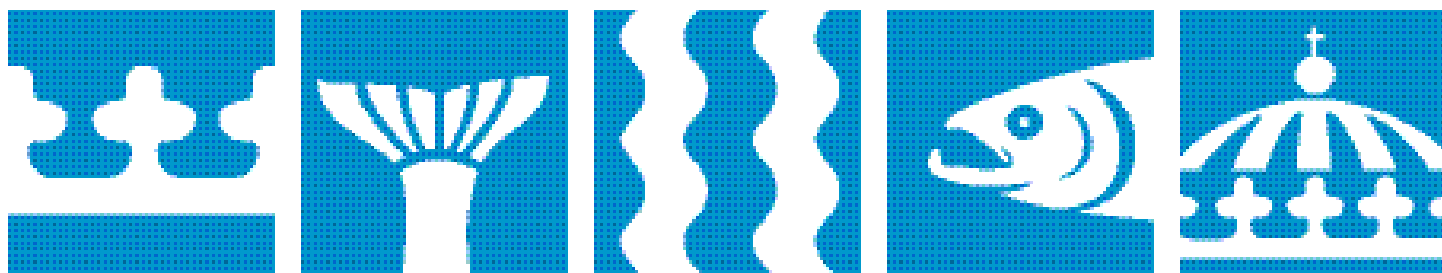


Metodik för riskklassning av fiberhaltiga sediment



Omslagsbild: Vy mot Nensjö. Fotograf: Annika Dahl

Tryck: Länsstyrelsen Västernorrland

Denna rapport går att få i alternativt format.

2016-05-01

Dnr 575-2453-15

Förord

Framtagandet av denna rapport samt tillhörande beräkningsmodul för riskklassning av fiberhaltiga sediment utgör en del i Länsstyrelsen Västernorrlands tillsynsprojekt Riskklassning fiberbankar.

Länsstyrelsen Västernorrland har givit Golder Associates AB (Hanna Almqvist och Henning Holmström) i uppdrag att ta fram en metodik för riskklassning av fiberbankar och fiberrika sediment som är en bättre anpassad metod för denna typ av områden än MIFO, metodik för riskklassning av förorenade områden.

Länsstyrelserna i Gävleborg, Jämtland, Västerbotten, Norrbotten och Västernorrland, Naturvårdsverket och Sveriges geologiska undersökning (SGU) samt forskargrupper inom området har givits möjlighet att testa och granska framtagna metodik.

Länsstyrelsens projektgrupp riktar ett stort tack till samtliga som medverkat.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	7
1.1.	Avgränsningar	7
1.2.	Läsanvisning	8
2.	Fiberbanksproblematiken	8
2.1.	Fiberbankarnas och de fiberrika sedimentens ursprung	8
2.1.1.	Övriga utsläpp	9
2.2.	Konceptuell modell	9
3.	Provtagning.....	11
4.	Riskklassning av fibersediment	12
4.1.	Föroreningarnas farlighet (F)	13
4.1.1.	Bakgrund.....	13
4.1.2.	Bedömning av risker	13
4.2.	Föroreningsnivån (N)	15
4.2.1.	Bakgrund.....	15
4.2.2.	Bedömning av risker	16
4.3.	Spridningsförutsättningar	23
4.3.1.	Bakgrund.....	23
4.3.2.	Bedömning av risker	29
4.4.	Känslighet (K) och skyddsvärde (S)	31
4.4.1.	Bakgrund.....	31
4.4.2.	Bedömning av risker	32
5.	Utdrag med samlad riskbedömning och riskklassning	35
6.	Modellbeskrivning	37
6.1.	Generellt	37
6.2.	Flik Allmän information	38
6.3.	Flik Föroreningarnas farlighet	38
6.4.	Flik Föroreningsnivå.....	39
6.4.1.	Metyleringsgrad	40
6.5.	Flik Spridningsförutsättningar	41
6.6.	Flik Känslighet & skyddvärde	41
6.7.	Utdrag.....	42
6.8.	Dolda flikar	42

6.8.1.	Drop-down.....	42
6.8.2.	Riskvärden & viktning.....	42
7.	Ordlista	43
8.	Referenser.....	49

Bilaga:

Bilaga A. Excel-modul för riskklassning av fiberhaltiga sediment.

1. Inledning

Skogsindustrin är en av Sveriges viktigaste basindustrier och har så varit sedan mitten av 1800-talet. Massa- och pappersbruken har sedan slutet av samma sekel varit en viktig del av skogsindustrin och ett hundratal massa- och pappersbruk har funnits i landet. Förutom arbetstillfällen och tillväxt har pappers- och massaindustrin också medfört ett arv med negativ påverkan på miljön, både på land och i de vattenrecipienter där utsläpp i form av träfiber och kemikalier har skett.

Länsstyrelsen i Västernorrland har sedan 2009 arbetat med det så kallade Fiberbanksprojektet. 2010-2014 genomfördes den första fasen tillsammans med SGU vilken syftade till att utveckla en metod för att kartlägga de fiberhaltiga sedimenten längs med länets kust. Som en fortsättning av projektet har nu en metodik för riskklassning av fiberhaltiga sediment utvecklats. Projektet har finansierats av Havs- och vattenmyndigheten och metodiken är framtagen av Golder Associates AB i samarbete med Länsstyrelsen i Västernorrland. Tanken är att metodiken ska fungera som ett enkelt skrivbordsverktyg för länsstyrelser och andra myndigheter för att kunna prioritera och riskklassa fiberområden i havsområden, sjöar och vattendrag i hela Sverige. Metodiken bygger i grunden på Naturvårdsverkets väl kända ”metodik för inventering av förorenade områden, MIFO” (redovisas i Naturvårdsverkets rapport 4918, Naturvårdsverket, 1999b) men är anpassad till den speciella problematik som finns kring fiberområden i vatten. Metodiken för fiberhaltiga sediment motsvarar MIFO fas 2, och viss kunskap om det förorenade området (så som t.ex. föroreningshalter i massorna) är nödvändigt för att kunna använda beräkningsmodulen. Finns inte denna kunskap kan värden antas.

Verktyget består dels av en vägledning där fiberbanksproblematiken och metodiken för riskklassning beskrivs, dels en excelmodell där själva riskklassningen genomförs.

1.1. Avgränsningar

Vägledningen är utformad för att kunna användas för riskklassning av fiberhaltiga sediment i hela Sverige. Underlaget till riskklassningen kommer dock främst från undersökningar av fiberbankar längs med Västernorrlands kust, även om erfarenheter från utredningar av fiberbankar i andra delar av landet (både längs kusten och i sötvatten) har tagits i beaktande. Den största delen av Sveriges pappers- och massabruk har funnits längs norrlandskusten med fokus på Västernorrland (upp emot 60 pappers- och massabruk har funnits i länen längs Norrlandskusten, varav knappt 30 i Västernorrland), men pappers- och massabruk har också funnits längs hela den egentliga Östersjöns kust, i inlandet och på västkusten. Vägledningen är utformad både för fiberbankar och fiberhaltiga sediment, men är inte anpassad för andra typer av förorenade sedimentområden.

Risiklassningsmetodikerna tar hänsyn till både nutid och framtid, där framtid definieras som en period om cirka 100 år och en stor vikt läggs på spridning och spridningsförutsättningar.

1.2. Läsanvisning

I de inledande kapitlen beskrivs fiberproblematiken och vilka särskilda egenskaper fiberbankar och fiberhaltiga sediment har, som kan påverka hur de bör riskklassas. Detta sammanfattas i en konceptuell modell.

Därefter beskrivs hur en riskklassning av fiberbankarna och de fiberhaltiga sedimenten bör genomföras, med det underlag som generellt finns tillgängligt. Upplägget följer Naturvårdsverkets MIFO-handbok med kapitel kopplade till föroreningarnas farlighet (F), föroreningsnivån (N), spridningsförutsättningar, känslighet (K) och skyddsvärde (S).

Själva riskklassningen genomförs i en särskilt framtagen excelfil (Bilaga A). Modellbeskrivning återfinns i kapitel 6 och i kapitel 7 återfinns en relativt utförlig ordlista som beskriver termer och ett flertal av de processer som är av vikt för riskklassning av fiberområdena. De termer som återfinns i ordlistan är markerade med understruken text första gången de omnämns.

2. Fiberbanksproblematiken

2.1. Fiberbankarnas och de fiberrika sedimentens ursprung

Fiberbankarna har sitt ursprung i massa- och pappersindustrin, vilken sedan slutet av 1800-talet varit en stor industri längs norrlandskusten med särskilt fokus i Västernorrlands län. Det har även funnits massa- och pappersbruk på många andra orter i övriga landet. Vid tillverkning av pappersmassa och papper från ved har flera olika tillsatskemikalier använts genom åren. Fram till 1969 fanns inga krav på rening av avlopps- och processvatten och därför släpptes stora mängder kemikalier och träfiber ut direkt i närmaste vattenförekomst. Mellan åren 1908-1983 släpptes mer än 10 miljoner ton fibermassa ut i hela landet (Naturvårdsverket, 1995). I lugna vatten ansamlades fibermassan ofta i närheten av industrierna och bildade fiberbankar som helt bestod av träfiber, medan den i strömmande vatten ofta transporterades bort från utsläppskällan för att sedimentera i lugnare områden, då ofta uppblandat med naturliga sediment. Skred och erosion har ibland förflyttat fibermassorna från sin ursprungliga plats (SGU, 2014).

På havsbotten bryts träfibrerna ned av mikroorganismer som vid nedbrytningen förbrukar syre. Detta leder till syrefattiga bottenar och ibland helt reducerande förhållanden, där djur och växter inte kan leva och produktion avt ill exempel giftigt svavelväte och metangas.

2.1.1. Övriga utsläpp

Förutom träfiber släpptes också en hel del kemikalier ut från pappers- och massabruken. Vid sulfitprocessen bildades ofta kisaska som restprodukt från syratillverkningen, med arsenik, bly, koppar och zink som restprodukt, och vid sulfatprocessen bildas grönlut med svårslösliga salter, kol och metaller. Kvicksilverföreningar användes som impregnering och för slembekämpning, samt för att producera klor som blekte pappret. Vid blekprocesserna producerades olika klorföreningar, såsom hexaklorbensen (HCB), dioxiner och furaner. Dioxiner och furaner kom också från klorfenoler som användes som doppningsmedel för att skydda virket från svampangrepp vid sågverk. DDT användes i skogsbruket för att skydda plantorna och timret på upplagen vid pappers- och massabruken. Vid förbränning av kol, olja och bark för energiproduktion samt vid oljespill släpptes PAH ut i omgivningarna. Från fabriker som använde returpapper (med inslag av självkopierande papper) kunde PCB spridas (SGU, 2014). PFAS och TBT kan ha använts vid olika pappersbehandlingar vid pappersbruken. TBT har även använts som träskyddsmedel.

Kvicksilver och metylkvicksilver

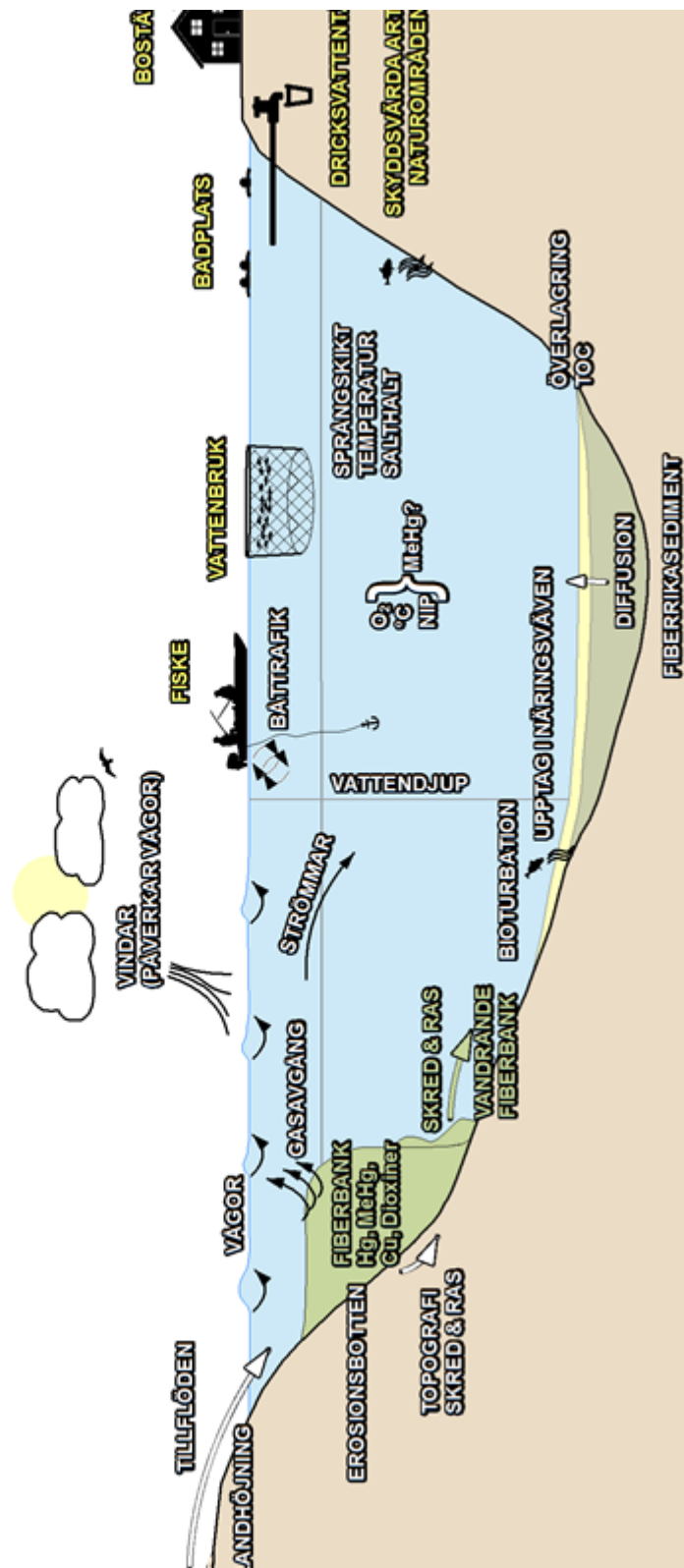
Kvicksilver är en vanligt förekommande förorening i de fiberhaltiga sedimenten. Forskning visar att bildning, tillgänglighet och spridning av organiska former av kvicksilver, i huvudsak metylkvicksilver (MeHg, kemisk form CH_3Hg^+) är mest kritiskt för ackumulering av kvicksilver i biota (Naturvårdsverket, 2006). Bildning av metylkvicksilver styrs av koncentrationen av neutrala kvicksilversulfider i porvattnet, samt tillgången på energirika kolföreningar.

I sedimenten kan kvicksilver förekomma bundet till organiskt material, som cinnober (HgS) eller som metylkvicksilver (CH_3Hg^+) (SGU, 2014).

2.2. Konceptuell modell

I Figur 1 redovisas en konceptuell modell över de olika aspekter som kan påverka riskbilden vid en fiberbank eller ett område med fiberrika sediment.

Faktorer som kan påverka vilken risk ett fiberområde utgör innefattar både sådant som påverkar spridningen, som till exempel vågor, vind och strömmar, risk för skred och ras samt vattendjup, och också sådant som påverkar hur skyddsobjekt exponeras för föroreningar i fiberbankarna, som t.ex. närhet till bostäder och badplatser, konsumtion av fisk och dricksvatten, samt om skyddsvärda organismer finns i närområdet.



Figur 1. Konseptuell modell, gul text visar på skyddsobjekt, vit text faktorer som påverkar spridning.

3. Provtagning

I *Fiberbanksprojektet, Kartläggning av fiberhaltiga sediment längs Västernorrland kust* (2010-2014, se vidare i SGU, 2014) utvecklade Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Länsstyrelsen i Västernorrland en metodik för att identifiera och kartlägga fiberhaltiga sediment. Metoden som valdes består av två olika hydroakustiska mätsystem, bottenyteavbildande, med multistrålekolod, interferometrisk sonar och sidoavsökande sonar samt bottenpenetrerande med reflektionsseismik och sedimentekolod. De olika metoderna kompletterar varandra och ger kunskap om lokal geologi och lokala sedimentdynamiska förhållanden och användes därför tillsammans för att lokalisera fiberhaltiga sediment. Som komplement genomfördes vid SGU:s undersökning sedimentprovtagning för att bekräfta tolkningarna av de hydroakustiska mätningarna och för att genomföra miljökemisk analys. Mer information om både de hydroakustiska metoderna och olika metoder för sedimentprovtagning redovisas i SGU, 2014.

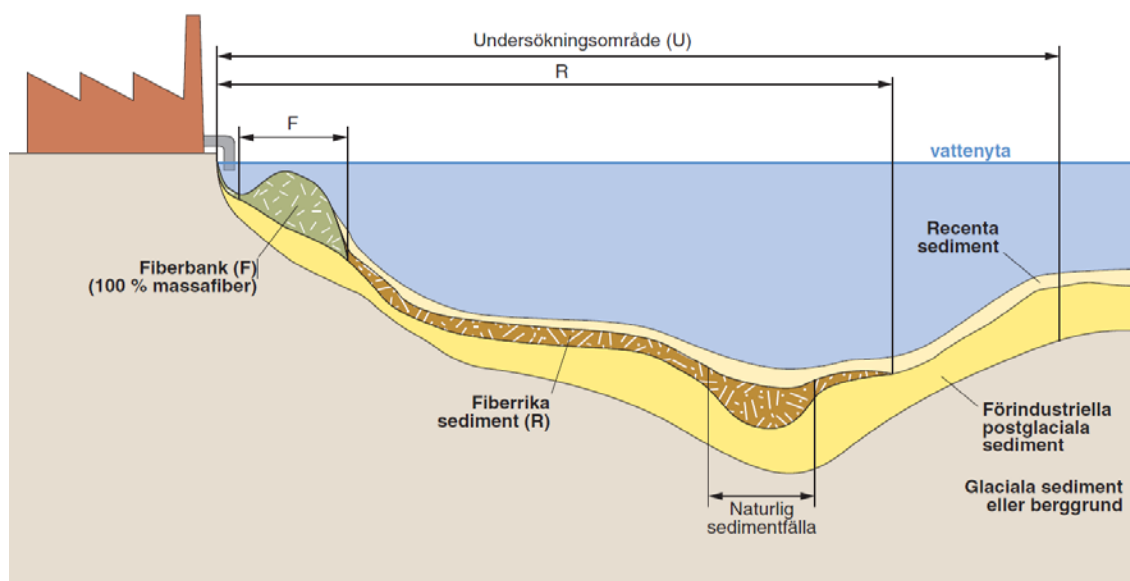
Samma metoder rekommenderas för identifiering och undersökning av tidigare ej undersökta fiberbankar.

De hydroakustiska undersökningarna ger information om fiberbankens utbredning, vattendjup, bottenpografi och eventuellt gasavgång. Sedimentprovtagning och analys ger information om föroreningshalter och haltfördelning, överlagring, typ av fiber och gasavgång. Samtidig mätning av fysikalisk-kemiska parametrar i vattenprofilen (främst temperatur, salthalt, syrgashalt och redox) kan ge information om språngskikt och syreförhållanden på botten.

Undersökningarna inom Fiberbanksprojektet visade att massafiber generellt förekommer som två typer, fiberbankar med rena massafibrer och fiberrika sediment, där fibrerna är uppblandade med naturliga sediment. Fiberbankarna ligger generellt deponerade direkt utanför utsläppskällan (men kan även vara lokaliserade i t.ex. en älvmyrning) medan de fiberrika sedimenten oftast är utspridda över en större yta, se Figur 2. Då fiberbankarna ofta är lokaliserade på litet vattendjup är de sällan överlagrade, medan de fiberrika sedimenten ofta, men långt från alltid, är överlagrade av nyare sedimentlager. Sedimentproverna visade att flertalet av fiberbankarna och de fiberhaltiga sedimenten är kontaminerade med ett eller flera ämnen och att dessa ämnen inte alltid går att spåra till den historiska verksamheten i närheten. Halterna ökar inte alltid med ökat sedimentdjup utan de högsta halterna har i flera fall uppmätts i de ytligaste proverna.

Metodutvecklingen visade att fiberrika sediment kan detekteras genom sedimentekolods- och seismikmätningar i kombination med data från sidoavsökande sonar och multistråleekolod. Automatisk klassning av sedimenten med hjälp av datormodeller behöver kompletteras med empiri från sedimentprovtagning, kunskap om utsläppskällor, havsbottens

uppbyggnad och sedimentdynamik för att undvika att områden som har liknande hydroakustisk signatur klassas som fiberbankar eller fiberrika sediment.



Figur 1. Schematisk bild som visar hur och var fiberbankar (F) och fiberrika sediment (R) förekommer i anslutning till utsläppspunkter i undersökta områden (U). Från SGU (2014).

4. Riskklassning av fibersediment

I slutet av 1990-talet publicerade Naturvårdsverket Metodik för Inventering av Förorenade Områden, MIFO (Naturvårdsverkets rapport 4918).

Metodiken utvecklades med syfte att göra det möjligt att utföra enhetliga riskbedömningar med rimlig säkerhet. Metodiken har sedan slutet av 1990-talet använts av Sveriges Länsstyrelser som till dags dato har riskklassat mer än 20 000 objekt enligt metodiken. MIFO-metodiken är anpassad för att kunna användas på en lång rad olika objekt och är främst utvecklad för objekt på land.

Fiberbankar och fiberrika sediment är en speciell typ av förorenade områden med specifika egenskaper. Hur stor risk en fiberbank utgör beror på en rad parametrar, vissa generella och likvärdiga med förorenade områden på land, andra specifika för just fiberbankar. De specifika riskkriterierna utgörs t.ex. av ämnen som ofta påträffas i fiberbankar och olika parametrar kopplade till spridning av föroreningarna. I föreliggande kapitel beskrivs hur riskklassning av fiberhaltiga sediment kan göras med hjälp av den riskklassningsmodell som återfinns i Bilaga A.

Kapitelindelningen och de inledande texterna (markerade med fet- eller kursiv stil) är hämtade från Naturvårdsverkets metodik.

Exempel: I nedanstående kapitel redovisas även ett exempel på en riskklassning, av området med fiberhaltiga sediment utanför Hallstanås pappersbruk i Kramfors kommun. Denna text står inramat.

4.1. Föroreningarnas farlighet (F)

Här bedöms hälso- och miljöfarligheten hos föroreningarna på objektet.

4.1.1. Bakgrund

Man behöver veta vilka föroreningar som finns på objektet.

Beroende på hur omfattande undersökningar som utförts på objektet kan kunskapen om vilka föroreningar som finns variera. De fiberområden som har undersökts i första delen av fiberbanksprojektet (SGU, 2014) eller genom andra undersökningar har generellt provtagits och analyserats för kemiska ämnen vilket innebär att det finns viss kunskap om föroreningar på det aktuella objektet. Om så inte är fallet finns det vissa föroreningar som generellt är associerade till fiberbankar och fiberrika sediment.

Generellt kan sägas att pappers- och massabruken ofta släppte ut kvicksilver, tungmetaller, klorföreningar såsom HCB, dioxiner och furaner, DDT, PAH och i vissa fall PCB (se kapitel 2.1).

4.1.2. Bedömning av risker

Risken beror på hälso- och miljöfarligheten hos föroreningarna på objektet.

I MIFO-metodiken har ett antal ämnen bedömts med hänsyn till dess farlighet i en fyrgradig skala från låg till mycket hög. Dessa ämnen inkluderar både enskilda ämnen (såsom koppar, arsenik och styren), ämnesgrupper (såsom PAH och bekämpningsmedel) och mer obestämda grupper (såsom färger, koncentrerade syror och oljeaska).

I modellen för riskklassning av fiberhaltiga sediment har ämneskategorierna anpassats. Endast ämnen som klassats ha hög och mycket hög farlighet inkluderas, då det är dessa ämnen som bedöms som relevanta för riskklassningen. Ämnesgrupperna har i vissa fall delats in i andra kategorier för att bättre anpassas till de ämnen som analyseras (t.ex. har PAH delats upp i PAH L, PAH M och PAH H) och produkter och blandningar som t.ex. skärvätskor, spilloljor och stenkolsolja har uteslutits. Även vissa analyserade ämnen, som sannolikt inte förekommer i fiberbankar då de ej är kopplade till pappers- eller fibermassaindustri har uteslutits (gäller främst ämnen kopplade till plastframställning). Gruppen bekämpningsmedel har uteslutits och istället har de enskilda bekämpningsmedlen DDT, HCB, HCH, TBT och klordaner inkluderats, då samtliga dessa är vanligt förekommande i fiberbankar (SGU, 2014:16). Dessutom har metylkvicksilver, ett betydande ämne för riskbedömning av fiberbankar, samt PFAS lagts till. Samtliga tillagda ämnen bedöms ha mycket hög farlighet. I övrigt har farligheten inte justerats, utan den farlighet som anges i MIFO har använts. Detta ger förbättrad möjlighet att

jämföra riskklassningen av fiberområden med riskklassning av objekt på land. I Tabell 1 listas de ämnen som anses relevanta för fiberhaltiga sediment.

Om något ämne påträffas som inte ingår i listan behöver det inkluderas i riskbedömningen och dess farlighet bedömas. Stöd för bedömning av ett ämnes farlighet finns till viss del i Naturvårdsverkets rapport 4918 (MIFO-handboken). Hänsyn bör dock tas till särskilda förhållanden i fiberområden.

Tabell 1. Bedömning av föroreningarnas farlighet för vissa ämnen, endast ämnen som bedömts ha hög eller mycket hög farlighet anses relevanta för riskklassningen och därför har enbart dessa inkluderats i modellen

Hög	Mycket hög
Kobolt	Arsenik
Koppar	Bly
Krom*	Kadmium
Nickel	Kviksilver
Vanadin	Metylkviksilver
Ammoniak	Krom VI
Väteperoxid	Bensen
Aromater	Cyanid
Alifater	Kreosot
Fenol	PAH L
Formaldehyd	PAH M
	PAH H
	Dioxiner
	Klorbensener
	Klorfenoler
	PCB
	DDT
	HCB
	HCH
	Klordaner
	TBT
	PFAS

*Om Krom VI inte förekommer

Ämnen som misstänks på objektet men som inte har analyserats, och där halterna därmed är okända läggs in i separat textruta. Ingen automatisk riskklassning kan göras med hänsyn till dessa ämnen, men informationen följer med till utdraget och hänsyn tas till dessa ämnen vid justering av den automatiska riskklassen, se kapitel 5.

Exempel föroreningarnas farlighet: Vid Hallstanäs träsliperi har kvicksilver, arsenik, kadmium, krom, koppar, bly och zink konstaterats. Organiska ämnen har inte analyserats. Dessutom har metylkvicksilver analyserats i ett fåtal (8 stycken) prover. Det finns ingen tydlig särskiljning av vilka ämnen som konstaterats i fiberbank och vilka ämnen som konstaterats i de fiberrika sedimenten. Samtliga ovan angivna ämnen kryssas därför i för både fiberbank och fiberrika sediment. Inga övriga ämnen kryssas i, men eventuellt hade man kunnat misstänka även några organiska ämnen, och då kryssat i även dessa. Inga misstänkta ämnen, som inte analyserats, anges.

Fiberbank		Fiberrika sediment		KLICKA HÄR FÖR ATT BEKRÄFTA VAL AV ÄMNER
Hög farlighet	Mycket hög farlighet	Hög farlighet	Mycket hög farlighet	
☐ Kobolt	☒ Arsenik	☐ Kobolt	☐ Arsenik	
☒ Koppar	☒ Bly	☐ Koppar	☐ Bly	
☐ Krom	☒ Kadmium	☐ Krom	☐ Kadmium	
☐ Nickel	☒ Kviksilver	☐ Nickel	☐ Kviksilver	
☐ Vanadin	☒ Metylkviksilver	☐ Vanadin	☐ Metylkviksilver	
☐ Ammoniak	☒ Krom VI	☐ Ammoniak	☐ Krom VI	
☐ Väteperoxid	☐ Natrium (metall)	☐ Väteperoxid	☐ Natrium (metall)	
☐ Aromater	☐ Bensen	☐ Aromater	☐ Bensen	
☐ Alifater	☐ Cyanid	☐ Alifater	☐ Cyanid	
☐ Fenol	☐ Kreosot	☐ Fenol	☐ Kreosot	
☐ Formaldehyd	☐ PAH L	☐ Formaldehyd	☐ PAH L	
	☐ PAH M		☐ PAH M	
	☐ PAH H		☐ PAH H	
	☐ Dioxiner		☐ Dioxiner	
	☐ Klorbensener		☐ Klorbensener	
	☐ Klorfenoler		☐ Klorfenoler	
	☐ PCB		☐ PCB	
	☐ DDT		☐ DDT	
	☐ HCB		☐ HCB	
	☐ HCH		☐ HCH	
	☐ Klordaner		☒ Klordaner	
	☐ TBT		☐ TBT	
	☐ PFOS		☐ PFOS	
<u>Övriga ämnen som påträffats i sedimenten</u> (skriv namn i blåa fältet och kryssa i rutan):		<u>Övriga ämnen som påträffats i sedimenten</u> (skriv namn i blåa fältet och kryssa i rutan):		
☐ Ämne A	☐ Ämne E	☐ Ämne A	☐ Ämne E	

Figur 2. Föroreningarnas farlighet vid fiberområdet utanför Hallstanäs f.d. träsliperi

4.2. Föroreningsnivån (N)

Här bedöms riskerna som beror på hur förorenat objektet är vad gäller halter, mängder och volymer förorenade massor.

Föroreningsnivån bedöms för varje förorening separat i vart och ett av de medier där den förekommer. För fiberhaltiga sediment bedöms föroreningsnivån endast i sedimenten.

4.2.1. Bakgrund

Man behöver veta vilken halt som finns av varje förorening i vart och ett av de medier där de förekommer, vilken mängd som totalt finns av varje förorening på objektet och vilken volym förorenade massor som totalt finns på objektet.

Generellt krävs att provtagning och analyser ska ha genomförts för att kunna bedöma föroreningshalter i fiberområdena. Sediment med likartat

utseende kan hålla mycket olika föroreningshalter. Om handläggaren misstänker att andra ämnen än de som analyserats på objektet finns anges dessa i fliken *Föroreningarnas farlighet (F)*, i separat textruta. Ingen automatisk bedömning av risken kopplat till dessa görs, men hänsyn tas till de misstänkta ämnena vid justering av den automatiska riskklassningen. Denna justering görs i fliken *Utdrag*.

Utbredningen av en fiberbank bedöms med fördel med någon typ av hydroakustiskt mätinstrument. Om en provtagare med tillräcklig räckvidd ner i sedimenten används kan förutom fiberbankens utbredning i plan även dess mäktighet mätas. Detta ger möjlighet att bedöma volymen fibrer och tillsammans med föroreningshalten därmed volymen förorening (se kapitel 3).

Även utbredningen av fiberhaltiga sediment kan med varierande precision bedömas med hjälp av hydroakustiska mätsystem. Mer information om hur utbredningen bedöms ges i SGUs rapport 2014:16 (SGU, 2014).

4.2.2. Bedömning av risker

Risken beror på hur allvarliga effekter halterna kan ge, i vilken grad objektet är påverkat av punktkällor, om föroreningsmängden är liten eller stor, om volymerna förorenade massor är små eller stora.

Bedömning av tillstånd

Här bedöms risker relaterade till hur allvarliga effekter uppmätta halter kan innebära. Uppmätta halter på objektet jämförs med effektbaserade värden och leder till en effektbaserad bedömning.

Effektbaserade värden för föroreningar i svenska sediment finns endast utvecklat för ett fåtal ämnen. Vissa andra länders miljömyndigheter har utvecklat effektbaserade värden för fler ämnen. Vid riskklassning av fibersediment hänvisas till gränsvärden som används inom vattenförvaltningen (EQS) från HaV (HVMFS 2015:4) i de fall detta finns och i övriga fall jämförvärden från kanadensiska CCME (PEL-värden) (CCME, n.d.). HCB finns inte med i någon av ovan nämnda källor men däremot i Naturvårdsverkets statistiska tillståndsklassning av organiska miljögifter i sediment längs Sveriges kust (i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav, NV rapport 4914). I Tabell 2 redovisas vilka ämnen som fanns med i ovan nämnda källor i november 2015. För övriga ämnen rekommenderas handläggaren göra en sökning för att finna lämpliga jämförvärden. Jämförvärden uppdateras kontinuerligt och det är viktigt att använda aktuella värden. Ovan nämnda källor kan uppdatera sina jämförvärden och andra källor kan tillkomma som har bättre lämpade jämförvärden.

Tabell 2. Jämförvärdeslista, x: jämförvärde finns i HaV/HaV samt CCME, (x): jämförvärde finns för något eller några separata ämnen i ämnesgruppen alt för HCB, ämnet finns med i statistisk tillsåndsklassning i sediment längs Sveriges kust, inget kryss: jämförvärde finns inte i HaV, CCME eller statistisk tillståndsklassning.

Hög farlighet	JV finns	Mkt hög farlighet	JV finns
Kobolt		Arsenik	x
Koppar	x	Bly	x
Krom	x	Kadmium	x
Nickel		Kvicksilver	x
Vanadin		Metylkvicksilver	
Ammoniak		Krom VI	x
Väteperoxid		Bensen	
Aromater		Cyanid	
Alifater		Kreosot	
		PAH L	(x)
		PAH M	(x)
		PAH H	(x)
		Dioxiner	x
		Klorbensener	
		Klorfenoler	
		PCB	x
		DDT	x
		HCB	(x)
		HCH	(x)
		Klordaner	x
		TBT	x
		PFOS	

Som princip för indelning av tillstånd används den som föreslås i MIFO-rapporten, och redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Principer för indelning av tillstånd. RV: riktvärde, dvs. effektbaserat värde

	Mindre allvarligt	Måttligt allvarligt	Allvarligt	Mycket allvarligt
Indelning av tillstånd	< RV	1-3 gånger RV	3-10 gånger RV	>10 gånger RV

Tillståndet bedöms i modellen utifrån föroreningshalt (maxhalt eller 90:e percentilen beroende på antal prov, se modellbeskrivningen). Föroreningshalten jämförs med angivna riktvärden och avvikelserna beräknas som mindre allvarlig – mycket allvarlig.

Avvikelse från jämförvärde

Här bedöms i vilken grad objektet är påverkat av punktkällor.

För detta används ett jämförvärde som skall motsvara halten som skulle finnas i sedimenten om det inte var påverkat av punktkällan, det vill säga ett bakgrundsvärde. Ofta finns denna halt (jämförvärdet/bakgrundshalten) i den närregion som objektet ligger inom under förutsättning att inte punktkällor påverkat även där.

Om bakgrundshalt har analyserats används dessa halter som jämförvärden. Jämförvärden för sediment återfinns för ett flertal ämnen i Naturvårdsverkets rapport 4918 (Naturvårdsverket, 1999b). I Tabell 4 redovisas vilka ämnen som finns med i MIFO-handbokens indelning av avvikelse från jämförvärde. Flertalet organiska ämnen finns inte med, liksom ett antal grundämnen. För dessa ämnen rekommenderas att bakgrundshalter analyseras i opåverkade sedimentprover från närområdet.

Tabell 4. Indelning av avvikelse från jämförvärde i MIFO-handboken. x: Indelning finns för både sjö- och havssediment, (x): indelning finns endast för havssediment och för PAH:er för annan gruppindelning (PAH11), inget kryss: indelning finns inte

Hög farlighet	Indelning finns	Mkt hög farlighet	Indelning finns
Kobolt	x	Arsenik	x
Koppar	x	Bly	x
Krom	x	Kadmium	x
Nickel	x	Kvikksilver	x
Vanadin	x	Metylkvikksilver	
Ammoniak		Krom VI	
Väteperoxid		Bensen	
Aromater		Cyanid	
Alifater		Kreosot	
		PAH L	(x)
		PAH M	(x)
		PAH H	(x)
		Dioxiner	
		Klorbensener	
		Klorfenoler	
		PCB	(x)
		DDT	(x)
		HCB	(x)
		HCH	(x)
		Klordaner	(x)
		TBT	
		PFOS	

Som princip för indelning av avvikelse från jämförvärde används den som föreslås i MIFO-rapporten, och redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. Principer för indelning av avvikelse från jämförvärde. JV: jämförvärde

	Ingen eller liten påverkan av punktkälla	Trolig påverkan av punktkälla	Stor påverkan av punktkälla	Mycket stor påverkan av punktkälla
Avvikelse från jämförvärde	< JV	1-5 gånger JV	5-25 gånger JV	> 25 gånger JV

Avvikelse från jämförvärde bedöms i modellen utifrån föroreningshalt (maxhalt eller 90:e percentil). Halten jämförs med jämförvärde/bakgrundshalt och avvikelse från jämförvärdet beräknas som ingen – mycket stor påverkan från punktkälla.

Mängd och volym

Här bedöms risker relaterade till om föroreningsmängden är liten eller stor.

Med utgångspunkt i de fiberbankar som SGU undersökt längs Västernorrlands kust har volymerna delats in i liten, måttlig, stor och mycket stor. I SGU:s rapport anges fiberbankarnas och de fiberrika sedimentens utbredning, men inte dess medelmäktighet. Däremot anges flera separata mäktighetsangivelser, baserade på de sedimentprover som uttagits. Utifrån dessa separata angivelser har 2 m antagits som medelmäktighet för en fiberbank och 0,5 m som medeldjup för fiberrika sediment. Dessa siffror har använts för att omvandla area till volym. Ett av syftena med det pågående FIN-projektet är att få fram volymer för fiberområden. När resultaten från FIN-projektet är redovisade kan det därför finnas anledning att uppdatera denna indelning.

Gränsen mellan liten och måttlig ligger ungefär vid 5:e percentilen av areorna i SGU:s undersökning, gränsen mellan måttlig och stor ungefär vid medelarean och gränsen mellan stor och mycket stor ungefär vid 90:e percentilen, se Tabell 6.

Tabell 6. Principer för indelning av volym fiberbank eller fiberrika sediment, framtagna enligt ovan

	Fiberbank [m ³]	Fiberrika sediment [m ³]
liten	<6000	<25 000
måttlig	6 000-100 000	25 000 - 400 000
stor	100 000 - 200 000	400 000 - 1 000 000
mycket stor	>200 000	>1 000 000

Mängden förorenade massor beräknas i modellen utifrån angiven volym och föroreningshalt (medelhalten anges). Denna mängd klassas sedan som liten, måttlig, stor eller mycket stor enligt samma kriterier som i den generella MIFO-metodiken, se Tabell 7.

Tabell 7. Principer för indelning av mängd förorening

	Liten	Måttlig	Stor	Mycket stor
Mängd förorening med mycket hög farlighet	-	-	några kilo	tiotals kilo
Mängd förorening med hög farlighet	-	några kilo	tiotals kilo	hundratals kilo

Sammanvägning av föroreningsnivå

Föroreningsnivån bedöms för varje förorening separat genom att väga samman tillstånd, avvikelse från jämförvärde, mängd förorening och volym förorenade massor.

Sammanvägningen görs konservativt så att den faktor som ger störst avvikelse/klassning avgör den sammanvägda föroreningsnivån.

Exempel föroreningsnivå: Vid Hallstanäs har fiberområdets utbredning bedömts med side scan sonar och penetrerande ekolod. I rapporteringen har ingen tydlig särskiljning mellan fiberbank och fiberrika sediment gjorts, även om det framgår att båda typerna finns. Utifrån en karta har områdenas storlek uppskattats till 140 000 m² fiberområde och 80 000 m² fiberrika sediment. Sannolikt är fiberbankens yta något överskattad i förhållande till ytan fiberrika sediment. Medelmäktigheten har uppskattats utifrån information om ett antal mätningar (Figur 3).

Föroreningshalter har inte angetts separat för de två typerna av fiberområden. Informationen bör finnas i underlagsmaterial till rapporterna, men den statistiska sammanställning som redovisas har använts för både fiberbanken och de fiberrika sedimenten. Man har inte analyserat bakgrundshalt, så generella jämförvärden används för att bedöma avvikelse. CCME PEL för sötvatten används för att bedöma tillstånd. För metylkvicksilver finns inte information i någon av dessa källor. Där används istället en screening benchmark från amerikanska EPA, respektive ett fiktivt värde för bakgrundshalt (då det inom detta projekt inte funnits tid att söka i databaser efter jämförvärden och bakgrundshalter. Metyleringsgraden beräknas i fliken Hjälpformler utifrån de prov där metylkvicksilver analyserats (Figur 3).

Välj en fiberbank eller ett fiberrikt sediment														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195
196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225
226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255
256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285
286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315
316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330
331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345
346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375
376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390
391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405
406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435
436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450
451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465
466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495
496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510
511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525
526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540
541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555
556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570
571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585
586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615
616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630
631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645
646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660
661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675
676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690
691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705
706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735
736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750
751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765
766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780
781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795
796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810
811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825
826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840
841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855
856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870
871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885
886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900
901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915
916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930
931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945
946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960
961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975
976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990
991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005

Figur 3. Föroreningsnivå i fiberbank vid Hallstanäs.

Beräkna metyleringsgrad				
Provbeteckning	MeHg-halt [ng/kg]	MeHg-halt [mg/kg TS]	Hg-halt [mg/kg TS]	Metyleringsgrad
Test1	8,32	0,0000832	7,03	0,00012%
Test2	16,2	0,0000162	7,38	0,0002%
Test3	2,24	0,00000224	1,33	0,0002%
Test4	13,4	0,0000134	2,49	0,0005%
Test5	7,73	0,00000773	4,01	0,0002%
Test6	1,44	0,00000144	2,87	0,0001%
Test7				#DIV/0!
Test8				#DIV/0!
Test9				#DIV/0!
Test10				#DIV/0!
Medelmetyleringsgrad				0,00021%
Detta värde anges i fliken Föroreningsnivå (N)				

Figur 4. Medelmetyleringsgrad i fiberområde vid Hallstanäs.

4.3. Spridningsförutsättningar

Här bedöms de risker som beror på hur snabbt föroreningar, i halter och mängder som kan medföra risk för negativa effekter, kan spridas i olika medier och från ett medie till ett annat.

4.3.1. Bakgrund

Man behöver ha kunskap om hur fort spridningen av föroreningar (i halter och mängder som kan medföra risk för negativa effekter) sker i och till olika medier.

Detta är särskilt viktigt vid riskklassning av fiberområden i vatten, då spridning ofta har avgörande betydelse för huruvida ett fiberområde innebär en stor eller liten risk. Därför fokuserar denna vägledning särskilt på spridningsförutsättningarna.

I ett inventerings- och riskklassningsskede finns ofta inte tillräckligt underlag för att kvantifiera spridningen. Däremot bör det vara möjligt att med rimlig noggrannhet beskriva om föroreningsspridning pågår eller kan komma att ske och i så fall ange storleksordningen på spridningshastigheten.

Flera faktorer påverkar förutsättningarna för föroreningsspridning från ett fiberområde. I Tabell 8 listas de faktorer som ingår i riskklassningsmodellen för fiberområden.

Forskning pågår kopplat till flera av de faktorer som påverkar spridning, både i vattenfasen och i näringsväven, inom TREASURE-projektet (Uppsala universitet, 2014; SGU, 2014) och REACT-projektet (Umeå universitet, 2014). Projektet kommer att slutredovisas under 2017.

Tabell 8. Faktorer som påverkar förutsättningarna för föroreningsspridning i ett fiberområde

Allmänt	Faktorer som bidrar till eller begränsar spridning		Framtida spridning
	till vattenfasen	i näringsväven	
Vattenförekomst	Strömmar	Konstaterat upptag i näringsväven	Havsnivåförändringar
Area/volym	Vårflod eller liknande periodiska händelser	Förekomst av växt- och djurliv	Klimatförändringar
Vattendjup	Båttrafik	Salinitet	
Skredkänslighet	Bioturbation	Temperatur	
Fiberbank eller fiberrika sediment	Gasavgång	Temperaturhöjande utsläpp	
Typ av fibrer i sedimentet	Vågor		
	Överlagring, muddrings-påverkat sediment/dumpningar		
	Språngskikt		

Information om de faktorer som påverkar spridningsförutsättningarna behöver sökas från flera olika källor. Nedan listas exempel på källor. Mer information om begreppen finns i ordlistan i kapitel 7 (gäller understrukna ord).

Allmänna egenskaper

Bland de allmänna egenskaperna finns sådana som är kopplade till fiberbankens storlek, topografi och typ av fiber, samt sådant som är kopplat till vattenförekomstens typ och djup. Vissa av dessa egenskaper riskklassas genom automatisk riskklassning (vattendjup, skredkänslighet samt typ av fiber), medan andra (vattenförekomst, area) anges i modellen och används vid expertbedömning och justering av de automatiskt beräknade riskklasserna.

- **Vattenförekomst:** Om fiberförekomsten är belägen i ett vattendrag, en sjö eller längs kusten har betydelse för hur strömmar och vågor påverkar fiberbanken.

- **Area:** Fiberförekomstens ytareal påverkar hur stor spridningsbenägenheten är, genom att en större mängd fibrer utsätts för spridningspåverkan om fiberförekomsten är stor. Information fås fram från fältundersökningar.
- **Vattendjup:** Från fältundersökningar, mätning med ekolod eller liknande.
- **Skredkänslighet:** Skredkänslighet påverkas av en lång rad faktorer, såsom topografin (information fås från fältundersökningar, mätning med ekolod eller liknande), material i de fiberhaltiga sedimenten och under, portryck, hållfasthet med mera. Forskning kring vad som påverkar fiberbankars skredkänslighet pågår inom TREASURE-projektet.
- **Typ av fibrer.** Från små trådliknande till grövre fibrer där träråvaran kan identifieras. Från provtagning vid fältundersökningar. Kan eventuellt även ses vid bottenyteavbildande undersökningar, om fibrerna ligger i ytan.

Spridning i vattenfasen

Spridning i vattenfasen riskklassas automatiskt (mer information om den automatiska riskklassningen nedan).

- **Strömmar** I Östersjön och Västerhavet finns inga permanenta strömmar utan vinden och vattenståndsförändringar är de främsta orsakerna till strömmar. Dessutom kan utströmmande vatten från vattendrag som mynnar i närheten orsaka strömmar. I vattendrag mäter och beräknar SMHI flödena med hjälp av ett antal fasta mätstationer och modellen S-HYPE. Informationen är fritt tillgänglig genom SMHI:s Vattenwebb (SMHI, n.d.(a)). På Vattenwebben finns både historiska data och en tjänst med beräknade nutida data (HydroNu). Strömningsriktningen är vriden i förhållande till vindriktningen och vattenströmmar vrids under vattenytan. Mer information om dessa effekter fås i ordlistan (kapitel 7). Ofta ligger fiberbankarna och de fiberrika sedimenten i skyddade vattenområden där strömningsförhållandena är annorlunda än ute på öppet vatten. I riskklassningsmodellen anges de strömmar som råder direkt över fiberbanken och inte generella strömmar i området.
- **Utsläpp** Om utsläppspunkter, för till exempel processvatten finns i de fiberhaltiga sedimentens närområde kan strömmar från dessa störa vatten och sediment och bidra till uppvirvling och spridning till vattenfasen.
- **Reglering i vattendrag** Om de fiberhaltiga sedimenten är belägna i ett reglerat vattendrag kan stora vattenståndsvariationer påverka spridningen.

- **Båttrafik** Om båttrafik finns på platsen avgörs bäst genom platsbesök eller genom studier av farleder på aktuellt sjökort. Närbelägna hamnar kan ge information om tung fartygstrafik förekommer. Information om maritim trafik har också sammanställts i Naturvårdsverkets rapport 6376 där en kartering av fysiska påverkansfaktorer för marin miljö genomfördes (Naturvårdsverket, 2010). Informationen kan laddas ned från Naturvårdsverkets Miljödataportalen genom en sökning på "6376".
- **Bioturbation** Fältundersökningar kan visa om det finns djur som kan störa sedimenten.
- **Gasavgång** Gasavgång ses vid fältundersökningar med hydroakustiska mätinstrument alternativt vid provtagning med metod som inte stör sedimenten. Gasavgången ses ofta som så kallade pockmarks, kratrar, i sedimenten.
- **Vågor** Huruvida vågrörelser på platsen kan påverka fiberområdet beror till stor del av vågbasens djup i förhållande till hur djupt under vattenytan fiberområdet är beläget. Huruvida påverkan sker avgörs genom en expertbedömning av handläggaren. Hur stora vågor som kan finnas på den aktuella platsen varierar beroende på vindens påverkan på platsen, om fiberområdet är beläget på öppet vatten, i en skyddad vik, i en skiktad sjö etc. Mer information om vågor finns i ordlistan i kapitel 7.
- **Överlagring** kan endast bedömas genom provtagning och analys. I denna bedömning inkluderas även om sedimenten bedöms vara muddringspåverkade eller om dumpning har skett på platsen. Om muddringspåverkan eller dumpning skett kan manuell justering av riskklassen krävas, detta görs i så fall sist i fliken Spridningsförutsättningar.
- **Språngskikt** upptäcks genom att analysera temperatur och salthalt i profiler i vattenytan. Om språngskikt förekommer är det oftast utvecklat under sommaren och vintern när vatten på olika djup håller olika temperatur, för att lösas upp under höst- och våromrörningar.

Upptag i näringsväven

Det finns för lite kunskap om hur olika faktorer påverkar upptag i näringsväven för att kunna genomföra en automatisk klassning av risken. Det är däremot känt vilka faktorer som till stor grad påverkar upptaget. De som tas upp i riskklassningsmodellen är förekomst av växt- och djurliv, salinitet och temperatur (inkl temperaturhöjande utsläpp). Dessa riskfaktorer nämns endast i modellen med möjlighet att ange om de finns eller ej. En expertbedömning av risken för upptag görs, om upptag inte har konstaterats. Om upptag har konstaterats anges detta och risken för upptag i näringsväven bedöms därmed automatiskt som hög. Det pågår forskning kring upptag och spridning i näringsväven inom TREASURE-projektet, vilket slutredovisas år 2017. Denna forskning kan visa på att fler faktorer är viktiga för upptaget och kan också visa hur stor betydelse olika faktorer har för spridning i näringsväven.

- **Konstaterat upptag i näringsväven** I vissa fall har undersökningar genomförts som konstaterat att upptag i näringsväven finns, t.ex. undersökningar av metallhalter i fisk eller snäckor. Om ett konstaterat upptag finns bör risken för spridning i näringsväven bedömas som mycket stor.
- **Förekomst av växt- och djurliv** kan leda till spridning av föroreningar, både genom uppvirvling av förorenade sediment, samt genom upptag och spridning i näringsväven. Kan ses vid fältundersökningar, till viss del vid sedimentprovtagning, men särskilt vid fältundersökningar särskilt riktade mot undersökningar av biota.
- **Salinitet** påverkar upptaget av flera metaller, genom att en ökad salthalt minskar biotillgängligheten. Detta gäller bland annat för kvicksilver, vilket är en av de mest betydelsefulla föroreningarna i fiberområden (Hall & Anderson, 1995).
- **Temperatur** Upptaget ökar vid högre temperatur.
- **Temperaturhöjande utsläpp** förekommer i flera fall intill fiberområden, pga industriers utsläpp av kylvatten. Detta kan påverka temperaturen på bottenvattnet, vilket i sin tur påverkar upptaget i näringsväven, och även graden av metylering.

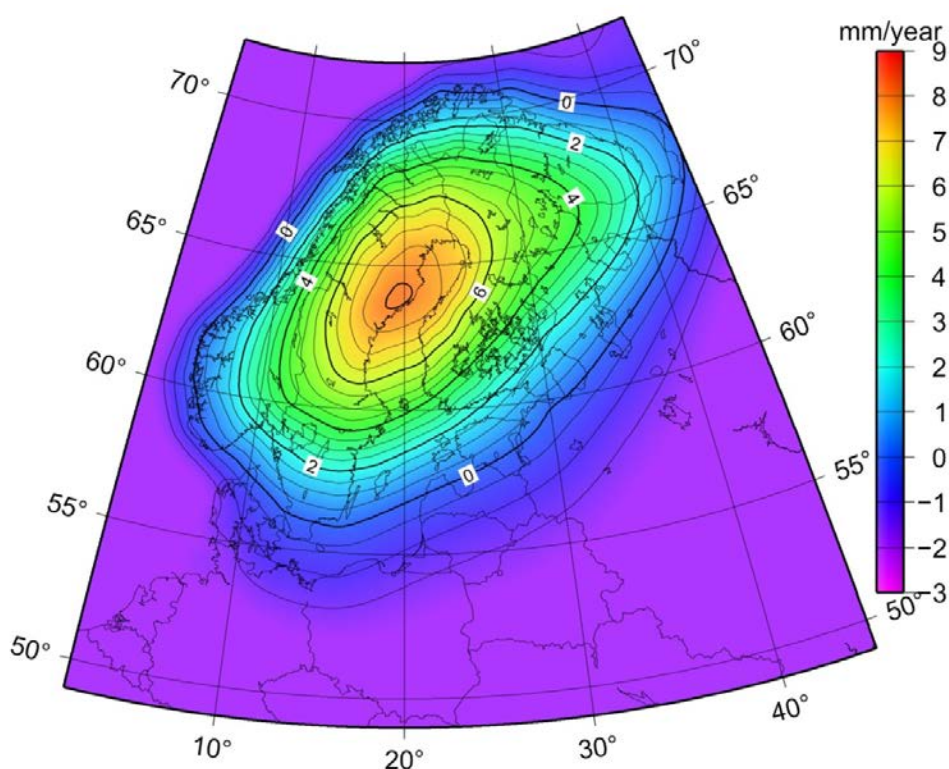
I vissa fall kan även ytterligare analyser ha genomförts i eller omkring de fiberhaltiga sedimenten som kan ge mer information om upptag i näringsväven. Dessa kan till exempel inkludera biotillgänglighetsmätningar, porvattenanalyser, passiv provtagning, mätning av biotillgänglig fas etcetera. Om liknande analyser har genomförts inkluderas resultaten från dessa i expertbedömningen av huruvida upptag i näringsväven kan förväntas. Information anges i kategorin Övrigt i riskklassningsmodellen.

Framtida spridningsförutsättningar

Hur spridningsförutsättningarna förändras i framtiden är till stora delar platsspecifikt och därmed inte möjligt att bedöma genom automatisk riskklassning. Sådant som kan påverka är till exempel om båttrafik, bioturbation eller liknande kan komma att förändras med tiden. En allmän faktor som påverkar framtida spridningsförutsättningar är havsnivåförändringar. Klimatförändringar är en annan faktor som kan påverka framtida spridningsförutsättningar.

I riskklassningsmodellen anges havsnivåförändring, klimatförändring och övriga faktorer som kan påverka framtida spridningsförutsättningar. Därefter görs en expertbedömning av hur stora spridningsförutsättningar bedöms vara i framtiden.

- **Havsnivåförändringar** Varierar beroende på var i landet fiberförekomsten finns. Den årliga havsnivåförändringen har beräknats av Lantmäteriet med landhöjningsmodellen NKG2005LU. I Figur 3 redovisas havsnivåförändringarna i Sverige.



Figur 5. Apparent landhöjning (havsnivåförändring) i Sverige, beräknad med landhöjningsmodellen NKG2005LU (Lantmäteriet, 2015).

- **Klimatförändringar** Klimatmodeller visar att vindhastigheterna i östersjöområdet kommer att öka med upp till 15 procent till år 2100 som en effekt av klimatförändringarna (Jönsson, 2005, hänvisning till Meier et al, 2005). Beräkningar visar också att 90:e percentilen

av den signifikanta våghöjden kommer att öka med upp till 0,5 meter, särskilt längs östra sidan av östersjön men även i Bottniska viken (Jönsson, 2005). Detta innebär att resuspension orsakad av vindar sannolikt kommer att öka som en effekt av klimatförändringarna, denna effekt är särskilt tydlig i Bottenhavet (och på östra sidan av Östersjön, men detta område är inte inkluderat i föreliggande projekt).

Klimatförändringarna kommer även leda till högre temperaturer, både i luft och vatten. Östersjön är det hav som tycks värmas upp snabbast i världen (SMHI, 2015). Enligt en forskningsrapport från Helcom från 2007 är det troligt med en temperaturökning på 3-5 grader under de närmaste hundra åren. I norra delen av Östersjön uppstår den största temperaturhöjningen under vintertid, medan temperaturhöjningen blir som störst under sommartid i södra Östersjön. Detta kommer leda till kortare perioder av istäcken. Klimatförändringarna kommer även att leda till ökad nederbörd i området, särskilt i norra Östersjön. Detta skulle leda till ökade flöden från nordliga tillflöden och minskade flöden från sydliga avrinningsområden. Enligt Helcoms rapport är det också sannolikt att salthalten i Östersjön sjunker. Ekosystemen i Östersjön kan komma att påverkas, så att arter som gynnas av varmare temperaturer, som till exempel cyanobakterier (vilka står för en övervägande del av algbloomingen i Östersjön) gynnas. Påverkan på lägre trofinivåer kan även ha påverkan högre upp i näringsväven (Helcom, 2007). Det bör noteras att forskning kring klimatförändringarnas effekter innehåller osäkerheter.

4.3.2. Bedömning av risker

Riskerna beror på om de beräknade/uppskattade spridningsförutsättningarna är små eller stora.

I den generella MIFO-metodiken görs en bedömning av riskerna med utgångspunkt i hur långt föroreningen kan förväntas spridas på ett år. För fiberbankarna krävs dock en mer utförlig bedömning av spridningsriskerna eftersom en lång rad faktorer måste bedömas för att kunna förutse möjlig spridning.

För risker kopplade till spridning av föroreningen görs manuella bedömningar i vissa fall och automatiska bedömningar i andra fall.

Spridning till vattenfasen bedöms automatiskt genom att varje faktor har tilldelats en viktning och varje värde för faktorn ett riskvärde. Vissa faktorer har getts större vikt än andra, då dessa bedöms mer betydande för spridningen till vattenfasen. Den summerade risken omvandlas till en sammanvägd förutsättning för spridning till vattenfasen i en fyrgradig skala, från små till mycket stora spridningsförutsättningar.

Spridning i näringsväven bedöms manuellt, genom att handläggaren avgör hur platsens specifika kombination av faktorer påverkar spridningen. De

sammanvägda förutsättningarna för spridning i näringsväven kan anges som små, måttliga, stora eller mycket stora.

De framtida spridningsförutsättningarna bedöms även de manuellt då flera olika faktorer är helt platsspecifika. Bedömningen görs inom en tregradig skala; ökade, likartade eller minskade spridningsförutsättningar.

Exempel spridningsförutsättningar: Information om de flesta faktorer som påverkar spridningen finns i de studier som genomförts inom fiberområdet utanför Hallstanäs. Informationen anges i excelen och de allmänna spridningsförutsättningarna samt spridning till vattenfasen klassas automatiskt. Kvicksilverupptag har konstaterats i fisk, vilket innebär att spridningsförutsättningarna i näringsväven klassas som mycket stora. Havsnivåförändringarna i Kramfors är >6 millimeter/år och enligt en klimat och sårbarhetsanalys kommer medeltemperatur och medelvattenföring stiga, vilket även det bedöms innebära att spridningsförutsättningarna i framtiden kommer att öka (Figur 3). Sammantaget resulterar detta i mycket stora spridningsförutsättningar.

<

Figur 6. Faktorer som påverkar spridning till vattenfasen och i näringsväven vid fiberområdet i Hallstanäs.

4.4. Känslighet (K) och skyddsvärde (S)

Här bedöms hur allvarligt man ser på att människa, växter och djur exponeras för föroreningarna på objektet i dag och i framtiden.

4.4.1. Bakgrund

Man behöver veta vilken exponering som människor och miljö kan utsättas för i dag och i framtiden. För att beskriva exponeringen behövs kunskap om var föroreningarna är lokaliserade idag och vart de kan spridas i halter och mängder som medför risk för negativa effekter. Det behövs även kunskap om hur det aktuella vattenområdet används idag, och hur det kan komma att användas i framtiden.

De faktorer som kan påverka känslighet och/eller skyddsvärde och som ingår i riskklassningsmetodiken listas i Tabell 9.

Tabell 9. Faktorer som kan påverka ett fiberområdes känslighet och/eller skyddsvärde

Känslighet	Skyddsvärde
Avstånd till bostadshus	Ekologisk status/potential
Fiske	Kemisk status
Vattenbruk	Skyddsvärda naturområden
Avstånd till badplats	Skyddsvärda arter
Dricksvattenuttag	Upptag i fisk eller andra högre organismer
Bakgrundsbelastning	
Metyleringspotential	

Information om de faktorer som påverkar känslighet och/eller skyddsvärde kan sökas i följande källor:

Känslighet

Ett områdes känslighet riskklassas automatiskt i modellen med utgångspunkt i dessa faktorer:

- **Avstånd till bostadshus** Från platsbesök eller kartstudier. Närhet till bostadshus kan påverka hur människor exponeras genom att närboende eventuellt badar, fiskar och exponeras för föroreningen på sätt som inte inkluderas under rubrikerna avstånd till badplats eller fiske.
- **Fiske** Från platsbesök/information från lokalområdet
- **Vattenbruk** Länsstyrelserna håller register över alla odlingar som fått tillstånd för verksamhet enligt Fiskeriverkets föreskrifter. I Miljödataportalen finns informationen sammanställd, men denna är baserad på data från 2011, varför

informationen istället bör sökas hos aktuell länsstyrelse.

- **Avstånd till badplats** Från platsbesök eller kartstudier. Information om maritima badplatser har också sammanställts i Naturvårdsverkets rapport 6376 (se ovan angående Båttrafik). Informationen kan laddas ned från Naturvårdsverkets Miljödataportal genom en sökning på "6376".
- **Dricksvattenuttag** Från aktuell kommuns tekniska förvaltning.

Skyddsvärde

Ett områdes skyddsvärde riskklassas automatiskt i modellen med utgångspunkt i dessa faktorer:

- **Skyddsvärda naturområden och arter** Information om skyddsvärda naturområden och skyddsvärda arter finns i flera olika källor. I Länsstyrelsernas gemensamma karttjänster (webbGIS, Länsstyrelserna, n.d.) finns information om skyddade områden, riksintressen och inventeringar. Om fiberområdet ingår i eller direkt påverkar nationalpark, marina reservat, riksintressen för naturvården eller andra områden med biotopskydd riskklassas det automatiskt till mycket stort skyddsvärde.
- **Upptag i fisk eller andra högre organismer** Från analyser. Om upptag i högre organismer har konstaterats innebär det att förorening sprids från fiberområdet till miljön och skyddsvärdet klassas direkt som mycket högt.

4.4.2. Bedömning av risker

Riskerna beror på vilken känslighet exponerade grupper av människor har och vilket skyddsvärde exponerad miljö har.

Risken vid exponering kopplas i MIFO-metodiken till människors känslighet och till miljöns skyddsvärde. Känsligheten hos människa bedöms oberoende av hur många som exponeras. Detta gäller både i den generella MIFO-metodiken och vid riskklassning av fiberområden. Hur människor exponeras beror på hur vattenområdet används. För miljön bedöms skyddsvärdet hos de arter eller ekosystem som exponeras för föroreningarna på objektet.

Både känslighet och skyddsvärde klassas enligt en fyrgradig skala, från liten till mycket stor. I den generella MIFO-metodiken görs indelningen manuellt utifrån en enkel vägledning i tabellform. För fiberbankarna görs indelningen automatiskt utifrån vilket värde för summerad känslighet/skyddsvärde som erhållits. Flera principer är dock de samma, som till exempel att känsligheten inte kan bli lägre än stor om dricksvattenuttag finns, och att känsligheten alltid klassas som mycket stor om människor bor permanent i området (i området definieras som inom 250 meter). Skyddsvärdet klassas även det automatiskt men enligt

liknande principer som i den generella metodiken, t.ex. blir skyddsvärdet mycket stort om fibersedimenten ingår i eller direkt påverkar nationalpark, marina reservat, riksintressen för naturvården eller områden med andra biotopskydd.

Bakgrundsbelastning. Fiberområden kan vara belägna i vattenområden där det även finns andra föroreningskällor. Det kan bidra till en bakgrundsbelastning som bör tas i beaktande vid bedömning av vilken känslighet och vilket skyddsvärde platsen har. Information om eventuell bakgrundsbelastning kan fås från EBH-databasen (riskklassade objekt) samt från uppströmsanalyser och information om t.ex. industriutsläpp i närområdet (uppströms). Naturvårdsverket har sammanställt information från mer än 1000 företag i landet som bedriver miljöfarlig verksamhet i svenska utsläppsregistret, vilket går att finna på [Naturvårdsverkets webbplats](#). Bakgrundsbelastning kan påverka ett områdes skyddsvärde på så vis att ett område som är utsatt för belastning från andra källor kan ha lägre skyddsvärde än om området inte skulle vara utsatt för bakgrundsbelastning. Hur denna eventuella belastning påverkar känslighet och skyddsvärde bedöms manuellt. Generellt bör skyddsvärdet klassas som litet om området är starkt påverkat av andra föroreningar eller verksamheter och som måttligt om området har ett något stört ekosystem.

Metyleringspotentialen Kvicksilver är en av de mest betydande föroreningarna i fiberområden, och huruvida kvicksilver metyleras till metylkvicksilver är avgörande för om ämnet tas upp i organismer och påverkar därmed både känslighet och skyddsvärde. Om kvicksilver och metylkvicksilver har analyserats i sedimenten kan metyleringsgraden bedömas utifrån dessa analyser (görs i fliken Föroreningsnivå). Om analys inte har gjorts bedöms potentialen för metylering utifrån egenskaper som t.ex. syrgashalt i bottenvatten, årsmedeltemperatur, temperaturhöjande utsläpp och primärproduktion på platsen. Bedömningen görs som en expertbedömning av handläggaren varför kunskap om metyleringsprocessen krävs.

Framtida känslighet och skyddsvärde Om handläggaren gör bedömningen att känslighet eller skyddsvärde kan komma att förändras i framtiden anges det i beräkningsmodellen. Bedömningen görs som en expertbedömning med utgångspunkt i t.ex. förändrad exponering eller förändrat skyddsvärde i närområdet.

Exempel känslighet och skyddsvärde: Boende finns <250 meter från fiberområdet vilket innebär att känsligheten klassas som mycket stor. Skyddsvärdet skulle bedömas som lågt om det inte var för att upptag i fisk har konstaterats. Det innebär att skyddsvärdet istället bedöms som mycket stort. Det finns ett flertal andra industrier i Ångermanälven, varför det bedöms finnas en viss bakgrundsbelastning. Metyleringsgraden har beräknats till 0,0002 procent, dvs en liten grad av metylering, varför metyleringspotential inte bedöms finnas.

	A	B	C	D	E	F
4	alternativ i rullgardinsmenyerna och fyll i information i ljusblå celler.					
5	Mer information fås i vägledningens kapitel 4.4 och i modellbeskrivningen i kapitel 6.					
8	Känslighet					
9	Nedan listas kriterier kopplade till exponering av människor och områdets känslighet. Välj lämpligt värde i drop-down-listen					
10		Referens	Risikvärde	Viktning	Summa	
11	Närmaste bostadshus finns på ett avstånd av	<250 m	15	0,2	0,3	
12	Fiske förekommer i omfåttningen	Fritidsfiske	0,2	0,3	0,06	
13	Vattenbruk förekommer (t.ex. fisk-kräft eller musselodling)	Nej				
14	Badplats finns på ett avstånd av	>1000 m	0	0,3	0	
15	påverkansområde (nedströms) används som dricksvattenresurs	Nej	0	0,3	0	
16	Sammanvägd känslighet	Mycket stor känslighet			0,36	
18	Skyddsvärde					
19	Nedan listas kriterier kopplade till exponering av miljön och dess skyddsvärde. Välj lämpligt värde i drop-down-listen					
20		Referens	Risikvärde	Viktning	Summa	
21	Skyddsvärda naturområden finns i närområdet (företrädesvis nedströms)	Nej	0,1	0,2	0,02	
22	Skyddsvärda arter finns i närområdet (företrädesvis nedströms)	Nej	0	0,2	0	
23	Upptag i fisk eller andra högre organismer har konstaterats	Ja	0,5	0,3	0,15	
24	Om ja, ange vilka ämnen					
25	Sammanvägt skyddsvärde	Mycket stort skyddsvärde			0,17	
29	Bakgrundsbelastning					
30	Bakgrundsbelastningen riskklassas inte automatiskt, men anges här och förekommer sedan på utdraget, där informationen ligger till grund för expertbedömningen.					
31	Finns bakgrundsbelastning	Ja, med liten påverkan				
32	Om ja, specificera (vilka ämnen, vilken källa, vilka)	Ett flertal industrier finns i Ångermanälven uppströms Hallstans.				
37	Potential för metylering					
38	Metyleringspotential ingår inte i den automatiska riskklassningen, men anges här och förekommer sedan på utdraget, där informationen ligger till grund för expertbedömningen.					
39	Metyleringsgrad	#DIV/0!				
40	Metyleringspotential bedöms finnas	Nej				
42	Framtida känslighet och skyddsvärde					
43	Eventuella skillnader i känslighet och skyddsvärde som bedöms uppstå i framtiden anges här och beskrivs i kommentarerna. Dessa ingår inte i den automatiska riskklassningen, men förekommer på utdraget, där informationen ligger till grund för expertbedömningen.					

Figur 7. Känslighet, skyddsvärde, bakgrundsbelastning och potential för metylering i Hallstans.

5. Utdrag med samlad riskbedömning och riskklassning

Här görs en samlad bedömning av de risker för människa och miljö det aktuella objektet medför i dag och i framtiden. Detta görs genom att väga samman föroreningarnas farlighet, föroreningsnivån, spridningsförutsättningar samt känslighet/skyddsvärde hos objektet.

I den generella MIFO-metodiken finns fyra riskklasser:

Klass 1 – Mycket stor risk

Klass 2 – Stor risk

Klass 3 – Måttlig risk

Klass 4 – Liten risk

Eftersom fiberområdena i stor grad hamnar inom riskklass 1 har denna delats in i tre separata riskklasser, så att fiberområdena istället delas in i följande riskklasser:

Klass 1A – Synnerligen stor risk

Klass 1B – Mycket stor risk

Klass 1C – Särskilt stor risk

Klass 2 – Stor risk

Klass 3 – Måttlig risk

(Klass 4 – Liten risk)

I föreliggande riskklassningsmetodik är den lägsta riskklass som automatiskt kan tilldelas ett fiberområde Klass 3. Därmed blir riskklass 4 i praktiken överflödig, om inte handläggare gör manuella justeringar ned till riskklass 4.

Utdraget fylls till stora delar i automatiskt, med information från övriga flikar i riskklassnings-modellen. De automatiskt genererade värdena redovisas, med möjlighet att justera varje värde manuellt och kommentera detta. Alla värden, inklusive den sammanvägda föroreningsnivån, spridningsförutsättningarna, den sammanvägda känsligheten och skyddsvärdet vägs samman till en automatiskt genererad riskklass. Även denna kan justeras manuellt av handläggaren. Föroreningsnivå och föroreningarnas farlighet bedöms separat för fiberbank och fiberrika sediment, men spridningsförutsättningar och känslighet och skyddsvärde bedöms gemensamt för hela området med fiberhaltiga sediment. Den samlade riskklassningen gäller för hela området. Om separata riskklassningas önskas genomförs en riskklassning för vardera fiberbanken och de fiberrika sedimenten (dvs. separata beräkningsmodeller upprättas). I kapitel 6.7 beskrivs mer utförligt hur sammanvägningen genomförs. För att se beräkningarna kan den dolda kolumnen G tas fram (genom att välja Unhide).

Det är viktigt att handläggare kommenterar den automatiskt genererade riskklassen oavsett om justeringar genomförs eller inte, för att säkerställa att information om riskklassens kvalitet inkluderas i utdraget.

Hela modellen sparas hos den myndighet som har genomfört riskklassningen. Utdraget sparas separat som en PDF vilken bifogas EBH-databasen (EBH-stödet).

Exempel utdrag: Den automatiska riskklassningen för Hallstanäs blir 1B, särskilt stor risk Figur 9). Bedömningen görs att denna riskklass är korrekt, varför ingen manuell justering görs. En kortfattad kommentar angående detta anges under Generell kommentar från handläggaren rörande riskklassningen.

Utdrag ur:
Riskklassning av fiberbankar och fiberrika sediment



Fiberområdet: Hallstanäs

Sammanvägd riskklass

Automatisk: 1B Särskilt stor risk

Justerad: 1B Särskilt stor risk

(motivering till justerad riskklass nedan)

Allmän information

Län:	Västernorrland	
Kommun:	Kramfors	
Koordinater (SWEREF 99TN):	647548	
Lognr EBH-databasen:	okänt	
MPO-id:	okänt	
Vattenförekomst:	Kramforsfjärden	VISS ID: 5625500-175153

Fiberområdets storlek

	Area		Volym
Fiberbank	140 000	0	210 000 Mycket stor
Fiberrika sediment	80 000	0	20 000 Liten

Se nästa sida för sammanställning av Företningsnivå (N) Fiberbank

Figur 8. Utdrag för Hallstanäs.

6. Modellbeskrivning

I föreliggande kapitel beskrivs excelmodellens funktioner.

6.1. Generellt

Excelmodellen består av fem flikar där information om fiberområdena fylls i och själva riskklassningen genomförs. Dessa flikar är indelade på samma sätt som Naturvårdsverkets MIFO-handbok (NV rapport 4918) och heter således *Allmän information*, *Föroreningarnas farlighet*, *Föroreningsnivå*, *Spridningsförutsättningar* och *Känslighet & skyddsvärde*. Dessutom finns en *Utdrag-flik*, i vilken den viktiga informationen sammanfattas och den sammanvägda riskklassen bestäms.

Förutom dessa öppna flikar finns två dolda flikar i vilka en del av excelarkets funktioner finns samlade, *Dropdown*, där värden för rullgardinsmenyerna är samlade, samt *Riskvärden och viktning*, där dessa siffror finns samlade. *Hjälp-formler* är den sista öppna fliken, i vilken beräkning av metyleringsgrad (och eventuella övriga beräkningar) kan göras.

Samtliga flikar inleds med en kortfattad beskrivning av dess innehåll. Information fylls i i ljusblåa celler, antingen genom att välja ett värde ur en rullgardinsmeny, eller genom att ange en siffra eller skriva in information. Vita celler med ram omkring innehåller värden som har kopierats från annan del av excelen. I vissa flikar finns även rutor som kan kryssas i. Övriga celler är låsta, så att texten i dessa inte kan ändras. De går att låsa upp genom att välja review -> unprotect, men detta bör inte göras om inga strukturella ändringar i modellen ska göras.

I flera flikar finns dolda kolumner, vilka används för att styra makron i excelen, eller för att göra beräkningar. I dessa dolda kolumner ska inga justeringar göras.

Observera att makron måste vara aktiverat för att modellen ska fungera!

6.2. Flik Allmän information

I denna flik anges allmän information om de fiberhaltiga sedimenten och föroreningskällan. Objektets namn samt löpnummer i EBH-databasen och ev MIFO-Id anges för att identifiera objektet, tillsammans med namnet på den handläggare som upprättat riskklassningen och datum för upprättande (färdigställandedatum anges).

För att lokalisera objektet anges fiberbankens mittpunktskoordinater i koordinatsystem SWEREF 99TM. Dessutom anges län, kommun och vattenförekomst.

För att kunna koppla ihop fiberområdena med den landbaserade föroreningskälla som orsakat föroreningen anges även kortfattad information om föroreningskällan (eventuellt föroreningskällorna). Förutom namn och MIFO-Id ges viss historisk information, som till exempel verksamhetstid, vilka preparat som använts på platsen och vilka produktionsvolymer (om informationen finns).

6.3. Flik Föroreningarnas farlighet

I denna flik anges vilka föroreningar som konstaterats eller misstänks på objektet. I fliken finns vanliga ämnen och ämnen som generellt förekommer i fiberbankar redan angivna, och handläggaren kryssar i om dessa ämnen har konstaterats på objektet. Det finns två separata listor, för fiberbank respektive fiberrika sediment. Om endast den ena typen av fiberförekomst har lokaliserats fylls bara ena listan i. Om några andra ämnen med hög eller mycket hög farlighet har konstaterats läggs även dessa till i denna flik. Handläggaren gör en bedömning vilken farlighet egna inlagda ämnen har. Om andra ämnen än de som analyserats misstänks fylls dessa i i separat textruta. Ingen automatisk bedömning görs om halterna inte är kända, men handläggaren tar hänsyn till dessa ämnen vid justering av riskklassen.

För att de ämnen som valts ska dyka upp i kommande flikar krävs att handläggaren bekräftar valet genom att klicka i rutan "Klicka här för att bekräfta val av ämnen".

6.4. Flik Föroreningsnivå

Här anges arean och medelmåktighet på fiberbanken och/eller de fiberrika sedimenten tillsammans med föroreningshalter. Information måste fyllas i samtliga blåa celler för att den automatiska riskklassningen ska fungera. Utifrån angiven volym klassas volymen förorenade massor automatiskt som antingen liten, måttlig, stor eller mycket stor enligt Tabell 1.

Tabell 10: Principer för indelning av volym förorenade massor

	Fiberbank [m ³]	Fiberrika sediment [m ³]
liten	<6000	<25 000
måttlig	6 000-100 000	25 000 - 400 000
stor	100 000 - 200 000	400 000 - 1 000 000
mycket stor	>200 000	>1 000 000

En bedömning görs av hur säker volymsbestämningen är. Särskilt för fiberrika sediment kan det föreligga osäkerheter kring sedimentens utbredning. Måktigheten bedöms med olika stor säkerhet beroende på om djupprover har uttagits eller inte.

För att beräkna mängden finns förinställda generella värden för densitet (1,1 ton/m³ för fiberbankar och 1,3 ton/m³ för fiberrika sediment). Om densitet har undersökts kan de generella värdena ändras till platsspecifika.

I samma flik redovisas avvikelse från jämförvärde, bedömning av tillstånd och föroreningsmängd för fibernak och fiberrika sediment separat. De ämnen som valts i fliken Föroreningarnas farlighet kommer automatiskt upp här.

För att bedöma avvikelse från jämförvärde och tillstånd anges antingen maxhalt (om endast ett fåtal prover (1-5 stycken) har tagits) eller 90:e percentilen. Denna jämförs med bakgrundshalt (t.ex. uppströmsprov eller annan lämplig bakgrundshalt) och lämpligt riktvärde. För förslag på lämpliga riktvärden se huvudrapporten. Referenser anges, både för uppmätta halter och för jämförvärden. Dessutom bedöms kvaliteten på det använda jämförvärdet.

Påverkan och tillstånd klassas i en fyragradig skala från mindre allvarligt till mycket allvarligt beroende på hur hög föroreningsnivån är i förhållande till bakgrundshalten/riktvärdet. Indelningen är den samma som i MIFO, se Tabell 2 och Tabell 3.

Tabell 11: Principer för indelning av tillstånd. RV: riktvärde

	Mindre allvarligt	Måttligt allvarligt	Allvarligt	Mycket allvarligt
Indelning av tillstånd	< RV	1-3 gånger RV	3-10 gånger RV	>10 gånger RV

Tabell 12: Principer för avvikelse från jämförvärde. JV: jämförvärde

	Ingen eller liten påverkan av punktkälla	Trolig påverkan av punktkälla	Stor påverkan av punktkälla	Mycket stor påverkan av punktkälla
Avvikelse från jämförvärde	< JV	1-5 gånger JV	5-25 gånger JV	> 25 gånger JV

Föroreningsmängden beräknas med utgångspunkt i medelhalt av respektive förorening. Här fylls alltså medelhalt i, till skillnad från vid bedömningen av tillstånd och påverkan där maxhalt eller 90:e percentil användes. Genom multiplicering med volymen sediment fås mängden av varje förorening. Mängderna klassas i en fyragradig skala med samma indelning som i MIFO, se Tabell 3.

Tabell 13: Principer för indelning av mängd förorening

	Liten	Måttlig	Stor	Mycket stor
Mängd förorening med mycket hög farlighet	-	-	några kilo	tiotals kilo
Mängd förorening med hög farlighet	-	några kilo	tiotals kilo	hundratals kilo

Sammanvägd föroreningsnivå beräknas automatiskt så att den faktor som ger störst avvikelse/klassning avgör.

6.4.1. Metyleringsgrad

Metyleringsgrad beräknas av handläggaren för vare prov där kvicksilver och metylkvicksilver har analyserats enligt formeln:

$$\text{Metyleringsgrad [\%]} = \frac{c_{\text{MeHg}}}{c_{\text{Hg}}} \times 100$$

Därefter beräknas en medel-metyleringsgrad för hela området med fiberhaltiga sediment (fiberbank och fiberrika sediment), vilken anges i modellen. Beräkningen kan göras i fliken Hjälp-formler, där ekvationen finns uppställd. Då anges endast halterna av MeHg och Hg i varje prov och medel-metyleringsgraden beräknas automatiskt.

6.5. Flik Spridningsförutsättningar

I denna flik anges information kopplat till förutsättningar för spridning vid fiberområdena. Fliken är delvis uppbyggd som en lista av rullgardinsmenyer kopplade till olika faktorer, där lämplig parameter (värde eller intervall) väljs.

Varje faktor har tilldelats en viktning, baserad på hur stor betydelse den aktuella faktorn har för de sammanvägda spridningsförutsättningarna.

De olika parametrarna kopplade till respektive faktor har tilldelats ett riskvärde, baserat på hur den påverkar spridningsförutsättningarna.

Riskvärdet multipliceras med viktningen för att få fram en summa kopplad till respektive faktor och dessa summor summeras sedan ihop för att få fram ett sammanvägt värde för hur stora spridningsförutsättningarna är från det aktuella fiberområdet. Detta sammanvägda värde klassas sedan inom någon av kategorierna små, måttliga, stora eller mycket stora spridningsförutsättningar.

Riskvärden och viktningar är låsta, men kan justeras i den dolda fliken *Riskvärden & viktning*, se kapitel 8.

Spridning i näringsväven och framtida spridningsförutsättningar beräknas inte automatiskt. Här fylls istället information i, företrädesvis genom kryssrutor, och informationen används till en expertbedömning.

6.6. Flik Känslighet & skyddsvärde

I denna flik anges information kopplat till hur allvarligt man ser på att människa, växter och djur exponeras för föroreningarna. Fliken är uppbyggd på samma sätt som fliken Spridningsförutsättningar med ett antal faktorer som påverkar känslighet och skyddsvärde och rullgardinsmenyer med parametrar kopplade till dessa. I rullgardinsmenyn väljs lämplig parameter och denna har tilldelats en viktning vilket tillsammans med faktorns riskvärde ger en summa. Summorna kopplade till känslighet summeras ihop till en sammanvägd känslighet och summorna kopplade till skyddsvärde summeras ihop till ett sammanvägt skyddsvärde. De numeriska värdena klassas sedan inom någon av kategorierna liten, måttlig, stor eller mycket stor känslighet respektive litet, måttligt, stort eller mycket stort skyddsvärde.

Dessutom anges bakgrundsbelastning och potential för metylering. Informationen används för att genom expertbedömning eventuellt justera de automatiskt genererade sammanvägda värdena för känslighet och skyddsvärde.

6.7. Utdrag

I utdraget sammanfattas viktig information från de tidigare flikarna och den automatiskt genererade riskklassen beräknas. Beräkningen genomförs i en dold kolumn (kolumn G) där de data som angivits i tidigare flikar får ett värde mellan 1 och 4, vilket summeras ihop till medelvärden för respektive flik och därefter ett totalt medelvärde. Utifrån detta värde genereras sedan den automatiska riskklassen.

I utdraget finns möjlighet för handläggaren att justera och kommentera den automatisk genererade riskklassen. Detta bör göras oavsett om handläggaren anser att den automatiskt genererade riskklassen är korrekt eller inte.

Om handläggaren inte anser att den automatiskt genererade riskklassen är korrekt anges varför och en manuell bedömning görs med justerad riskklass.

6.8. Dolda flikar

Genom att högerklicka på valfri flik längst ned i excelen och välja "unhide" kan de två dolda flikarna *Dropdown* och *Riskvärden & viktning* fås fram.

6.8.1. Drop-down

Den här fliken är en stöd-flik för rullgardinsmenyerna i flikarna *Spridningsförutsättningar* och *Känslighet & skyddsvärde*.

Inga ändringar ska normalt göras i fliken. Om fortsatta utredningar visar att några av rullgardinsmenyerna behöver justeras eller att ytterligare rullgardinsmenyer behöver läggas till kan det göras i denna flik.

6.8.2. Riskvärden & viktning

Den här fliken är en stöd-flik för riskvärden och viktningar i flikarna *Föreningensnivå* och *Känslighet & skyddsvärde*.

Inga ändringar ska normalt göras i fliken. Om man under arbetet med riskklassning av fiberområden ser att något viktning är felaktigt, så att en viss faktor får för stor eller för liten betydelse vid sammanvägningen av *Spridningsförutsättningar* eller *Känslighet/skyddsvärde* kan denna justeras i aktuell flik. Samma sak gäller om man vid arbetet med riskklassningarna ser att någon parameter har fått felaktigt riskvärde.

Riskvärdena och viktningarna är testade vid valideringar av modellen.

7. Ordlista

I föreliggande kapitel beskrivs termer och processer av vikt vid riskklassning av fiberbankar. I tillämpliga fall anges hur den beskrivna processen påverkar riskbilden vid en fiberbank.

Bioturbation Sedimentomrörning genom inverkan av flora eller fauna, vanligtvis t.ex. bottenlevande fiskar, kräftor, musslor eller snäckor. Kan påverka spridningsförutsättningarna genom att naturlig överlagring av sedimenten motverkas.

Ekolod (sediment-, multistråle-). Se hydroakustik.

EQS Environmental Quality Standards. Miljökvalitetsnormer. Juridiskt bindande styrmedel som infördes med miljöbalken 1999. De EQS som berör fiberområden är främst de för ekologisk och kemisk status i ytvatten. EQS för ekologisk status har status av bedömningsgrunder medan EQS för kemisk status har status som gränsvärden. Gällande EQS finns i Havs- och Vattenmyndighetens (HaV) föreskrift HVMFS 2015:4.

Fiberbank Sedimentlager i det närmaste enbart uppbyggt av träfibrer, men kan även innehålla andra restprodukter, t.ex. kisaska, barkrester och renserirester. Jämför fiberrika sediment.

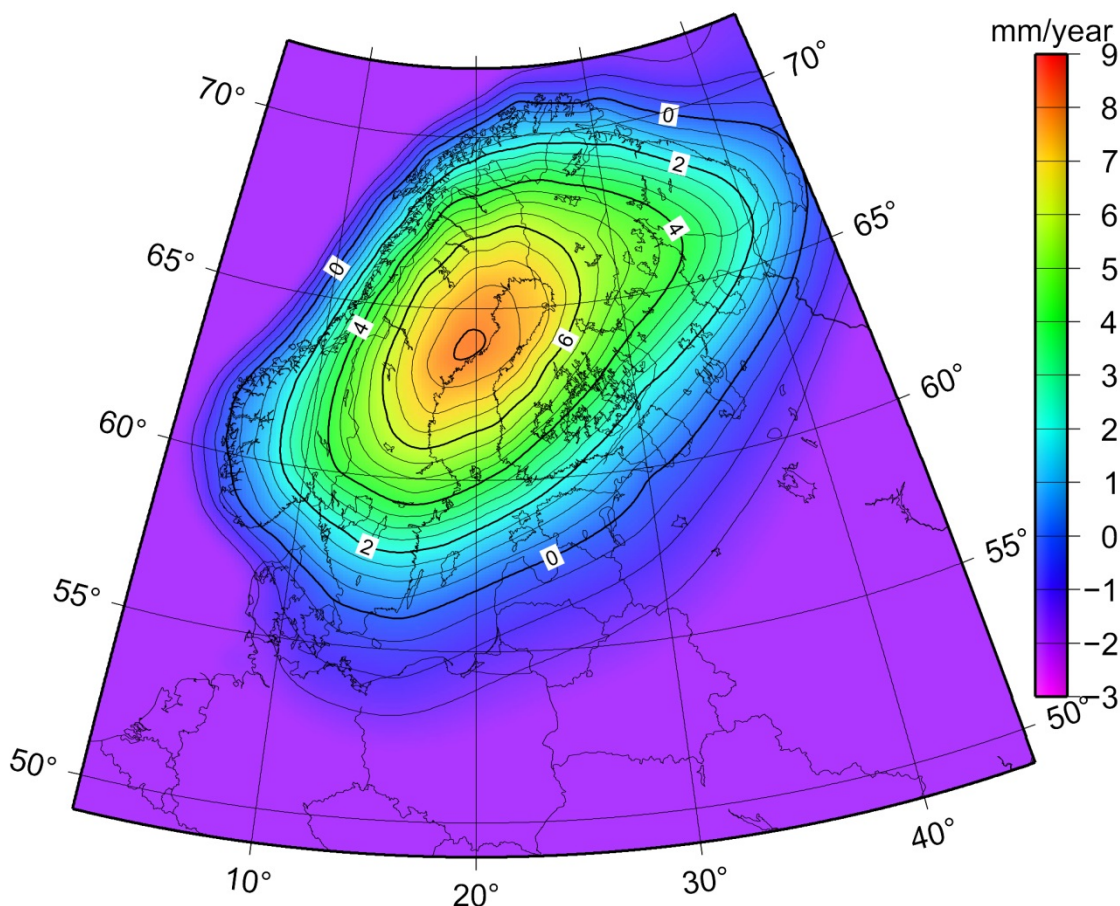
Fiberbanksprojektet genomfördes 2010-2014 av Länsstyrelsen i Västernorrland och SGU. Syftet med projektet var att kartlägga förorenade, fiberhaltiga sediment längs länets kust (SGU, 2014).

Fiberhaltiga sediment delas in i fiberbankar och fiberrika sediment, se separata rubriker.

Fiberrika sediment Sedimentområde med träfibrer uppblandade med naturliga sediment. Ofta utspridda över en större yta och längre från utsläppskällan. Jämför fiberbank. **FIN-projektet**. Fiberbankar i Norrland är ett samarbetsprojekt mellan länsstyrelserna i Norrbotten, Västerbotten, Västernorrland, Jämtland och Gävleborg finansierat av Havs- och vattenmyndigheten, för att inventera fiberrika sediment längs norra Sveriges kust och i några sjöar i inlandet. Projektet pågår 2014-2016 (SGU, 2015).

Gasavgång I samband med nedbrytning av de organiska massafibrerna bildas ofta gasbubblor i sedimenten. Gasavgången kan bidra till spridning av kvicksilver i gasfas, men också leda till omblandning av sedimenten. Gasavgången har därmed betydelse för spridningsförutsättningarna.

Havsnivåförändringar Under istiden tyngdes stora delar av Sverige ner av tjocka islager. Sedan isen försvunnit reser sig jordskorpan nu sakta. Det medför att områden som tidigare legat skyddade på stora vattendjup stiger mot vattenytan och utsätts för erosion från vågor och vind. Landhöjningen motverkas av att havet stiger. Därför används istället begreppet havsnivåförändring eller apparent landhöjning. Den apparenta landhöjningen, beräknad av Lantmäteriet, redovisas i Figur 1.



Figur 9: Apparent landhöjning i Sverige, beräknad med landhöjningsmodellen NKG2005LU (Lantmäteriet, 2015).

Längst upp i Bottenviken stiger landet cirka 7 millimeter/år, i Västernorrland ca 8 millimeter/år och i Skåne <1 millimeter/år. Landhöjningen har betydelse för de framtida spridningsförutsättningarna, eftersom resultatet blir att fiberbankarna rör sig upp mot ytan och då kan påverkas av till exempel vågor och vind.

Hydroakustik Mätmetod bland annat lämplig för att kartera fibersediment. Innebär att ljudstötar skickas mot havsbotten och den reflekterande ljudsignalen mäts och analyseras.

Bottenyteavbildande hydroakustik tränger inte igenom botten. Exempel är sidoavsökande sonar (ger en bild av havsbottenytans struktur

och textur, liknande ett flygfoto, bogseras), interferometrisk sonar (ger både bild av havsbottenytans struktur och textur och vattendjupvärden, liknande en terrängmodell, monterad i fören) och multistråleekolod (ger både bild av havsbottenytan och vattendjupvärden, skrovmonterad) (SGU, 2014).

Bottenpenetrerande hydroakustik tränger igenom botten och reflekterar olika beroende på sedimenttyp. Därmed kan övergångar mellan olika sedimentlager lokaliseras. Exempel är sedimentekolod (anpassad för finkorniga sediment, god upplösning) och reflektionsseismik (större frekvens- och energiinnehåll än sedimentekolod och kan därför användas på olika typer av sediment och når ofta genom hela lagerföljden från havsbottenytan ner till berggrundytan) (SGU, 2014).

Kvicksilver (metyl-). Se metylering.

Metylerin Metylering innebär att en metylgrupp ($-\text{CH}_3$) sätts till en molekyl, i fiberbankar handlar det om att kvicksilver (Hg) metyleras till metylkvicksilver (CH_3Hg^+ , förkortas ofta MeHg). Metylkvicksilver tas lätt upp av biota och eftersom det är fettlösligt bioackumuleras det. På så sätt sprids kvicksilver i ekosystemet. Därför avgör metyleringspotentialen i hög grad hur stor risk en kvicksilverförorening utgör. Metylering i sediment utförs främst av sulfatreducerande bakterier, vilka endast kan leva i syrefria miljöer. Metyleringen stimuleras av hög primärproduktion (dvs. mycket plankton och alger, vilka bidrar med färskt organiskt material till sedimenten), vilket i sin tur stimuleras av hög temperatur (i kalla klimat så som Sverige) (Drott, 2009; NV, 2006). Huruvida sulfattillgången och näringstillgången har betydelse varierar i olika studier. Detta innebär att metylering främst sker i ytliga sediment (med högre andel organiskt material än djupare sediment) i områden där syretillgången är låg (NV, 2006). I landets norra delar begränsas metyleringen till stor grad av de kalla temperaturerna. Metylering har betydelse både för föroreningarnas farlighet och för spridningsförutsättningarna.

REACT-projektet Formas-finansierat forskningsprojekt som genomförs av kemister och ekologer vid Umeå Universitet och SLU. Det övergripande målet är att ge samhället bättre möjligheter att hantera fiberbankar idag och i framtiden. Projektet pågår 2013-2017.

Salthalt (salinitet) Salthalten skiljer sig åt mellan olika delar av landet, från inlandets färskvatten till Östersjöns bräckta vatten och Västerhavets saltvatten. Färskvatten är nästintill saltfritt (salthalt under 1-2 promille). I Östersjön varierar salthalten mellan 2-3 promille i norr upp till 10-20 promille i ytvatten vid Öresund, och salthalter i nivå med havets i djuphålur och under språngskiktet. På Västkusten är salthalten generellt drygt 25 promille, i både yt- och bottenvatten. Högre salthalt minskar toxiciteten av flera tungmetaller, däribland kvicksilver, eftersom biotillgängligheten minskar (Hall & Anderson, 1995). Det innebär att salthalten har betydelse för skyddsvärde och spridning i näringsväven.

Seismik (reflektions-). Se hydroakustik.

Sonar (sidoavsökande -, interferometrisk -). Se hydroakustik.

Språngskikt Ett språngskikt är en skarp horisontell gräns i en vattenmassa som gör att vatten ovan och under språngskiktet inte blandas. Språngskikt kan uppstå på grund av olika temperatur (termoklin) eller salthalt (haloklin). Salt vatten är tyngre än mindre salt, och vatten är som tyngst vid 4°C. Eftersom vatten inte blandas genom ett språngskikt begränsar det spridning, men det kan också leda till syrefattiga bottenar vid nedbrytning av organiskt material eftersom det syrerika ytvattnet inte når ner till botten. Språngskikt bildas ofta på vintern och sommaren, och kan lösas upp vid höst- och våromrörning. Förekomsten av ett språngskikt har betydelse för spridningsförutsättningarna från fiberbankarna.

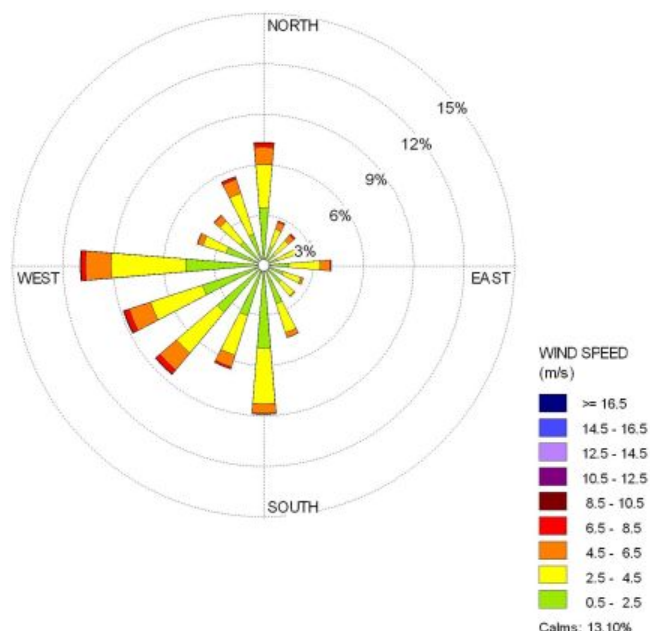
Strömmar Vattenströmmar kan både vara ytliga och djupa. Ytvattenströmmarna bildas när vinden blåser över en vattenyta. I Östersjön finns inga märkbara permanenta ytvattenströmmar utan vinden och vattenståndsförändringar är de främsta orsakerna till strömmar. Sötvatten från de vattendrag som mynnar i Östersjön strömmar som ett tunt skikt över det saltare Östersjövattnet och vrider mot höger på grund av jordens rotation (Corioliskraften). Det ger en långsam kustström söderut längs den svenska kusten. Under det söta vattnet strömmar en kil av salt vatten in en bit i flodmynningen. Västerhavet däremot har flera regelbundna och permanenta strömsystem. Vattnet som strömmar ut från Östersjön rinner uppåt längs västkusten. Under Östersjövattnet går en annan nordgående ström med salt vatten. Längs delar av västkusten är tidvattenströmmarna påtagliga. Ytvattenströmmen påverkas av jordens rotation vilken gör att nettoströmmen rörs sig 45 grader till höger om vindriktningen. Strömmen vrider ytterligare mot höger mot djupet och minskar pga friktionen (Ekmanspiral) (SMHI, 2011). Strömmar påverkar spridningsförutsättningarna.

Termoklin Se språngskikt.

Topografi En terrängs fysiska form. Bottentopografi beskriver således havs-/sjö-/eller flodbottnens fysiska form med åsar, branter, djuphålor, klyftor och hyllor. Bottentopografin omkring ett fiberområde har betydelse för riskbilden på flera olika sätt. I en djuphåla blir syreomsättningen ofta begränsad, vilket påverkar såväl spridning som exponering. Är en fiberbank belägen på ett sluttande plan ökar risken för spridning genom ras och skred. Fiberbankens topografi, där banken antingen kan vara grund och spridd över ett stort område eller djup med en mindre yta påverkar även den exponering och spridning. Topografin har därmed betydelse för spridningsförutsättningarna och känslighet och skyddsvärde.

TREASURE-projektet Tvärvetenskapligt forskningsprojekt som ska undersöka hur miljögifter sprids från fiberbankar, samt utveckla riskanalyser och rekommendationer för hur sedimenten ska saneras. Samarbete mellan SGU, Sveriges Lantbruksuniversitet, SGI, Stockholms universitet och Lunds universitet under ledning av Uppsala universitet. Finansieras av Formas. Projektet pågår 2014-2017 (SGU, 2014).

Vind Vindens hastighet och riktning påverkar vågornas storlek, genom både vindens påverkan och skillnad i blåssträcka beroende på vilket håll det blåser ifrån. Information om hur hårt det blåser från olika vindriktningar på en viss plats kan avläsas ur en vindros (Figur 2), som SMHI kan upprätta (SMHI, 2014). Vinden har betydelse för spridningsförutsättningarna.



Figur 10. Exempel på en vindros, med dominerande vindriktning och vindhastigheter (SMHI, 2015).

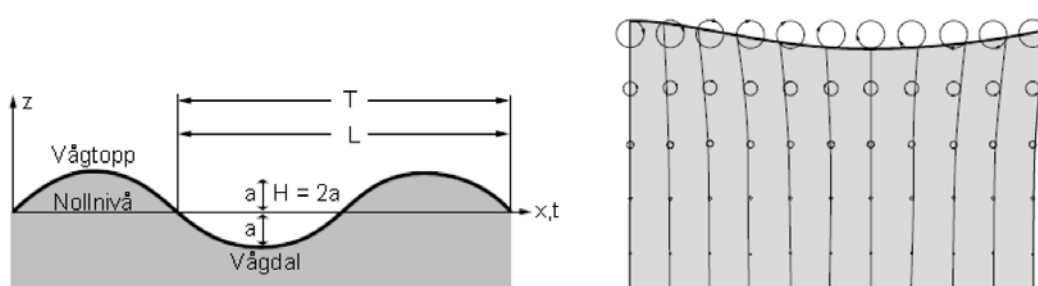
Vågor Vågor uppstår av vind eller vattenströmmar. De viktigaste faktorerna som styr vågens höjd och hastighet (se Figur 3) är vindens hastighet, varaktighet och blåssträcka (fetch), dvs. den sträcka över fri vattenyta som vinden kan blåsa över. Vid kusten där vattnet är grundare störs vågen av botten. Om vattendjupet är mindre än halva våglängden sätter vågrörelsen bottenmaterialet i rörelse och erosion uppstår (s.k. erosionsbotten) (SMHI, 2010).

Enligt modellberäkningar för Östersjön genomförda inom en doktorsavhandling på Linköpings universitet (Jönsson, 2005) påverkar vågor normalt sedimenten ned till 25-30 meters djup. I grunda vatten (<20 meter) kan så låga vindhastigheter som 5 meter/sekund ge upphov till sedimentresuspension. Detta gäller dock de öppna delarna av Östersjön, och fiberområdena är normalt lokaliserade i inomskärsområden.

Fiberbankar är ofta belägna på grunda vattendjup och störs därmed ofta av vågrörelser. Därför är fiberbankar sällan översedimenterade av sentida naturligt sediment. Fiberrika sediment däremot är ofta, men långt från alltid, belägna på större vattendjup och störs inte på samma sätt av vågrörelser. Därmed kan de översedimenteras (så kallad ackumulationsbotten). Fiberområdena kan även ligga i lä, i till exempel en lugn vik, och därmed inte utsättas för någon beaktansvärd vågpåverkan.

Vågsituationen på en viss plats är föränderlig men varje plats har ett visst vågklimat (att jämföra med ett föränderligt väder men ett relativt förutsägbart klimat). SMHI mäter vågor på fem stationer runt den svenska kusten, från Väderöarna längst upp på västkusten till Finngrundet utanför Gävle. Dessutom beräknas vågor för alla Sveriges omgivande hav. Vågorna är generellt som högst under vintern och som lägst under sommaren. Vid västkusten kan vågorna bli särskilt höga då blåssträcken är lång. I Bottenviken finns inga vågobservationer men vågorna är mindre där än i sydligare delar av Östersjön eftersom blåssträcken inte är så lång (SMHI, 2010). Det allmänna vågklimatet ute på öppet hav är sällan det som råder över en fiberbank, eftersom dessa, som tidigare nämnts, ofta är belägna nära land och/eller i skyddade vikar.

Vågsituationen har betydelse för spridningsförutsättningarna.



Figur 11: Till vänster visas en våg med våghöjden H , som är dubbla amplituden a . L är våglängden och T är vågens period, dvs. den tid det tar för vågen att passera en bestämd punkt. Till höger visas vattenpartiklarnas cirkulära rörelse när en våg passerar och hur rörelsen avtar med djupet (SMHI, 2010).

8. Referenser

CCME - Canadian Councils of Ministers of the Environment (n.d.)

Canadian Environmental Quality Guidelines, [online]

http://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/index.html [2015-11-25]

Drott, A (2009) *Chemical Speciation and Transformation of Mercury in Contaminated Sediments. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences*

Hall LW Jr, Anderson RD (1995) The influence of salinity on the toxicity of various classes of chemicals to aquatic biota. *Crit Rev Toxicol* 25(4):281–346

Helcom (2007) *Baltic Sea Environment Proceedings No 11 Climate Change in the Baltic Sea Area Helcom Thematic Assessment in 2007* [PDF] Tillgänglig via: <http://helcom.fi/Lists/Publications/BSEP111.pdf> [2016-03-15]

HVMFS 2015:4, [online]

<https://www.havochvatten.se/download/18.39e6d68414ca353051f2d15d/1429085661024/HVMFS+2015-4-ev.pdf> [2015-11-25]

Lantmäteriet (2015) *Landhöjning* [online] Tillgänglig på:

<http://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/GPS-och-geodetisk-matning/Referenssystem/Landhojning/> [2015-06-24]

Länsstyrelserna (n.d.) Karttjänster (webbGIS) [online] Tillgänglig på:

<http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/gis/Sv/Pages/karttjanster.aspx> [2015-11-26]

Naturvårdsverket (1995) *Branschkartläggningen, en översiktlig kartläggning av efterbehandlingsbehovet i Sverige, efterbehandling och sanering*. NV Rapport nr 4393

Naturvårdsverket (1999a) *Bedömningsgrunder för miljökvalitet, Kust och Hav*. Naturvårdsverkets rapport nr 4914.

Naturvårdsverket (1999b) *Metodik för inventering av förorenade områden*. Naturvårdsverkets rapport nr 4918.

Naturvårdsverket (2006) *Hållbar sanering. Förbättrad riskbedömning av kvicksilverförorenade sediment*. Naturvårdsverkets rapport 5629

Naturvårdsverket (2008) *Hållbar sanering. Strategi för miljöriskbedömning av förorenade sediment*. Naturvårdsverkets rapport 5886.

Naturvårdsverket (2010) *Kartering och analys av fysiska påverkansfaktorer i marin miljö*. Naturvårdsverkets rapport 6376

SGU (2014) *Fiberbanksprojektet. Kartläggning av fiberhaltiga sediment längs Västernorrlands kust*. SGU rapport 2014:16

SGU (2014) *Forskning för en renare Östersjö* [online] Tillgänglig på: <http://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2014/november/forskning-for-en-renare-ostersjo/> [2015-11-26]

SGU (2015) *Kartläggning av fiberbankar i Norrland* [online] Tillgänglig på: <http://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2015/maj/kartlaggning-av-fiberbankar-i-norrland/> [2015-11-26]

SMHI (n.d.(a)) *SMHI Vattenwebb*. [online] Tillgänglig på: <http://vattenwebb.smhi.se/> [2015-06-03]

SMHI (n.d.(b)) *Marina miljöövervakningsdata*. [online] Tillgänglig på: <http://www.smhi.se/klimatdata/oceanografi/havsmiljodata/marina-miljoovervakningsdata> [2015-06-03]

SMHI (2010) *Vågor i svenska hav. Faktablad nr 46 - 2010*

SMHI (2011) *Strömmar i svenska hav. Faktablad nr 52 – 2011*

SMHI (2015) *Vindrosor* [online] Tillgänglig på: <http://www.smhi.se/professionella-tjanster/professionella-tjanster/statistik-och-data/vindrosor-1.13999> [2015-06-24]

SMHI (2015) *Konsekvenser för Östersjön* [online] Tillgänglig på: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/konsekvenser-for-ostersjon-1.5836> [2016-03-15]

Umeå Universitet (2014) *Forskningsprojektet REACT*. [online] Tillgänglig på: <http://www.org.umu.se/react/> [2016-03-15]

Uppsala universitet (2014) *Forskningsprojektet TREASURE*. [online] Tillgänglig på: <http://www.geo.uu.se/forskning/nrhu/pagaende-forskning/treasure-projektet/> [2016-04-20]



**Länsstyrelsen
Västernorrland**

Postadress: 871 86 Härnösand
Telefon: 0611-34 90 00
www.lansstyrelsen.se/vasternorrland