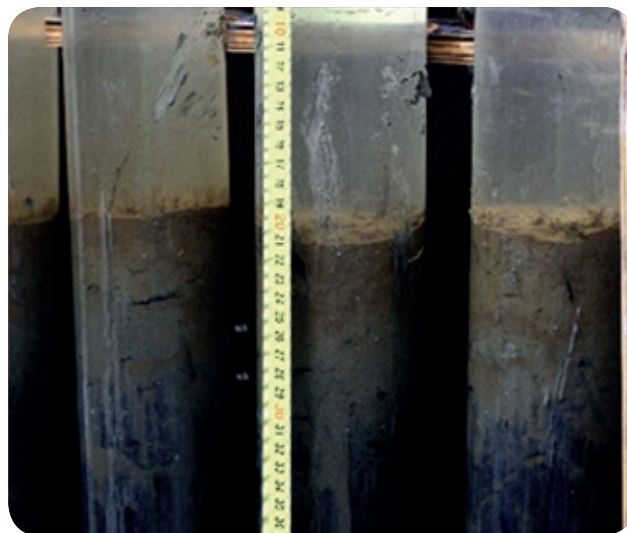
Minna Severin SGU

Ann-Sofie Wernesson HaV

Kunskapuppbyggnad

Forskning om förorenade sediment i Sverige

De senaste åren har många forskningsprojekt om förorenade sediment i Sverige fokuserat på fibersediment, det vill säga sediment som innehåller träfibrer. Fibersedimentet kan delas in i fiberbankar, som består nästan uteslutande av träfibrer och som ofta ligger nära industrierna eller avloppsrör, och fiberrika sediment, som är mer minerogena sediment med inslag av träfibrer. Förutom att sedimentet innehåller olika föroreningar gör nedbrytningen av fibrer att syre förbrukas. Sedimentbottenarna blir därför syrefria om mängden fibrer är stor, som det är i fiberbankar. Det finns alltså inte bara en risk för spridning av föroreningar från fibersedimenten utan också en påverkan på bottenhabitatet.



Sedimentkärnor från Östersjön. Foto: Inna Nybom.

TREASURE – forskning om olika spridningsprocesser från fibersediment

I projektet TREASURE har olika geologiska, geotekniska, kemiska och mikrobiologiska undersökningar genomförts i Ångermanälvens mynningsvik. Syftet med projektet är att undersöka om och hur förorenat fibermaterial sprider sig till omgivningen, inte bara kontinuerligt, utan även genom plötsliga händelser som undervattensskred. Undersökningarna visade bland annat att det inte fanns några bottenlevande djur i fiberbankarna, däremot fanns ishavsgråsugga och havsborstmasken *Marenzelleria* i de fiberrika sedimenten där syreförhållandena var bättre. När halterna av persistenta organiska föroreningar (POPs) i djuren analyserades syntes en bioackumulering från sediment till *Marenzelleria*. Halterna var ännu högre i gråsuggan vilket pekar på att det sker en spridning av föroreningarna uppåt i näringsväven. Det kräver dock mer forskning för att fastställa om det finns en koppling mellan fiberbankarna och toppredatorer som havsörn och säl. Andra slutsatser från projektet är att det organiska materialet i fiberbankarna hjälper till att binda föroreningarna men att gasbildning är en potentiellt viktig spridningsväg. TREASURE finansieras av Formas/TUFFO och pågår fram till och med 2018. Det leds av Uppsala universitet i samarbete med Sveriges geologiska undersökning (SGU), Statens geotekniska institut (SGI), Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Stockholms universitet och Lunds universitet.

REACT - studier om reaktivering av miljögifter från fibersediment

Projektet REACT som också finansierats av Formas, genomförs av miljökemister och ekologer vid Umeå universitet och SLU, och i samverkan med myndigheter som arbetar med havsmiljöförvaltning i Bottniska viken. Det övergripande målet med projektet är att ge samhället bättre möjligheter att hantera fibersediment idag och i framtiden. I projektet undersöks processer och miljöförändringars betydelse för möjlig reaktivering av kvicksilver och POPs från fibersediment i norra Östersjön, med syftet att förstå under vilka förhållanden detta kan ske. Fältstudier av utvalda fibersediment utefter Bottenhavskusten visar stor variation i såväl föroreningshalter, fysikalisk-kemiska förhållanden och i sammansättningen av bottenlevande organismer. Många gånger domineras de undersökta områdena av den nya arten *Marenzelleria* och generellt uppvisar områdena färre arter än för områden utan fibersediment. Det har genomförts experiment för studier av sediment-vatten fördelning och dess betydelse för bioackumulation av POPs i olika bottenlevande djur. Bildning av metylkvicksilver och dess upptag i plankton har också studerats.

Metyleringseffektiviteten i kustnära ekosystem är dock mycket olika beroende på kvicksilvrets ursprung. Förståelse av hur olika källor och pooler av tungmetaller och POPs bidrar till belastningen i kustzonen är avgörande för vilka eventuella åtgärder som skall vidtas. Viktigt är också att utifrån processförståelse utveckla metoder för miljöövervakning. Inom REACT studeras parametrar för att tidigt upptäcka förändringar i miljökvalitetsfaktorer i områden med förorenade fibersediment.

FIBREM – är övertäckning en möjlig efterbehandlingsmetod?

Under 2017 startades projektet FIBREM med syftet att undersöka om det är möjligt att täcka över fibersediment för att på så sätt förhindra spridning av föroreningar.



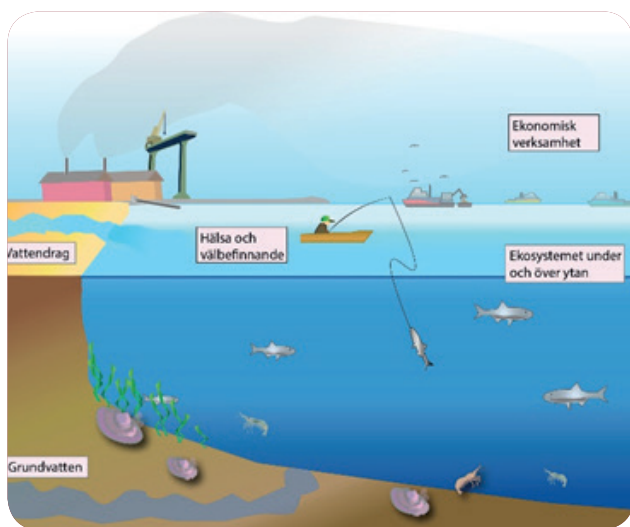
Sedimentkärna som senare ska användas för övertäckningsförsök i FIBREM-projektet. Foto: SGU.

Det finns metoder som har använts internationellt för övertäckning av minerogena sediment men frågan är hur dessa metoder fungerar för fiberbankar eftersom de innehåller så mycket organiskt material. Det organiska materialet leder till att fibersedimentet kan innehålla mycket gas och ha låg densitet, vilket försvårar en övertäckning. Dessutom ligger vissa fiberbanker i relativt branta kustzoner och på sediment som kan rasa om mycket vikt läggs på. FIBREM har därför två mål. Det första är att utveckla metoder för att i fält kunna bestämma egenskaper hos fiber-materialet som påverkar val och design av åtgärd, till exempel volym och hållfasthet. Det andra är att genom laboratorietester undersöka effektiviteten och effekterna av in-situ täckning och behandling av fibersediment med olika material. FIBREM är finan-

sierat av Vinnova och leds av Uppsala universitet i samarbete med SGU, SGI, SLU och SAO Environmental Consulting.

Riskbedömningar och miljömål

Det finns ett stort behov av att förstå och förbättra hanteringen av förorenade sediment i allmänhet, inte bara fibersediment. Peter Bruce från Stockholms universitet fokuserar i sitt doktorandarbete på hållbarheten i hanteringen av förorenade sediment. I doktorand-projektet ingår bland annat en genomgång av hur riskbedömningar av förorenade sediment går till, med stöd av andra på Stockholms universitet och SGI. Genomförda svenska bedömningar jämförs med internationella rekommendationer och för att säkerställa kopplingen till svenska miljöåtaganden undersöker Peter Bruce vilka nationella miljömål och globala hållbarhetsmål som relaterar, eller borde relatera, till hanteringen av förorenade sediment. Under 2017 har han genomfört en enkätstudie med deltagare från olika myndigheter för att identifiera vilka miljö- och hållbarhetsmål som upplevs som relevanta.



Som mottagare och källa för föroreningar kopplar havs- och sjöbotten samman många av våra hållbarhetsmål. Det är därför viktigt att förstå dessa kopplingar och att ta hänsyn till samtliga dessa mål då vi förvaltar våra bottenar. Bild: Peter Bruce.

Norrlands mest förorenade fiberbankar kartlagda

Utanför skogsindustrierna längs med norrlandskusten ligger enorma rester av fibermaterial från främst pappers- och massaindustrin på havsbotten. Det handlar om fiberbankar och fiberhaltiga sediment som ofta är mycket förorenade av kvicksilver, tungmetaller och organiska föroreningar. Studier av fisk

Enkätstudien kommer bland annat att användas för utvärderingen av svenska bedömningar för att se hur väl dagens praxis tar hänsyn till miljö- och hållbarhetsmålen. Resultatet är tänkt att bidra till en utveckling av arbetet med förorenade sediment som är anpassat för svenska förhållanden, i ljuset av de nya globala hållbarhetsmålen och så att samhällets resurser används för att nå alla relevanta mål så effektivt som möjligt.

CONTAR - Förorenade sediment i Östersjön

Förorenade sediment förekommer i alla Östersjöländer men trots detta finns det i hela Östersjöområdet kunskapsluckor om hur förorenade sediment bäst bör hanteras och inte minst riskbedömas. INTERREG-projektet CONTAR, som leds av Kari Lehtonen från Finska Miljöinstitutet och där Anna Sobek på Stockholms Universitet är med som partner, ska i ett första steg kartlägga och sammanställa data om förekomst av förorenade områden i Östersjön. Projektet har också startat en kartläggning av hur vägledningar för riskbedömning av förorenade sediment ser ut i de olika Östersjöländerna. I ett senare skede är målet att tillsammans med avnämare i de olika länderna ta fram en harmoniserad vägledning för riskbedömning av förorenade sediment i Östersjön. Projektet har i nuläget partners från Finland, Sverige, Danmark, Polen och Ryssland och har fått så kallade groddpengar inför ansökan om pengar för ett flerårigt projekt. Projektet kommer då att utökas med partners från myndigheter och industri samt från fler länder runt Östersjön.

För mer information om de olika forskningsprojekten, kontakta gärna oss!

Sarah Josefsson SGU

Peter Bruce Stockholms Universitet

Ian Snowball (TREASURE, FIBREM) Uppsala Universitet

Anna Sobek (CONTAR) Stockholms Universitet

Mats Tysklind (REACT) Umeå Universitet

och bottenfauna vid ett urval av områdena vid kusten visar att det sker ett upptag av miljögifter och tungmetaller i näringskedjan. En hypotes är att detta kan vara en av flera orsaker till att havsörnar de senaste åren har visat tecken på förgiftning som inte har setts på många år. Vid ett flertal av undersökta fiberbankar observerades gasavgångar, tecken på skred samt brist av översedimentation med nya renare sediment. Nu har Länsstyrelserna i Norrland kartlagt och risk-

klassat 44 platser och riskklassningen visar på att 6 områden är så starkt förorenade att de utgör en synnerligen stor risk för människors hälsa och miljön.

Inventering och riskklassning av förorenade områden har tidigare genomförts på land. Detta beror på att metoden för riskklassning är utvecklad för detta syfte. Länsstyrelsen Västernorrland har tagit fram en ny specifik metod för riskklassning av fiberhaltiga sediment. Den bygger på den landanpassade metoden men den tar med de parametrar som är väsentliga för fiberbankar och fiberrika sediment.

Den sammanvägda bedömningen vid riskklassningen har visat vilka miljögifter som till största delen innehar de högsta nivåerna för fiberbankarna. Dessa ämnen är dioxiner, kvicksilver och metylkvicksilver. För vissa områden har man sett att det är en naturlig översedimentation, men i flertalet fall är det inte så. Detta i kombination med dokumenterat förhöjda halter av miljögifter i fisk har resulterat i en högre riskklassning än annars enligt metodiken.

Landhöjningen längs Norrlandskusten bidrar till att föroreningarna successivt höjs mot havsytan och det ökar risken för påverkan av vågor, strömmar och båttrafik. I många områden med fiberbankar har dessutom undervattenskred dokumenterats. Skreden kan frigöra stora sedimentmassor i vattnet, och effekten kan bli att de föroreningar från fiberbankarna som frigörs till vattnet, blir biotillgängliga. Därtill ökar risken att det kan ske en spridning av dessa ämnen till större områden och kan upptas bland annat bottenfauna och fisk.

Miljögifterna kan därför spridas uppåt i näringskedjan, genom att de tas upp av bottenlevande organismer som sedan efter äts av större djur, som exempelvis Havsörn. Ju högre upp i näringskedjan som miljögifterna passas vidare, desto större blir

koncentrationen. Föroreningar kan till sist också nå människan genom att vi äter fisk som är fångade vid dessa områden.

Länsstyrelserna i Västernorrland och Jämtland har låtit Miljömedicin i Norr utföra en miljömedicinsk riskbedömning av fisk från de vatten med högst riskklass. Länsstyrelsen Jämtland har analysresultat av abborre och sik från Hissmofors och av abborre från Äggfors (riskklass 1 C, särskilt stor risk). Fiskundersökningarna visar på generellt låga halter av organiska föroreningar medan halterna av kvicksilver var i samma nivå som i insjöfisk från övriga Sverige.

I Västernorrland har förhöjda föroreningshalter i framförallt abborre av både kvicksilver och organiska föroreningar uppmäts i Örnköldsviksfjärden, Skönviken, Köpmanholmen, Svanö och Hallstanäs (riskklass 1 A, synnerligen stor risk). Slutsatsen från Miljömedicins utredning är att vid intag av samtliga fiskarter från undersökta vattenlokaler i Västernorrland (inte bara fet fisk) bör Livsmedelsverkets rekommendationer för fisk med förhöjda nivåer av PCB och dioxin följas av barn, ungdomar och kvinnor i barnafödande ålder samt även gravida och ammande. Rekommendationen är man inte bör äta denna fisk mer än två till tre gånger om året. Övriga rekommenderas att inte äta den mer än en gång i veckan.

Riskklassningen är mycket värdefull för Länsstyrelsernas arbete, för att den har gett kunskap om vilka sedimentområden bör prioriteras och vilka parametrar som är väsentliga att undersöka i fortsättningen med riskbedömningsarbetet med dessa prioriterade områden.

**Lijana Gottby SGU och Anna Stjärne
Länsstyrelsen Västernorrland**



Vägledning & verktyg

Nya bedömningsgrunder för organiska föroreningar i sediment

I november kom det nya bedömningsgrunder för organiska föroreningar i sediment. Det är SGU som på uppdrag av Naturvårdsverket tagit fram en uppdaterad tabell över halter av organiska miljöföroreningar i svenska marina sediment. Den tidigare klassindelningen fanns i tabell 30 i Naturvårdsverkets rapport 4914 Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Kust och hav från 1999. Den uppdaterade tabellen omfattar fler ämnen än tidigare, till exempel tennorganiska föreningar och polybromerade difenyletrar (PBDE), och baseras på ett större antal prover från både kust- och utsjösediment.

Tabellen är ett verktyg för att bedöma ett sediments föroreningshalt med utgångspunkt från om halterna är låga eller höga i förhållande till andra prover tagna i svenska kust- och utsjöområden. För de flesta ämnen har halterna delats in i fem tillståndsklasser, från mycket låg halt till mycket hög halt.

Inom vattenförvaltningen utgår man istället ifrån bedömningsgrunder som baseras på vilka halter som kan ge effekter. Därför ska man vid klassificering

av ytvattenstatus utgå från bedömningsgrunder i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19). Här finns i dagsläget sedimentvärden för fem ämnen (kadmium, bly, TBT, antracen och fluoranten).

Generella riktvärden vid muddring och dumpning saknas men både de tillståndsbaserade värdena och effektbaserade värdena kan vara användbara för att få en uppfattning om sedimenten bör betraktas som ”förorenade”. Se även blänkaren om kommande muddringsvägledning här nedan.

Mer information om de nya tillståndsbaserade bedömningsgrunderna kan hittas på [Naturvårdsverkets hemsida](#) eller i [SGU-rapport 2017:12](#).

Här hittar du [HVMFS 2013:19](#) och [bakgrundsmaterialet](#), som även beskriver hur de effektbaserade värdena för sediment har tagits fram. Kapitel 11 i detta vägledningsdokument beskriver tillvägagångssätt vid klassificering av ytvattenstatus med utgångspunkt från uppmätta halter i sediment.

Sarah Josefsson SGU och Ann-Sofie Wernersson HaV

Muddringsvägledning på ingång

Havs- och vattenmyndigheten har i sin roll som tillsynsvägläddande myndighet när det gäller vattenverksamheter och dumpning tagit fram en vägledning för stöd till de som arbetar med frågor kring muddring och hantering av muddermassor, inklusive dumpning. Vägledningen kompletterar rapport 2015:28 som berör handläggningen av dumpningsdispenser samt den mer övergripande vägledningen Vattenverksamheter - handbok för tillämpningen av 11 kapitlet i miljöbalken (Naturvårdsverket 2008:5).

Syftet med vägledningen är att underlätta myndigheternas arbete med prövning och tillsyn enligt miljöbalken för muddring och hantering av muddermassor. Vägledningen ska vara ett stöd i tillämpningen av bestämmelserna i 11 och 15 kapitlet i miljöbalken.

Vägledningen har under hösten 2017 varit ute på remiss. Havs- och vattenmyndigheten vill passa på att tacka för alla inkomna synpunkter. Myndigheten arbetar för närvarande med att hantera synpunkterna. Vägledningen kommer färdigställas under 2018.

Malin Hemmingsson HaV

Åtgärdsportalen tar fram metodbeskrivningar för åtgärder av förorenade sediment

De senaste åren har en stor del av fokus på förorenade områden börjats riktas emot de problematiken kring förorenade sediment. Regeringen vill exempelvis inom de kommande tre åren öronmärka 325 miljoner kronor för att sanera och komma åt ansamlingar av miljögifter i Östersjön. Detta fokus har bidragit till att Naturvårdsverket har anslagit medel till SGF:s projekt Åtgärdsportalen för att ta fram och publicera metodbeskrivningar för åtgärder av förorenade sediment.



*Muddring i Valdemarsviken
Foto: Peter Harms-Ringdahl.*

Beskrivningarna kommer att ta upp de vanligaste tillgängliga åtgärdsmetoderna som finns på marknaden, både i Sverige och internationellt. För in situ-metoder så beskrivs Övervakad naturlig självrening, Förstärkt övervakad naturlig självrening, AC-tunnskiktsövertäckning, Isolationsövertäckning, och Klassisk in situ-behandling. De ex situ-metoder som beskrivs är Sugmuddring, Grävuddring och Frysmuddring.

Portalen kommer även beskriva behandlingsmetoder för muddrade sediment, som stabilisering och avvattnings och komplettera tidigare beskrivningar om vattenrening så att de är anpassade för även rening av förorenat vatten från sediment. För att läsarna ska kunna navigera och hitta lätt så kommer strukturen på metodbeskrivningarna kommer att se ut som de tidigare metodbeskrivningarna för förorenad jord.

Arbetet pågår för fullt och planen är att publicera metodbeskrivningarna i slutet av januari 2018.

**Peter Harms-Ringdahl Åtgärdsportalen/
EnviFix**

Metodöversikt - In situ övertäckning av förorenade sediment

I samarbete med SAO Environmental Consulting har SGI givit ut en aktuell och tekniskt detaljerad metodöversikt över in situ övertäckning av förorenade sediment – SGI Publikation 30. Publikationen beskriver vad in situ övertäckning av förorenade

sediment innebär, vilka metoder och material som finns för övertäckning, hur det genomförs och vad man behöver tänka på.

Övertäckning som åtgärdslösning för att minska/förhindra kontakten mellan det förorenade sediment och omgivande ekosystem är inget nytt, utan är en teknik som är internationellt erkänd och etablerad men som inte har använts i någon större utsträckning i Sverige. Syftet med publikationen är därför att sprida kunskap om in situ övertäckning som ett möjligt alternativ och/eller komplement till andra åtgärdslösningar, och att visa på vilka möjligheterna och begränsningarna är.

Publikationen innehåller en samlad aktuell metodöversikt (huvuddokumentet), inklusive flera understödjande men fristående bilagor. Dessa bilagor omfattar i) en första preliminär inventering av förorenade sedimentområden i Sverige, ii) en allmän översikt över efterbehandlingstekniker för förorenade sediment, iii) exempel på övertäckningsprojekt internationellt, iv) fiberbankar och övertäckning, v) referenser, vi) en sammanfattning av huvuddokumentet och bilagorna, samt vii) ett kortfattat faktablad för den som snabbt vill få en snabb överblick.

[SGI Publikation 30](#) är fritt nedladdningsbar via SGI:s webb och samtliga delar av publikationen finns länkade till i respektive dels innehållsförteckning. Publikationens huvuddokument och den övergripande sammanfattningen är tillgänglig både på svenska och engelska, medan övriga bilagor hittills bara finns på engelska.

Gunnel Göransson SGI

Datavärdskap för miljögifter

Under 2017 har ett nytt konsoliderat datavärdskap för miljögifter inrättats vid SGU. SGU arbetar på uppdrag av Naturvårdsverket, med att etablera ett nytt konsoliderat datavärdskap för metaller och miljögifter i biota, sediment och för media som undersöks inom screeningen. Data inkommer främst från miljöövervakningen. I samband med det nya datavärdskapet har databasen utökats med fler attribut. Vi arbetar långsiktigt med att bygga bort manuella moment. Vilket vi gör för att skapa ett snabbare och mer kvalitetssäkrat dataflöde. Det nya datavärdskapet byggs så att man redan vid inmatningsprocessen använder olika stödsystem som Stationsregister, Valideringstjänst och Registret för kodlistor (parameternamn, metoder, allt). De tre stödsystemen är under uppbyggnad och ansvaras av Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten i samarbete med datavärdarna.

Data kommer tillgängliggöras på www.sgu.se.

Frågor och kontakt mejla gärna till miljogifter.datavardskap@sgu.se

Minna Severin SGU



Vad är Skrovmålet?

Skrovmålet är namnet på ett samverkansprojekt som arbetar för en bättre havsmiljö. Skrovmålet bygger på två olika uppdrag; samverkansåtgärden från Miljömålsrådet om ”Båtbottenfärger och miljöfarliga färgrester” samt faktablad 17 i Åtgärdsprogrammet för havsmiljön God havsmiljö 2020. Skrovmålet drivs av Transportstyrelsen tillsammans med elva andra myndigheter.

Skrovmålets uppdrag är att:

- föreslå åtgärder som kan minska användningen av otillåtna bottenfärger
- föreslå åtgärder som kan lösa problemet med de miljöfarliga färgrester som finns på båtskrov och på båtuppställningsplatser
- kartlägga varför halterna av TBT och dess nedbrytningsprodukter fortfarande ökar i havsmiljön
- utreda om det behövs ytterligare regler för att minska utsläppen av TBT, koppar och zink, och i så fall arbeta för att det tas fram sådana regler
- utreda om det behövs en vägledning för hanteringen av TBT, och i så fall arbeta för att det tas fram en sådan vägledning.

De förslag som Skrovmålet kommer fram till kommer att presenteras under 2018 (steg 1) och 2020 (steg 2).

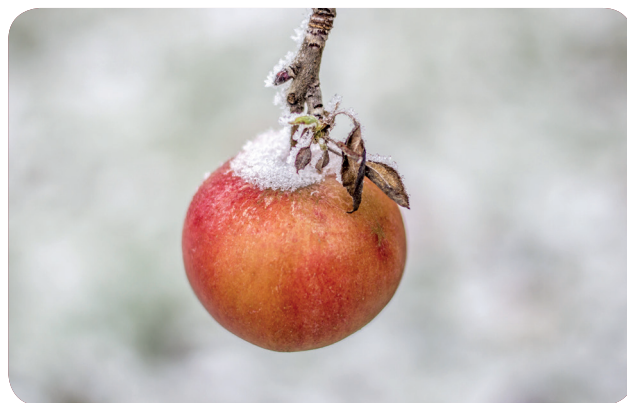
Lina Petersson Transportstyrelsen

Kartvisare på SGU

På SGU:s hemsida finns det idag fyra stycken kartvisare som handlar om föroreningar på havsbotten. Syftet med kartvisarna är att på ett enkelt och överskådligt vis tillgängliggöra en viss del av den information som finns hos SGU. Kartvisarna går även att få som visningstjänster (WMS).

Alla kartvisare har under 2017 uppdaterats med ny information, och ska under 2018 fortsätta att utvecklas. De fyra kartvisarna är:

- Maringeologi
- Miljöövervakning, havs- och sjösediment – med nedladdningsbara data
- Maringeologi, organiska miljögifter
- Maringeologi, metaller och näringsämnen



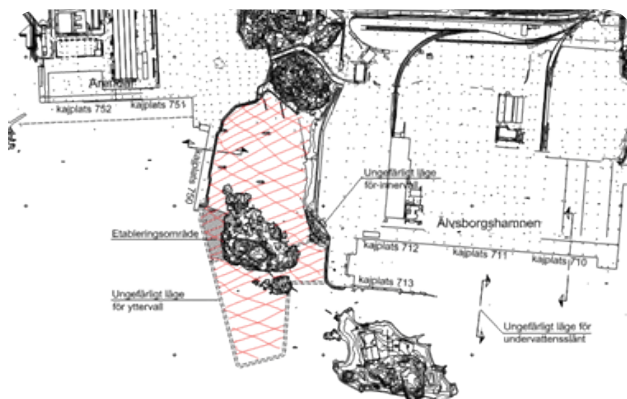
Minna Severin SGU

Åtgärder

Arendal i Göteborg byggs ut med stabiliserade sediment

Göteborgs hamn ska bygga ut verksamhetsytan vid lilla Aspholmen för att större fartyg skall kunna angöra hamnen. Idag utgörs området av vatten med inslag av berg. För att möjliggöra utbyggnaden kommer hamnen använda stabiliserade och solidifierade muddermassor som konstruktionsmaterial. Massorna kommer från underhållsmuddring inom Göteborgs hamn och innehåller höga halter av bland annat ten-norganiska föreningar (TBT).

Muddermassorna behandlas med bindemedelskomponenter som bidrar till att förbättra materialets geotekniska och miljötekniska egenskaper. Vilka bindemedelsblandningar som fungerar samt deras effekt på materialegenskaperna har undersökts i omfattande laboratorieförsök.



Skiss över befintligt och nytt hamnområde. Det rödmarkerade vattenområdet skall byggas ut med stabiliserat sediment.

Eftersom effekten av bindemedelstillätsar beror på egenskaper hos det muddrade materialet kräver utprovningen en avancerad statistisk försöksplanering.

ring. Metoden som SGI tillämpar gör det möjligt att utvärdera effekten av olika bindemedelsrecept samtidigt som man utvärderar effekten av varierande sedimentegenskaper. Vid lyckad optimering erhålls ett recept som minskar utlakningen av föroreningar samtidigt som hållfastheten blir lämplig för byggnation. I Arendal är kriteriet för skjuvhållfastheten 70 kPa eftersom hamnytor kräver mycket hög hållfasthet för att klara belastningen från verksamheten samtidigt som risken för sättningar minimeras.

Utprovning av recept sker alltid i labbskala. För att testa materialets prestanda under verklighetsnära förhållanden har Göteborgs Hamn AB utfört ett pilotprojekt. I projektet har den tekniska prestandan samt utlakningen av TBT kartlagts i två olika celler genom omfattande kontrollprogram (se figur 3). Pilotprojektet tillåter också entreprenören att demonstrera det praktiska utförandet. Man bygger även värdefull kunskap kring muddermassornas egenskaper samt produktionsflödet från muddring till utfyllt område.

Under pilotprojektet har SGI använt oförstörande seismiska mätmetoder för att följa upp den tekniska prestandan. Metoden är relativt oetablerad på marknaden men ger fördelar eftersom den ger starka korrelationer mellan labbdata och fältdata. Angreppssättet minskar uppskalningsosäkerheter i slutsatser som dras från labbförsök i optimeringsskedet.



Område för pilotförsöket. Foto: Per Lindh.

För att beskriva lakningen av föroreningar används en kombination av ytutlakningsförsök och fältdata från pilotprojektet. Utmaningen med stabilisering av material innehållandes TBT är att cementtillsatsen ger en starkt basisk miljö som initialt ökar utlakningen. Preliminära resultat visar dock att härdat material som står i kontakt med havsvattnet får ett pH-värde kring 8, vilket ger låg utlakning av TBT.

Göteborgs hamn har testat flera olika bindemedelskomponenter som blandas i olika mängder och proportioner. Komponenterna utgörs av cement, slagg, flygaska från oljeskiffer eldning. Tillsats av aktivt kol för att minska utlakning av TBT har också testats. I pilotförsöket testades ett recept med 150 kg/m³ cement och slagg (50/50) och ett med 120 kg/

m³ cement, slagg och aska (54/24/22) i varsin cell. Under vintern 2017/2018 utvärderar Cowi och SGI geotekniska och miljötekniska data från pilotförsöken.

Per Lindh SGI

Annika Åberg SGI

Kristina Bernstén Cowi

SGU:s sedimentprojekt

ALA LOMBOLO

Ala Lombolo är en sjö som ligger i Kiruna kommun. Sjön har under årens lopp tagit emot tungmetaller via avloppsvatten från kommunens reningsverk, däribland kvicksilver från LKAB. Sjön uppskattas innehålla ca 70-80 kg kvicksilver och anses vara Norrbottens mest förorenade sjö. I sjön har också Försvarsmakten under 50-talet dumpat 173 trälådor med kemiskt instabil ammunition. SGU gick in som huvudman för objektet 2010 och jobbade inledningsvis för att ammunitionen skulle omhändertas av Försvaret inför att en åtgärd i sjön skulle kunna genomföras. 2013-2014 bärgade och oskadliggjorde Försvarsmakten de 173 lådorna. Alla rester av ammunition avlägsnades dock inte med denna åtgärd vilket innebär att planeringen och genomförandet av en åtgärd i sjön måste ta hänsyn till det faktum att det finns oexploderade ammunitionseffekter(OXA) och friliggande nitroglycerin kvar på botten av sjön. Muddring och avvattning måste därför genomföras med försiktiga metoder.

Under sommaren 2018 kommer ett pilotprojekt med s.k. densitetsstyrd lågflödesmuddring av ca 1500 m³ sediment att påbörjas. På grund av den potentiella förekomsten av explosiva ammunitionsrester har mekanisk avvattning uteslutits och upptagna sediment kommer därför att genomgå passiv avvattning med hjälp av geotuber. Pilotprojektet beräknas pågå ca 2-3 år. Parallellt med pilotprojektet ska det genomföras labbtester med HTC (hydrothermal carbonisation), en teknik som använts för att vidareförädla avloppsslam till ett användbart kolpulver. Testet ska visa om sprängämnen som kan förekomma i muddermassorna (ex. nitroglycerin) oskadliggörs i processen. Testerna ska också visa vad som händer med kvicksilvret. Om HTC kan användas direkt efter muddringen kommer avvattning av sedimenten inte att behövas.

ÅSBRO

Åsbro är en f.d. impregneringsanläggning i Askersunds kommun som bedrevs av bland annat statliga SJ, Televerket och Vattenfallsverket. I området har

stolpar impregnerats med kreosotolja, kopparvtriol och arseniksalt. Detta har lett till att mark och grundvatten i området idag är kraftigt förorenade av framför allt arsenik och kreosot. Till följd av direkta utsläpp av kreosot från verksamheten samt spridning från den förorenade jorden med grund- och dikesvatten har även sedimenten i den intilliggande sjön, Tisaren, blivit förorenade av metaller och kreosot.

Vattennivån i sjön Tisaren, som är reglerad, sänktes under en period under 2016 för att underlätta efterbehandling av landområdena. I samband med nivåsänkningen blottades kreosotförorenade sediment i viken utanför den f.d. impregneringen och i en å som mynnar i sjön och man har därför varit tvungen att lägga ut länsar och suga bort oljehinnan regelbundet. I den motsatta, östra delen av sjön finns uttagpunkten för en vattentäkt och åtgärder av sedimenten krävs, bland annat för att inte riskera spridning av förorening till denna.

SGU förbereder för närvarande en tillståndsansökan för att muddra de sedimentområden som innebär störst risk. Förhoppningen är att sedimentåtgärden ska kunna genomföras under 2019.

SVÄRTTRÄSK

Svärtrräsk är en nedlagd zinkgruva utanför Storuman i Västerbottens län. SGU gick in som huvudman för

efterbehandling av gruvan i Svärtrräsk år 2014, 2 år efter att gruvbolaget gått i konkurs. Åtgärder påbörjades 2015 och har, förutom deponering och täckning av syrabildande gråberg även omfattat muddring av metallhaltigt kalkslam i en sedimentationsbassäng, samt muddring av en liten tjärn nedströms gruvområdet. Muddringen av slammet, har utförts med sugmudderverk. Slammet har därefter pumpats till geotuber för avvattning efter polymertillsats.

Avvattningen i geotuberna har visat sig fungera mycket bra i kombination med polymertillsatsen och TS-halten i slammet har ökat från 3% i snitt till mellan 15 och 30 %. Det finns potential för återvinning av zink ur slammet, då zinkhalten ligger på mellan 10-20 %, men det är ännu inte klarlagt om det enkelt låter sig göras. I annat fall kommer slammet att deponeras åtskilt från gråberget. Ytterligare muddring kommer att genomföras 2018 och 2019, varefter sedimentationsdammen kommer att rivas och området återställas. Åtgärderna beräknas avslutas 2019, därefter är förhoppningen att ingen aktiv vattenrening kommer att behövas längre.

Kristina Sjödin SGU

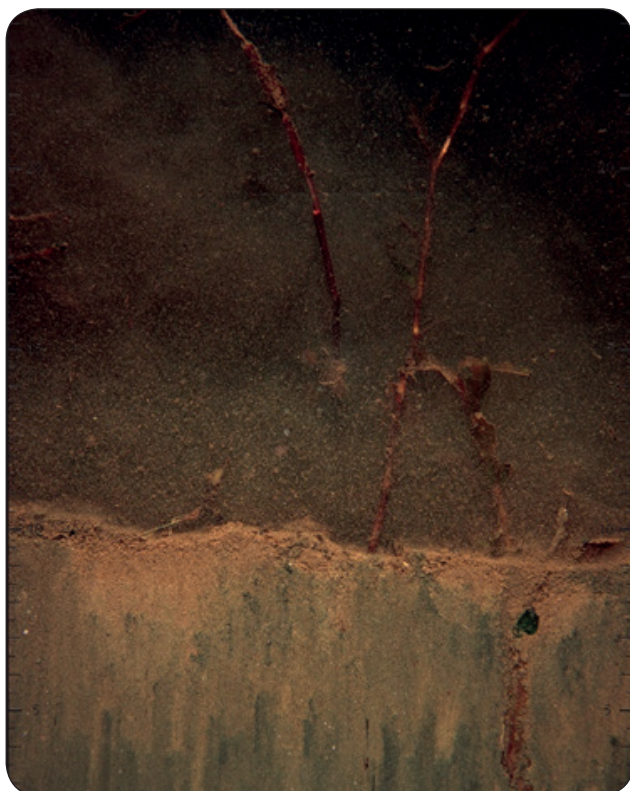
Internationell utblick

Is risk based management of contaminated sediments compatible with the European Water Framework Directive (WFD)?

The Nordic Council of Ministers has financed the project CONSENS, which is coordinated by The Norwegian Institute for Water Research (NIVA) with the Department of Earth Sciences, Uppsala University (Sweden) and SYKE (Finland) as partners. The project will compile and synthesize international knowledge on contaminated sediments, with emphases on remediation approaches, including methods for removal of contaminated sediments, capping of sediments with different materials and the enhancement of natural recovery, all with the aim to reduce the dispersal of contaminants to water and uptake by biota. Compilation of knowledge will also include the factors and mechanisms that determine contaminant dispersal and uptake by

biota, including ecotoxicological issues, as well as an evaluation of the ability of different remediation approaches, techniques and materials to reduce the risk of environmental effects of single pollutants and chemical mixtures to acceptable levels. Hence, the project will make a contribution to the development of future cost-efficient low-impact management strategies for contaminated sediment sites within the Nordic countries. However, the development of cost-efficient low-impact approaches raises a series of questions about management practises that deserves a thorough discussion.

Contaminated sediments are recognised as an environmental challenge and a source of contamination in aquatic food chains. It is known that aquatic sediments can become contaminated in a number of ways, for example through urban or agricultural runoff, industrial discharges or accidental spills and releases, or deposition of atmospheric pollution. Contaminated sediments can present a risk to human health and to the environment, and reduce



Sediment profile taken with a SPI camera, showing vegetation and roots penetrating into the upper layers of sediment. Photo: Bjørnar A. Beylich.

the value of the services provided by marine and freshwater ecosystems. They are often thought of as a contributing factor to high biota concentrations, leading to fish-consumption advisories. For the last 2-3 decades, there has been an increasing awareness of the environmental problems caused by sediment contamination, and remediation action plans have been developed for many contaminated sites around the world. Generally, in order for remediation of contaminated sediment sites to successfully reduce environmental risk, it is a prerequisite that the sources of contamination are identified and subsequently managed, and potential recontamination of the site nullified

Different approaches to deal with contaminated sediments have been proposed, tested and applied worldwide. Traditionally, the most common sediment treatment technology has been removal (dredging and excavation) and treatment of site, although isolation of the contaminated sediment by in situ capping with an active barrier has also become common in some countries. Other approaches, like amendment with active materials and monitored natural recovery (NMR) have been developed but to a lesser degree been implemented.

Dredging removes contaminated sediment from a water body without draining or diverting the water. Dredging also removes a certain amount of water

with the sediment. The sediments are usually dewatered on land, and the water is usually treated before being discharged back into the water body or diverted to public treatment works. The contaminated sediment is then disposed of in a landfill or a confined disposal facility. Highly contaminated sediment may need to be treated before disposal. Due to the problems related to dewatering and depositing of dredged material, this method is usually motivated by the need for increased clearance depth in harbours. To reach pre-defined levels of contaminants in surface sediments, dredging is usually followed by capping with clean materials, due to residual contamination of the dredged spot. Dredging is not seen as a primary environmental remediation approach.

Excavation is similar to dredging except that the sediments are partially dewatered by either diverting the surface water from the natural channel or by constructing a dam around them. The contaminated sediments are then removed using conventional construction equipment. This technique produces less water for treatment than traditional dredging.

Capping involves the placement of one or several clean layers of material over the contaminated sediments (typically 50-100 cm) with the purpose to immobilize the contaminants in them. An isolation cap prevents plants and benthic dwelling organisms from getting exposed to the contaminants, and reduces the likelihood of resuspension of contaminated particles. Hence, for an isolation cap to work properly there must be a layer of protection that is deeper than the benthic zone impacted by bioturbating animals and plants (the rhizosphere), and the zone that may be influenced by erosion from waves, currents or boat propellers. A relatively impermeable cap can also prevent groundwater from moving through the contaminated sediment.

Amendment with sorbent materials, such as activated carbon (AC), biochar, organoclays, and functionalized substrates, are designed to strengthen contaminant binding to sediments and reduce their bioavailability, rather than reduce contaminant concentrations or remove them completely. Hence, AC amendment changes the partition coefficient between sediment and pore water. Sorbent materials can be physically mixed into contaminated sediments, added to capping materials, or applied directly to sediment or the surfaces of marshes. Thin-layer caps that include active sorbent materials are considered as enhanced natural recovery. Several in situ and ex situ studies have reported significant reduction in pore water concentration and bioavailability of hydrophobic contaminants in the bioactive layer of sediments after AC amendment. Further, studies have revealed

reduced biota concentrations and reduced flux of contaminants from sediment to water.

Monitored natural recovery takes advantage of natural processes, including natural burial of contaminated sediments with clean (or relatively cleaner) sediments, often in connection to a river outlet. Sedimentation rates and the quality of new particles settling will decide whether this approach is feasible as a remediation approach.

The different remediation methods all have advantages and disadvantages that should be taken into consideration before deciding upon a remediation strategy. The choice of remediation approach for a specific contaminated site should be based upon a thorough consideration of the efficiency of the measure in order to reach pre-set environmental goals. The efficiency and time aspects of a remediation measure should be compared to the option of monitored natural recovery, given that sedimentation of clean particles is gradually improving surface sediment concentrations of contaminants. Decision makers should also take into consideration the level of contamination and the environmental risk, which are not always proportionally related to each other. Finally, the time frame, the costs and sources of financing are crucial factors that must be considered during the development of a feasible remediation project.

Recently, there has been an increasing awareness of the potential secondary environmental effects of sediment remediation, and unintentional negative effects should be compared to the benefits of remediation. Both dredging and isolation capping have the potential to reduce the direct exposure of organisms to contaminants, given that residual contaminants are taken care of, but are also destructive solutions that ruins the existing benthic ecosystem, at least on a short time scale. The time it takes to for an ecosystem to recover will depend on the size of the area that is remediated and the speed at which recolonizing organisms can migrate, as well as the quality of the new benthic substrate. Often, for remediation measures to be cost-efficient, the masses used for capping originate from large infrastructure projects and may have a very different grain size and quality than natural marine sediments.

Thin-layer capping and amendment with active materials has been recognized as non-destructive low-impact measures, though a few studies have reported some negative effects for specific benthic organisms, such as filter feeders, after powdered AC amendment. Still, in many places AC amendment could be the most appropriate remediation approach;

typically, where there are valuable habitats and biological resources, and where natural remediation is already in progress. However, the fact that contaminant concentrations in the biologically active layers are not reduced often conflicts with the criteria for good environmental quality set by the authorities. Hence, the pre-defined environmental goals determine to a large extent which remediation measures are suitable.

Under the Water Framework Directive (WFD), sediment and biota are optional matrices to water for monitoring of chemical quality. Environmental quality standards (EQS) have been defined for 45 contaminants in water, and so far, for 23 in biota and 28 in sediments. In areas influenced by industrial discharges or urban runoff, sediment concentrations typically exceed EQS, whereas EQS for water and biota can still be met. The EQS for sediment is related to the dry weight concentration of sediment, usually in the upper 10 cm of the seabed. Thus, there are no set EQS for pore water concentrations, though pore water concentrations are a better proxy for bioavailability. This means that risk reducing remediation measures that do not change the concentrations in the upper 10 cm of sediment does not meet the EQS for sediment, but they can lead to reduced concentrations in biota, and thus meet the EQS for biota. Under the WFD it is the individual nation's choice to monitor water, biota or sediment.

Sediment contaminant concentrations above EQS are supposed to initiate measures to enhance environmental quality by reducing concentrations to below EQS. In the case of hydrophobic contaminants, the concentrations in sediment do not always reflect the site specific environmental risk. Obviously, lowering the concentration of contaminants in sediments will subsequently reduce the risk of them entering food webs, whereas reducing the risk does not necessarily imply reduced sediment concentrations. So, why aim for risk reduction without reducing concentrations? The arguments are primarily low-cost and low-impact, but also simpler logistics and less time-consuming projects, which all are important criteria for making remediation projects feasible. The question is whether a risk based approach can be accepted under WFD.

Marianne Olsen Norwegian Institute for Water Research (NIVA)

The Geocorail® process

GEOCORAIL is a French company that has developed a patented electrochemical process respectful of the environment that builds up a rocky aggregate in seawater, from local materials such as sand, gravel, shell, sediments.



Photo: Geocorail.

This « natural concrete », exhibits a high mechanical resistance, binds strongly with rocks or cement-based concrete blocks and presents an aspect which allows it to blend into its surroundings. A cathodic support is positioned where the Geocorail® must be produced and connected to a proprietary current generator. A non-sacrificial anode, also connected to the generator completes the circuit, with seawater acting as the electrolyte. The generator delivers a very low voltage DC current with specific characteristics which are at the heart of the process. Because of that current, the mineral salts naturally dissolved in seawater (calcium and magnesium mostly) combine with other molecules and precipitate around the cathodic support, acting as a binding agent.

The Geocorail® grows over 12 to 18 months, aggregating the debris surrounding the support. Thicknesses between 5 and 10 cm are common after 12 months and some samples reached a thickness of 50 cm over 18 months. Once the current is stopped, the material remains stable. 20-year old samples have withstood constant tidal washing with no discernable consequences other than minimal mechanical erosion.

The process is environmentally friendly as its implementation does not require bringing large quantities of extraneous building materials or the use of heavy machinery.

The Geocorail® process can be applied to the handling of pollutants such as heavy metals and organics in maritime sediments. Two different options are possible, depending on what is to be done with the polluted materials.

If the polluted materials are to be extracted and brought to shore, the issue is one of the release and dispersion in the water column of the contaminants during the extraction operations. The Geocorail® process allows for the solidification of the materials prior to their removal, thus minimizing the quantities of free contaminants that can be dispersed. The cathodic support can also be equipped in such a way that it will ease the logistics of the removal operations.

The second option is the “capping in place” of contaminated sediments. Whereas conventional techniques require large quantities of sand, gravel then rocks to be deposited on top of the sediments, with thicknesses between 1 and 3 feet, the Geocorail® process requires only the installation of a thin conductive matrix to gradually solidify the upper layer of sediments over a period of 12 to 18 months. In areas where the sediments are extremely fine (such as silt), a thin layer of sand can be added to speed up the solidification process. The overall cost is thus significantly lower, with the added benefit of not reducing draught.

The application of the Geocorail® process to this major environmental concern was awarded an innovation prize by the French Ministry of Environment in 2016 and is currently being tested in harbors in La Rochelle and Marseille. A full workout of pollutants concentrations in the original sediments and in the solidified materials is part of this ongoing study.

The company is now looking into full scale pilot projects to further demonstrate the interest and the viability of the technology.

**Philippe Andréani and
Sébastien Bigaré Geocorail**



Photo: Geocorail.