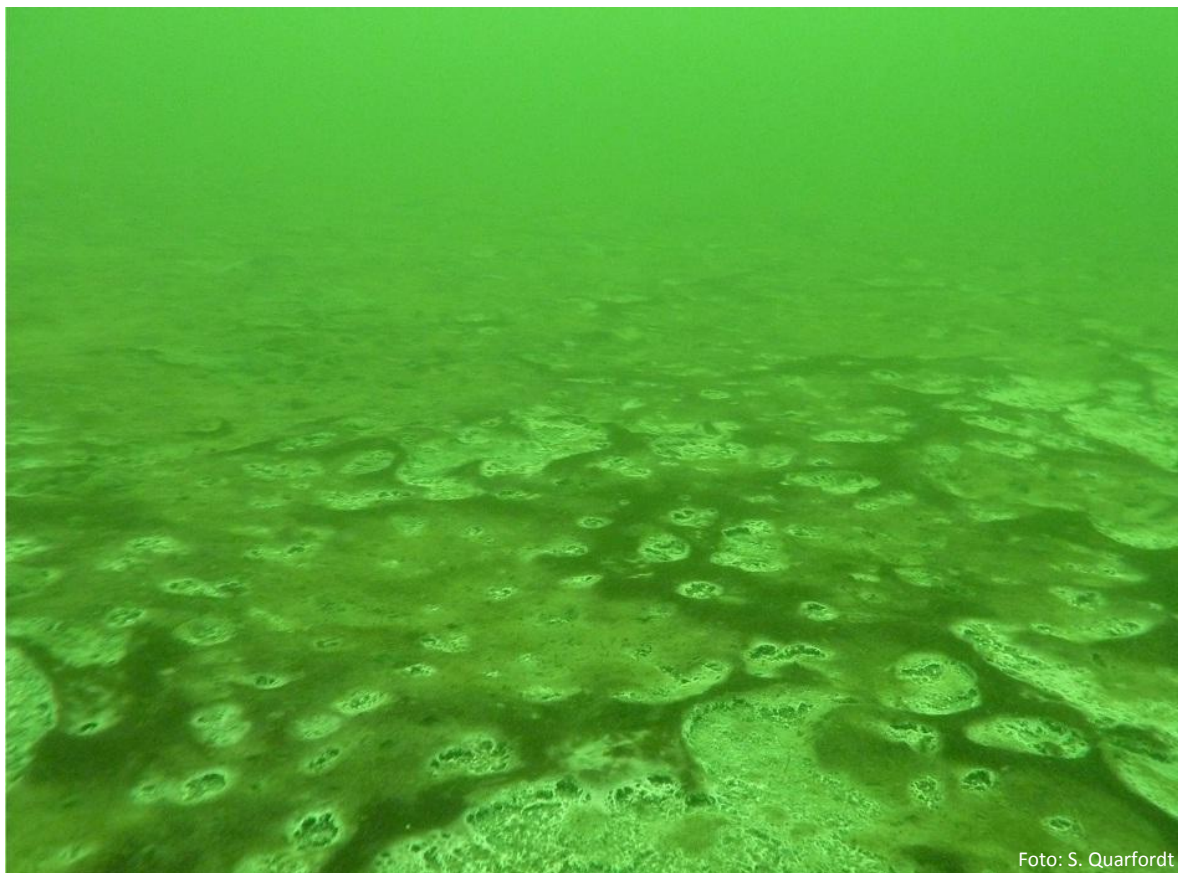


**ANMÄLAN OM SAMRÅD ENLIGT 12 KAP 6§ MILJÖBALKEN:**

**KEMISK FASTLÄGGNING AV FOSFOR I HYPOXISKA SEDIMENT MED ALUMINIUM-KLORIDLÖSNING (PAX 21) I BJÖRNÖFJÄRDEN OCH SÄBYVIKEN, VÄRMDÖ KOMMUN.**



**PROJEKTSAMMANFATTNING OCH VERKSAMHETSBEKRIVNING**

**LINDA KUMBLAD & EMIL RYDIN**

**BALTICSEA2020, FEBRUARI 2012**

**SAMMANFATTNING**

## Vad? När? Hur?

BalticSea2020 avser att under våren 2012 inleda fastläggning av fosfor i bottensedimentet i Säbyviken och Björnöfjärden på Ingarö i Värmdö kommun. Den kemiska fastläggningen kommer att göras med aluminiumkloridlösning (PAX 21) med motsvarande ca 50 g Al/m<sup>2</sup> som blandas ner i den översta decimetern sediment. Det är sediment på vattendjup större än 7 meter som huvudsakligen kommer att aluminiumbehandlas, se gulmarkerat område på bifogad djupkarta (Bilaga 2). I djuphålan kan fällning av fosfat även i bottenvattnet komma ifråga om fosfathalterna är höga. Behandlingen ska utföras av Vattenresurs AB och bör inledas så snart som möjligt efter islossning för att förhindra årets vårblooming.

## 12:6 Samråd, den 9 februari 2012

Till samrådsmötet kom ca 50 personer. Deltagarna var mycket intresserade och engagerade och ställde många frågor, alla i positiv anda. Det framkom två frågor som vi vill lyfta fram som centrala och belysa hur de besvarades:

Fråga 1: Vem bär ansvar om något går fel? (Skärgårdsstiftelsen)

Svar: Om skada mot förmodan uppstår till följd av verksamheten står BalticSea2020 som verksamhetsutövare ansvarig. Frågan kommer att utredas i detalj av miljöjurister och inkluderas i anmälan (se bilaga 3).

Fråga 2: Det finns mycket erfarenhet från sjöar, men är det här första gången i bräckt vatten? (Skärgårdsstiftelsen)

Svar av Sten-Åke Carlsson, Vattenresurs AB: Ja, det här är första gången, men det har gjorts försök i somras i liten skala. Men detta är inget märkvärdigt. I stort sett allt avloppsvatten är bräckt, så detta är egentligen inget nytt.

BalticSea2020: BalticSea2020 anser att det inte är ett tillräckligt uttömmande svar. I denna anmälan (se sid 10-13) och bifogade rapporter (Bilaga 4 och 5) kompletteras Sten-Åkes svar.

Samrådet är beskrivet i sin helhet i bifogad samrådsredogörelse (Bilaga 1).

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. Inledning</b>	<b>4</b>
1.1 Permanent bindning av fosfor - projektets första åtgärd	4
<b>2. Platsval</b>	<b>4</b>
<b>3. Platsbeskrivning</b>	<b>6</b>
3.1 Platsundersökningar	6
3.2 Björnöfjärden karakteristika och naturvärden	6
<b>4. Verksamhetsbeskrivning – Fastläggning av fosfor i bottensedimentet</b>	<b>9</b>
4.1 Bakgrund	9
4.2 Genomförande	10
<b>5. Förväntad miljöpåverkan och skadeförebyggande åtgärder</b>	<b>10</b>
5.1 Riskbedömning	11
<b>6. Alternativa metoder att minska fosforläckage från sedimentet</b>	<b>12</b>
6.1 Nollalternativ	12
6.2 Muddring och bortforsling av fosforberikat sediment	12
<b>7. Nationella miljömål, miljökvalitetsnormer och allmänna hänsynsregler</b>	<b>13</b>
7.1 Nationella miljömål	13
7.2 Miljökvalitetsnormer	13
7.3 Allmänna hänsynsregler	13
<b>8. Referenser</b>	<b>14</b>
<b>9. Ordlista</b>	<b>15</b>

**Bilaga 1:** Samrådsredogörelse

**Bilaga 2:** Djupkarta med angivet område aktuellt för beskriven verksamhet

**Bilaga 3:** Ansvar enligt miljöbalken för åtgärd avseende fastläggning av fosfatfosfor i bottensediment.

**Bilaga 4:** Potential toxicity and chemical processes of aluminium addition for sediment phosphorus control in Östhammarsfjärden (även tillgänglig på:

[http://publikationer.slu.se/Filer/Al\\_in\\_Brackish\\_Waters\\_2012\\_02.pdf](http://publikationer.slu.se/Filer/Al_in_Brackish_Waters_2012_02.pdf))

**Bilaga 5:** Fosforfällning för en förbättrad skärgårdsmiljö – ett mesokosmförsök (även tillgänglig på:

<http://www.balticsea2020.org>)

## 1. INLEDNING

Algblomningar, minskade rovfiskebestånd och syrebrist i djupare delar av vattenmassan blir allt vanligare i avgränsade Östersjövikar. Övergödning är den huvudsakliga orsaken till dessa problem. Näringsämnen, främst fosfor och kväve, kommer bl.a. från dagvatten, enskilda avlopp, jordbruk och transporter. Dessutom belastas Östersjön av "gamla synder", d.v.s. mobilisering av näring från bottensedimenten. Denna näringsbelastning driver i hög utsträckning den biologiska produktionen och påverkar mångfalden i kustvattnens ekosystem på ett negativt sätt. För att komma åt den omfattande övergödningens problematik i Östersjöns kustområden krävs ett helhetsgrepp med kraftfulla åtgärder av olika slag.

I mars 2011 påbörjades förstudien för BalticSea2020s storskaliga projekt Levande kust. Projektmålet är att "genomföra åtgärder, både på land och i vattnet, för att förbättra vattenkvalitet, minska påväxt av alger samt att återfå en naturlig fisksammansättning" i ett avgränsat men representativt kustområde. Projektet förväntas pågå till och med 2016. BalticSea2020 hoppas med detta sätt kunna visa att det är möjligt att återfå god ekologisk status, vilket är viktigt ur fiskproduktions-, bevarande- och inte minst ur ett rekreativt perspektiv.

Projektet ligger helt i linje med vattendirektivets föreskrifter, d.v.s. att åtgärdsplaner för övergödda vattenområden skall finnas etablerade år 2015, samt att dessa områden skall ha nått "god miljöstatus" senast år 2021.

Projektets slutliga målsättning är att skapa en "vitbok" över hur skadade kustområden kan restaureras, samt till vilken kostnad.

I denna anmälan används en mängd ekologiska begrepp som kan vara svåra att förstå. Förklaringar till flera av dessa begrepp återfinns i Ordlistan.

### 1.1. Permanent bindning av fosfor - projektets första åtgärd

Den första åtgärden som projektet planerar att genomföra är att permanent fastlägga fosfor som finns i bottenvattnet och i bottensedimentet med aluminiumkloridlösning. Effekterna av åtgärden kommer att följas upp och utvärderas noggrant bl.a. genom att regelbundet följa koncentrationerna av näringsämnen och aluminium i vattnet (ca 20 gånger per år), utbredningen av syrefria bottenar (tre gånger per år), samt flora och fauna i viken (en gång per år), under en femårsperiod. Fem år efter fastläggning beräknas aluminiumfällningen vara täckt av 4-5 cm sediment, och behovet av uppföljning anses då vara betydligt mindre.

## 2. PLATSVAL

Övergödningseffekterna i Stockholms läns kustvatten är tydliga och allvarliga. Befolkningstätheten ökar i länets kustkommuner vilket innebär att t.ex. näringsbelastningen av allt att döma kommer att fortsätta att öka. Många skärgårdsmiljöer har dessutom utsatts för kraftig exploatering i form av t.ex. fritidsbebyggelse, intensivt fiske, muddring, och båttrafik. Den här problematiken förkommer i varierande grad längs kusten i alla Östersjöländer.

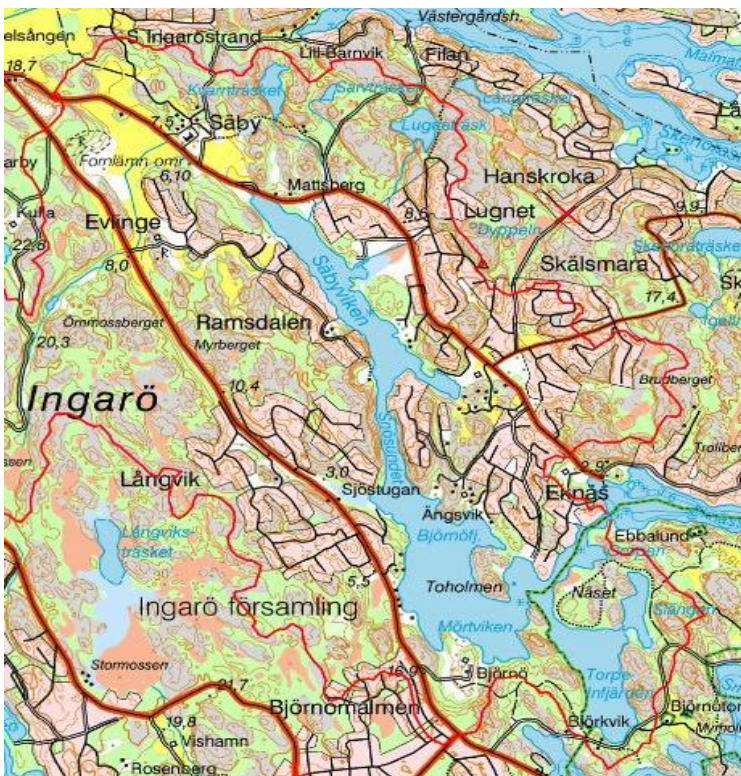
Värmdö kommun ligger i hjärtat av Stockholms skärgård, och har 10 000 öar och 300 mil stränder. Kommunen har knappt 40 000 bofasta invånare. Sommartid ökar antalet personer till uppåt 100 000 genom fritidsboende (ca 11 000 fritidshus) och turister. Dessutom har kommunen en hög takt av omvandling av fritidshus till

permanentboende. I kommunen finns cirka 15 000 enskilda avlopp, och det uppskattas att 60-70% av dessa inte uppnår dagens krav på slamavskiljning och efterföljande rening.

Ett viksystem bestående av Björnöfjärden, Säbyviken och Torpe-Infjärden på Ingarö i Värmdö kommun (kallas om inget annat anges för Björnöfjärden i resten av dokumentet) är utvalt för projektet (Figur 1). Viksystemet är en egen vattenförekomst, EU\_CD: SE591400-18200, enligt vattenmyndighetens klassning.

Det som gör Björnöfjärden lämplig att restaurera är att viksystemet:

- har tydliga övergödningssymptom, d.v.s. höga näringshalter, syrefria bottenar, mycket påväxt av fintrådiga alger, helt eller delvis orsakade av lokala utsläpp,
- är relativt liten; vilket ökar möjligheten att under projektiden se åtgärdseffekter,
- proportionellt sett har ett litet avrinningsområde med identifierbara och åtgärdbara lokala källor,
- är trösklat och har därmed lång vattenomsättningstid, vilket ger möjlighet att följa effekterna av åtgärderna,
- har en djuphåla på minst 15 m med mjukbotten (sediment); helt eller delvis syrefri.



**Figur 1. Björnöfjärden, Säbyviken och Torpe-Infjärden och viksystemets avrinningsområde (tunn röd linje) på Ingarö, Värmdö kommun.**

Idag har Björnöfjärden med omgivande vikar, klassats till måttlig ekologisk status, trots bristfälligt dataunderlag (VISS). Våra grundliga undersökningar, som genomförts sommaren/hösten 2011, visar dock att viksystemets ekologiska status är dålig (baserat bl.a. på Naturvårdsverkets anvisningar om gränsvärden "Bedömningsgrunder för kustvatten och vatten i övergångszon, Bilaga B, Handbok 2007:4).

Björnöfjärden är ett avgränsat system och har många likheter med Östersjön som helhet. Viksystemet har t.ex. ett begränsat vattenutbyte med utanförliggande hav, avrinningsområdets storlek i förhållande till vattenytan motsvarar Östersjöns, och i de djupare delarna av vikarna råder syrebrist med mycket höga halter av lösta näringsämnen. Med anledning av Björnöfjärdens status och egenskaper förväntar vi oss att detta projekt kommer att lära oss mycket om hur åtgärdsprogram för kustnära ekosystem bör planeras, designas och genomföras, och dessutom vad som är praktiskt genomförbart och till vilken kostnad det låter sig göras.

### 3. PLATSBESKRIVNING

#### 3.1 Platsundersökningar

Under 2011 har Björnöfjärden genomgått platsundersökningar (Tabell 1) för att få en noggrann statusbeskrivning, identifiera lämpliga restaureringsåtgärder, och för att möjliggöra uppföljning och utvärdering av effekter av åtgärder som utförts i viken och i avrinningsområdet.

Samtliga platsundersökningar har även genomförts i två angränsande viksystem, Fjällsviksviken och Skarpösundet på Djurö, som kommer att utgöra referenssystem under projektperioden. Samtliga undersökningar kommer att genomföras årligen fram till 2016 för att ha tillräckligt med underlag för uppföljning och utvärdering av utförda åtgärder.

**Tabell 1. Platsundersökningar i vattnet och i avrinningsområdet till Björnöfjärden, genomförda 2011.**

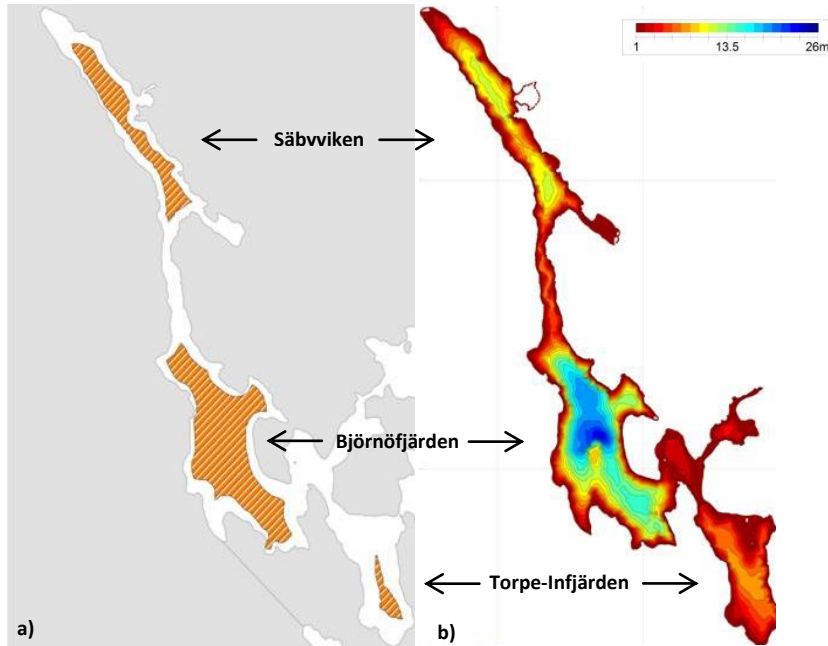
Undersökning	Tid för undersökning
Djup och substratmätning	Juli 2011
Substrat- och habitatkartering	Sommaren 2011
Kartering av syrefria bottenar	September 2011*
Undervattensvegetationskartering	September 2011
Bottenfaunaundersökning	Juni 2011
Litoralt nätprovfiske	Juli 2011
Fiskyngelinventering	September 2011
Temperatur och vattenståndsmätning	Start juni 2011, pågår kontinuerligt
Vattenkemi	Start juli 2011, pågår kontinuerligt
Växt och djurplankton	Start juli 2011, pågår kontinuerligt
Näringskällor och källfördelning i avrinningsområdet	Hösten 2011

\*Kommer att genomföras i mars, juli och september/oktober 2012.

#### 3.2 Björnöfjärdens karaktäristika och naturvärden

Björnöfjärdens djupa och långsmala karaktär bildar ett temperatursprångskikt på mellan 6 och 10 meter under sommarhalvåret. Vikarna har ett rikt växt och djurliv ovanför skiktningen. Under språngskiktet är övergödningseffekterna tydliga; allt högre liv är utslaget. Skiktningen gör att bottenvattnet inte blandas om och syresätts, och den höga planktonproduktionen på våren på grund av den lokala övergödningen förbrukar syret i bottenvattnet när den bryts ner på botten. Resultatet blir döda bottenar med dålig förmåga att binda fosfor (Figur 2). Vikarna håller extremt höga halter av kväve och fosfor i bottenvattnet (Tabell 2). Skiktningen kan

också maskera övergödningen sommartid genom att näringen hålls nere under språngskiktet där den inte kan driva på algblomningar. Det gör att vattenkvaliteten periodvis sommartid kan upplevas som god genom t.ex. ett stort siktdjup. När skiktningen försvagas, genom kraftig blåst i vikarnas längdriktning eller till hösten då ytvattentemperaturen sjunker, kommer näringsrikt bottenvatten upp och driver en kraftig algproduktion.



Figur 2. a) Utbredning av syrefria bottnar Sept. 2011, och b) Djupkarta för Björnöfjärden, Säbvikensfjärden och Torpe-Infjärden.

## Vattenkemi

Bottenvattnet i viksystemet har höga näringskoncentrationer (Tabell 2). Särskilt anmärkningsvärt är de höga fosfat-fosforkoncentrationerna i bottenvattnet i Björnöfjärden som indikerar hypereutrofa förhållanden och som också tydligt visar på sedimentens oförmåga att binda all den fosfor som deponeras i form av t.ex. mineraliserade växtplankton. I naturliga fall, med en mindre övergödd situation, är järn den naturliga fosforbindaren i sedimenten. Järns bindande förmåga upphör dock vid syrebrist, och då frisätts fosfat istället från sedimenten till bottenvattnet. Vid de tillfällen då vattenmassan blandas om, av allt att döma varje höst, berikas då hela vattenmassan med fosfat och ammonium. Vårblomningen blir därför kraftfull och när all denna planktonbiomassa sjunker till botten kommer all syrgas förbrukas i komposteringsprocessen. På så vis har ett "självgödande" system inträtt, på motsvarande sätt som det framhålls att egentliga Östersjön, under det senaste decenniet, har nått det stadiet. För att bryta denna naturliga "onda" cirkel krävs att sedimenten återfår förmågan att binda all fosfor som deponeras på bottarna, trots den syrefria situationen. I den situationen fungerar aluminium, vilken binder fosfor oavsett syrestatus i bottenvattnet och sedimentet.

De näringsvärden som återges i Tabell 2 klassas alla som måttlig till dålig status enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 2007). Anledningen till de stora koncentrationsskillnader som råder mellan typ av prov, och olika provtagningstillfällen är den starkt skiktade vattenmassan, samt säsongs- och mellanårsvariationer. Ytvattnet, som innehåller betydligt lägre näringshalter än bottenvattnet, bidrar till att koncentrationerna i blandproven (som består av både ytvatten och bottenvatten) blir lägre än bottenproverna. För de koncentrationer som är uppmätta innan 2011 (av Värmdö kommun) är årstid, provtagningsmetodik och övriga förhållanden ej kända.

**Tabell 2. Näringskoncentrationer ( $\mu\text{g/l}$ ) i vattnet i Björnöfjärden (B), Säbyviken (S) och Torpe-Infjärden (T). Prov tidigare än 2011 är erhållna från Värmdö kommun, prov från sommaren och hösten 2011 är tagna av BalticSea2020.**

Vik	Typ av prov	Datum	Fosfat-P ( $\mu\text{g/l}$ )	Partikulär-P ( $\mu\text{g/l}$ )	Total-P ( $\mu\text{g/l}$ )	Nitrit+Nitrat-N ( $\mu\text{g/l}$ )	Ammonium-N ( $\mu\text{g/l}$ )	Partikulär-N ( $\mu\text{g/l}$ )	Total-N ( $\mu\text{g/l}$ )
B	Blandprov	1976	-	-	125	-	-	-	640
S	Blandprov	1976	-	-	55	-	-	-	760
T	Blandprov	1976	-	-	24	-	-	-	470
B	Blandprov	Medel 1993-95	-	-	260	-	-	-	1300
S	Blandprov	Medel 1993-95	-	-	145	-	-	-	726
T	Blandprov	Medel 1994-95	-	-	33	-	-	-	390
B	Blandprov	Medel 2007-09	-	-	228	-	-	-	1175
S	Blandprov	Medel 2007-09	-	-	44	-	-	-	510
T	Blandprov	2007	-	-	21	-	-	-	410
B	Bottenprov	2011-08-10	370	-	370	1,0	1911	-	2045
B	Blandprov	2011-09-06	1,8	8	16	0,6	11	69	410
B	Bottenprov	2011-09-06	375	-	-	0,1	1547	-	-
T	Blandprov	2011-09-06	0,6	9	20	0,1	3	104	454
S	Blandprov	2011-09-06	0,3	9	19	0,1	3	79	398
B	Blandprov	2011-09-21	0,3	11	21	0,1	17	85	440
B	Bottenprov	2011-09-21	398	-	-	1,2	1892	-	-
T	Blandprov	2011-09-21	2,1	16	30	1,7	14	126	539
S	Blandprov	2011-09-21	18	17	38	1,3	47	107	493
B	Blandprov	2011-10-12	0,1	12	24	0,1	3	91	426
B	Bottenprov	2011-10-12	344	-	-	1,8	1559	-	-
T	Blandprov	2011-10-12	0,1	20	50	0,1	2	144	544
S	Blandprov	2011-10-12	0,3	15	30	0,1	2	103	448
B	Blandprov	2011-10-26	11	12	32	0,7	25	82	446
B	Bottenprov	2011-10-26	198	-	-	1	850	-	-
T	Blandprov	2011-10-26	3	18	34	3,2	17	138	534
T	Bottenprov	2011-10-26	2,6	-	-	1,6	42	-	-
S	Blandprov	2011-10-26	12	13	37	2	52	72	483
S	Bottenprov	2011-10-26	21	-	-	2	104	-	-
B	Blandprov	2011-11-16	14	18	48	3,6	35	133	509
B	Bottenprov	2011-11-16	232	-	-	0,1	1006	-	-
T	Blandprov	2011-11-16	3,4	20	43	5,4	48	146	553
T	Bottenprov	2011-11-16	1,3	-	-	5,8	54	-	-
S	Blandprov	2011-11-16	24	10	48	7,9	128	52	564
S	Bottenprov	2011-11-16	31	-	-	17	163	-	-
B	Blandprov	2011-12-12	43	15	73	43	178	106	604
B	Bottenprov	2011-12-12	43	-	-	34	175	-	-
T	Blandprov	2011-12-12	11	14	37	26	65	104	485
T	Bottenprov	2011-12-12	17	-	-	31	76	-	-
S	Blandprov	2011-12-12	41	10	62	59	185	87	602
S	Bottenprov	2011-12-12	46	-	-	32	206	-	-

## Vegetation

Vegetationen på de grunda bottenarna i viksystemet Björnöfjärden har hög status (Quarfordt m.fl. 2011). Det gäller framförallt artrika växtsamhällen med stor yttäckning på sand- och mjukbottnar ned till ca 5 meters djup. Hårdbottensamhällena är betydligt artfattigare och glesare vilket sannolikt beror främst på hög sedimentation. Hela viksystemet är klassat som mycket skyddat i vågexponeringsgrad vilket innebär att sediment inte spolas bort från hårdbottenarna av våg- och vattenrörelser. Under språngskiktet (>7 meter) råder sämre förhållanden med låga syrehalter och liten ljusställgång. På dessa bottenar är det hög täckningsgrad av cyanobakterier och svavelbakterier.

## Fisk

Vid nätprovfisket och inventeringen av fiskyngel fångades totalt 11 respektive 9 olika arter (Lindqvist 2011a; Arvidsson 2011). Antalsmässigt dominerade (93%) fyra arter: abborre, benlöja, björkna och mört. Denna artsammansättning indikerar tydliga tecken på övergödning. Den större andelen fångades inom djupintervallet 0-3 meter, redan i djupintervallet 3-6 meter minskade fångsterna kraftigt. Under 6 meter fångades inte en enda fisk. Fisket visade på en god rekrytering bland de dominanta arterna abborre, benlöja, björkna och mört. Rekrytering av gädda verkar fungera någorlunda väl. Kvoten abborre/karpfiskar och andelen fiskätande abborrar i Björnöfjärden indikerar också att viksystemet har en hög näringsbelastning.

## Bottenfauna (rygggradslösa djur)

I Björnöfjärdens grundare delar (<10 meter djup) var antalet taxa, antal individer och biomassan låg, samt att BQI-index (Naturvårdsverket 2007) indikerar dålig status (Lindqvist, 2011b). I fjärdens djupare delar (> 10 meter) påträffades endast ett fåtal djur, de flesta platser saknade helt bottenfauna. Avsaknaden av bottenfauna visar på dåliga syreförhållanden under större delen av året.

## 4. VERKSAMHETSBESKRIVNING – FASTLÄGGNING AV FOSFOR I BOTTENSEDIMENTET

### 4.1 Bakgrund

Metaller, t.ex. järn (Fe), aluminium (Al), och kalcium (Ca) är naturligt fosforbindande ämnen i sediment. Både fosfor och dessa metaller når Östersjön naturligt via avrinning, vittring och erosion av omgivande marker. Den ökade tillförseln av näringsämnen till Östersjön under den senare delen av 1900-talet har dock rubbat den naturliga balansen mellan fosfor och fosforbindande metaller i sedimenten. Dagens sediment innehåller ett stort överskott av fosfor som kontinuerligt läcker upp till vattenmassan och driver en hög produktion av alger. Dessutom förlorar Fe sin fosforbindande förmåga då sedimenten blir syrefria. För en sammanställning över olika sjörestaureringsmetoder, teorin bakom och vilka metoder som skulle kunna fungera i skärgårdsmiljö hänvisas till Rydin (2008). En sammanställning över möjliga åtgärder för övergödda havsvikar, där aluminiumbehandling rekommenderas, har gjorts av Salonsaari (2009)

Det är balansen mellan naturligt fosforbindande metaller och fosfor som vi vill återställa i Björnöfjärden genom att tillföra Al (ej redox-känslig) för att permanent fastlägga den fosfor som finns i bottenvattnet och i bottensedimentet.

Genom att kemiskt fastlägga fosfor i systemet, och därmed reducera den pågående näringstillförseln, kommer deponeringen av plankton till botten att minska. Då minskar också syretäringen, vilket på sikt möjliggör att fisk och botten djur återvänder till de djupare botten. Då sedimenten blir syrerikare återfår också Fe sin naturligt fosforbindande förmåga. Omblandning av vattenmassan under dessa betingelser genererar därmed ingen övergödning, då näringshalterna i bottenvattnet förblir låga.

Den totala fosforbelastningen från utsläpp på land från Björnöfjärdens avrinningsområde har beräknats till ca 160 kg fosfor per år (Johansson m.fl. 2012). Denna externa belastning har under årens lopp lagrats upp i viksystemets bottensediment (intern belastning) som nu kontinuerligt frisätts till vattnet och bidrar till övergödningen. Den interna fosforbelastningen som uppskattas att fastläggas permanent vid den beskrivna verksamheten, uppgår till totalt ca 3 ton fosfor. I relation till den externa fosforbelastningen utgör alltså

internbelastningen den i särklass största andelen av det fosfortillskott vattnet i Björnöfjärden och dess omgivande vikar får.

## 4.2 Genomförande

Den kemiska fastläggningen (fällningen) av fosfor i Björnöfjärdens sediment kommer att göras med aluminiumklorid( $\text{AlCl}_3$ )-lösning. Fällningen kommer att utföras av Vattenresurs AB som använder sig av en patenterad metod där aluminiumlösningen blandas ner i bottenvattnet och/eller ner i sedimenten med en slags harv som dras efter en pråm. En handfull sjöar i Stockholmstrakten (bl.a. Flaten, Långsjön, Malmsjön och senast 2011, Trekanten) har behandlats under 2000-talet med gott resultat (Stockholm Vatten AB och Botkyrka kommun). Metodens effektivitet för brackvatten har också undersökts och utvärderats i ett storskaligt inneslutningsförsök med gott resultat i BalticSea2020s regi (Bilaga 5, Lilliesköld Sjöo & Mörk 2011).

Primärt kommer bottenområden i Säbyviken och Björnöfjärden som regelbundet blir syrefria att behandlas (>7 meter), men även grundare bottenområden (vegetationsfria) där näringsrikt sediment ackumuleras kan komma ifråga för att stoppa läckaget av sedimentforsorn. Den totala bottenarean av Björnöfjärden och Säbyviken är  $1.2 \text{ km}^2$ , av vilken 54% ( $0.65 \text{ km}^2$ ) utgörs av bottnar som är 7 meter eller djupare.

Kompletterande syremätningar i mars kommer ge ytterligare information om utbredningen av syrefria bottenområden, vilket kan komma att påverka de områden som bör behandlas. Se bifogad djupkarta där de områden vi primärt avser att behandla är färgsatta (Bilaga 2).

Om bottenvattnet håller höga halter av löst fosfor kommer bottenvattnet fällas innan man behandlar sedimenten. Ca  $50 \text{ g Al/m}^2$  beräknas vara en tillräcklig dos. Då finns kapacitet att permanent binda  $5 \text{ g fosfor/m}^2$  över hela den behandlade ytan, vilket bedöms vara det totala förrådet av läckagebenägen sedimentfosfor. Sammanlagt beräknar vi att 3 ton fosfor kommer att bindas för gott i sedimenten istället för att på sikt nå skärgården utanför.

Den kemiska fastläggningen bör inledas i Säbyviken (längst in i viken) så snart som möjligt efter islossningen för att sedan bearbeta de djupare bottenarna i riktning mot sundet ut mot Nämndöfjärden via Björnöfjärden. Vi bedömer att behandlingen kommer att ta ett par månader i anspråk.

Den södra delen av viksystemet, Torpe-Infjärden - del av Björnö naturreservat, har av allt att döma den minsta internbelastningen jämfört med omgivande områden. Vi avser inte att behandla Torpe-Infjärden under 2012, eftersom vi vill undvika en eventuell fördröjning av beslutet för verksamheten till följd av utredning av rådande naturreservatsföreskrifter. Med anledning av detta avstår projektet i nuläget från att anmäla, och därmed genomföra, denna åtgärd i Torpe-Infjärden. Vi avser komma in med en kompletterande anmälan om Torpe-Infjärden i den händelse det blir aktuellt att aluminiumbehandla Torpe-Infjärden.

## 5. FÖRVÄNTAD MILJÖPÅVERKAN OCH SKADEFÖREBYGGANDE ÅTGÄRDER

Aluminiumbehandling (Al) har använts för att fastlägga fosfor i sjöar under drygt 40 år i Sverige, såväl som i USA och i Europa. Hittills har man inte sett några negativa bieffekter så länge det inte blir väldigt sura förhållanden i vattnet. Det finns inte någonting som tyder på att det skulle vara annorlunda för Östersjön. Östersjöns vatten är normalt neutralt till svagt basiskt, och har dessutom en väldigt god förmåga att kompensera mot försurning (hög buffertkapacitet) till skillnad mot sjöar, så risken att få en mycket sur miljö bedöms vara obefintlig.

För att ändå utreda åtgärden närmare har BalticSea2020 under sommaren 2011 genomfört ett mycket storskaligt inneslutningsförsök i en anläggning i Löparöfjärden (Norrtälje kommun). Inneslutningsförsöket visar att aluminiumklorid förmår binda fosfor även i bräckt vatten (effektiv metod) och inga negativa sidoeffekter av Al-tillsatsen kunde noteras för de biologiska variabler som mättes upp (växtplankton, djurplankton, blåmussla, blåstång, bottenfauna, spigg) (se Bilaga 5, Lillesköld Sjöö & Mörk 2011). Inte heller kunde någon förhöjning av Al-koncentrationer i biota påvisas, trots den något förhöjda Al-koncentration som rådde i vattnet en tid efter behandlingen.

## 5.1 Riskbedömning

Inom ramen för ett pågående projekt som drivs av Länsstyrelsen i Uppsala län, har förutsättningarna för aluminiumbehandling av Östhammarsfjärden (Östhammars kommun) utvärderats (Bilaga 4). Risken för påverkan på biota i vatten och sediment har bedömts som låg och baseras dels på en kunskapsammansättning av tillgängliga rapporter och vetenskapliga publikationer i ämnet, och dels på en modelleringsstudie av förväntad aluminiumdynamik vid aluminiumbehandling baserad på data från inneslutningsförsök med och utan aluminiumtillsats i Löparöfjärden (Norrtälje kommun) sommaren 2011 (Bilaga 5). Den svenska sammanfattningen av utvärderingen återges nedan:

### *Sammanfattning (Bilaga 4):*

I sjöar har man i över fyrtio år använt aluminiumsaltlösning för att minska fosforhalten i vatten och sediment. Toxiciteten hos aluminium i sjöar bedöms vara försumbar under neutrala förhållanden, huvudsakligen på grund av att reaktiviteten och biotillgängligheten av aluminium vid pH 6-9 är väldigt låg. Den toxikologiska litteraturen stöder dock att det finns vissa möjliga biologiska effekter vid aluminiumtillsättning till sött eller bräckt vatten vid circum-neutralt pH, och att kontinuerlig exponering av aluminium sannolikt har större negativa effekter på biota jämfört med en enstaka aluminiumbehandling. De potentiella negativa effekterna av enstaka aluminiumbehandlingar sammanhänger med mängden aluminiumhydroxidflock, en amorf mineralisk massa som påverkar bottenfaunans livsmiljö. Några andra möjliga negativa effekter inkluderar minskade bottenfaunatäthet och förhöjd fysiologisk stress på fisk. Tidigare studier har dock visat att dessa effekter är kortvariga (veckor för bottenfauna) till medellånga (1-2 år för fisk) och att de akvatiska samhällena återhämtar sig och uppnår ett bättre miljötillstånd jämfört med innan behandlingen på grund av förbättrad vattenkemi och livsmiljö kvalitet. Direkt inblandning av aluminium till sedimentet gör att behandlingseffekterna på plankton och fisk i vattnet minskar eller uteblir helt. Det är svårt att utifrån studier i sötvatten dra säkra slutsatser för brackvattensystem, eftersom experimentella data från aluminiumbehandling i bräckt eller salt vatten i princip saknas. En del studier rekommenderar mindre restriktiva begränsningar för aluminium i saltvatten på grund av att vattenkemin skiljer sig åt från sötvatten, andra förslår mer restriktiva begränsningar på grund av risken för negativa effekter med högre biologisk mångfald och ett större antal känsliga arter. Bottenfaunan i Östhammarsfjärden är sparsam och domineras av ett stort antal okänsliga arter typiska för påverkade system med låg kvalitet. Resultat från ett inneslutningsförsök i bräckt vatten (Löparöfjärden 2011) där aluminium tillsattes i sedimentet visades inga negativa effekter på biota under de fyra månader som försöket pågick efter behandlingen. Eventuella negativa effekter på bottenfaunan vid aluminiumtillsättning bedöms därför bli obetydlig och kvalitén på bottenfauna samhället förväntas istället att öka på några års sikt.

De aluminiumhalter som uppmättes i ett inneslutningsförsöket i Löparöfjärden var högre än modellerade halter. Det kan inte uteslutas att dessa förhöjda halter, efter tillsats av aluminium i sedimentet, kan påverka vattenorganismer. Aluminiumlösligheten kan öka något under det pH och den jonstyrka (salthalt) som råder i bräckt vatten men med de data som finns tillgängliga är det svårt att förklara varför detta har hänt. Den

kemiska modelleringen baserades enbart på pH och uppmätta halter av aluminium, osäkerheterna för denna analys ökar utan en full kemisk analys och därför bör resultaten av modelleringen tolkas med försiktighet. Eftersom aluminiumhalterna var högre än vad som förväntades baserat på jämvikts beräkning med kristallin gibbsit är det nödvändigt att följa de kemiska processerna i framtida experiment för att fullt ut förstå de kemiska processer som sker.

Aluminiumbehandling är troligtvis en bra metod för att minska fosforläckaget från sediment i Östhammarsfjärden. Eventuellt kan kortsiktiga effekter på biota uppstå om aluminiumhalterna i vattnet når upp i de koncentrationer som uppmättes i Löparöfjärdens inneslutningsförsök efter behandlingen där. Men de effekterna blir obetydliga jämfört med ökningen av det akvatiska samhällets ekologiska status efter behandling. Eftersom inneslutningsförsöken i Löparöfjärden inte visade på negativa effekter på biota efter aluminiumbehandlingen, bedöms risken för negativa konsekvenser på biota som låg med en fullskalig aluminiumbehandling i Östhammarsfjärden. Men eftersom det inte finns någon fullskalestudie av aluminiumbehandlingar i bräckt vatten är vår bedömning att det under och efter en fullskalig aluminiumbehandling behövs kompletta kemiska analyser av pH, alkalinitet, totalt organiskt kol, och katjoner och anjoner. Sedimentens halter av aluminium och olika fosforformer borde också undersökas för att utöka kunskapsbasen samt förståelsen för de kemiska processer som sker när man tillsätter aluminium till sediment i bräckt vatten.

## **6. ALTERNATIVA METODER ATT MINSKA FOSFORLÄCKAGE FRÅN SEDIMENTET**

### **6.1 Nollalternativ**

Nollalternativet, att verksamheten inte utförs, innebär att Björnöfjärden även i fortsättningen kommer att vara väldigt övergödd. Risken för att situationen försämras är dessutom stor.

### **6.2 Muddring och bortforsling av fosforberikat sediment**

Muddring är en alternativ metod för att åtgärda internbelastningen av fosfor. Istället för att permanent binda den läckagebenägna fosfor i sedimenten i aluminiumkomplex, innebär muddring att de sedimentlager som håller läckagebenägen fosfor grävs eller sugts bort från fjärden. Målsättningen är att den nya sedimentytan inte ska läcka fosfor. En väl utförd muddring ska kunna nå fram till målet att minimera internbelastningen, motsvarande målsättningen för aluminiumbehandling. En muddring är dock mycket dyr och innebär stora utmaningar både under muddringen och under den efterföljande deponeringen av muddermassorna. Förmodligen skulle mer än ett par tre decimeter sediment behöva tas bort. För Björnöfjärden och Säbyvikens bottnar under 7 m vattendjup motsvarar det, antaget att i snitt 3 dm tas bort, 180 000 m<sup>3</sup> sediment. Det är en mycket stor volym.

## 7. NATIONELLA MÅL OCH ALLMÄNA HÄNSYNSREGLER

### 7.1 Nationella miljömål

De nationella miljömål som är relevanta för den här beskrivna verksamheten är;

*Ingen övergödning* - Halterna av gödande ämnen i mark och vatten ska inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningar för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten.

*Hav i balans samt levande kust och skärgård* - Västerhavet och Östersjön ska ha en långsiktigt hållbar produktionsförmåga och den biologiska mångfalden ska bevaras. Kust och skärgård ska ha en hög grad av biologisk mångfald, upplevelsevärden samt natur- och kulturvärden. Näringar, rekreation och annat nyttjande av hav, kust och skärgård ska bedrivas så att en hållbar utveckling främjas. Särskilt värdefulla områden ska skyddas mot ingrepp och andra störningar.

*Ett rikt växt och djurliv* - Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas. Arter ska kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med tillräcklig genetisk variation. Människor ska ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd.

### 7.2 Miljö kvalitetsnormer

Fastläggning av fosfor i sedimentet i Björnöfjärden och omgivande vikar bedöms inte innebära att några miljö kvalitetsnormer överskrids. Åtgärden förväntas istället vara nödvändig för att god ekologisk status ska uppnås till 2021 (Vattendirektivet).

### 7.3 Allmänna hänsynsregler

#### Kunskapskravet – 2kap. 2 § miljöbalken

BalticSea2020 har genom egen personal och anlitade konsulter hög kompetens och mångårig erfarenhet för att genomföra den anmälda verksamheten på ett tillfredställande sätt.

#### Erforderliga försiktighetsmått – 2 kap. 3 § miljöbalken

BalticSea2020 kommer vidta erforderliga försiktighetsmått vid genomförandet av anmäld verksamhet, som är en välutprövad och välkänd metod. I land förvaras fällningskemikalier i tre tankar som var och en är invallade för hela tankvolymen i en container som är låst. Fyllningen och tömningen sker från topp. Eventuellt droppläckage från koppling av slangar behandlas med kalk. Det finns inga kranar i tankarna som kan springa läck och tömma stora mängder med flockningsmedel. Vid lastning och lossning finns alltid övervakande personal. Ombord på utläggaren är tanken invallad i båten som transporterar fällningskemikaliet så händer något här så kan man ta sig till land och tömma. Även ombord sker lastning och lossning från topp. Utläggningen i sjön övervakas på sådant sätt att, om det trots alla försiktighetsåtgärder ändå skulle uppstå ett läckage, upptäcks detta direkt. I övrigt hanteras bensin till utombordsmotorer och elverk i 20 l jeepdunkar. Vid avslutad verksamhet kommer BalticSea2020 regelbundet följa upp och utvärdera effekterna av verksamheten.

## **Produktvalsprincipen – 2 kap. 4 § miljöbalken**

Vid verksamheten kommer en välkänd kemikalie som bedöms vara den bästa för ändamålet att användas. Denna kemikalie har tidigare använts vid många sjörestaureringar, och används även för att rena dricksvatten.

## **Resurshushållning – 2 kap. 5 § miljöbalken**

Den kemikalie (aluminiumklorid) som kommer att användas är en biprodukt från aluminiumframställningen i Sundsvall. Aluminiumklorid används för att ta bort fosfor i mindre avloppsvattenreningsanläggningar, samt vid dricksvattenrening ”polering”. Om det anses motiverat med denna typ av avloppsvattenrening innan fosfor når vattnet bör det också vara resursmässigt motiverat att binda den fosfor som inte fälldes i reningsverket utan som släpptes ut till miljön. Med verksamheten vill vi rena sedimenten (binda fast fosfor) i efterhand.

## **Lokaliseringsprincipen – 2 kap. 6 § miljöbalken**

BalticSea2020 har undersökt 13 vikar översiktligt och 3 vikar grundligt inför slutgiltigt val av område för att genomföra projektet. Vid sammanvägning av många olika kriterier har Björnöfjärden bedömts som det lämpligaste området.

## **Skälighetsprincipen – 2 kap. 7 § miljöbalken**

Hänsynsreglerna uppfylls genom att sökanden ser till vad som är tekniskt möjligt, ekonomiskt rimligt och miljömässigt motiverat.

## **Ansvaret för skada – 2 kap. 8 § miljöbalken**

Verksamheten som avses i denna anmälan förväntas inte kunna aktualisera något ansvar. Om skada ändå uppstår till följd av verksamheten står BalticSea2020, som verksamhetsutövare, ansvarig. Se vidare bilaga 3.

## **8. REFERENSER**

Arvidsson M, 2011. Yngelinventering i Skarpösundet, Fjällsviksviken och Björnöfjärden 2011. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2011:17, 30p.\*

Huser BJ, Köhler S, 2012. Potential toxicity and chemical processes of aluminium addition for sediment phosphorus control in Östhammarsfjärden. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala Rapport 2012:02. (rapporten finns tillgänglig på [http://publikationer.slu.se/Filer/Al\\_in\\_Brackish\\_Waters\\_2012\\_02.pdf](http://publikationer.slu.se/Filer/Al_in_Brackish_Waters_2012_02.pdf))

Johansson M, Magnusson S, Erlandsson Å, Carstens C, 2012. Levande Kustzon – Fosforbelastning från land till Björnöfjärden i Värmdö kommun, Ecoloop AB, 45p.\*

Lilliesköld Sjö G, Mörk E, 2011. Fosforfällning för en förbättrad skärgårdsmiljö – ett mesokosmförsök. Svensk Ekologikonstult AB, 38p.\*

Lindqvist U, 2011a. Provfiske i Björnöfjärden, Fjällsviksviken och Skarpösundet 2011. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2011:23, 40p.\*

Lindqvist U, 2011b. Bottenfaunaundersökning i Björnöfjärden, Fjällsviksviken och Skarpösundet. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2011:22, 98p.\*

Naturvårdsverket, 2007. Bedömningsgrunder för kustvatten och vatten i övergångszon. Bilaga B, handbok 2007:4, 111p.

Qvarfordt S, Fredriksson R, Borgiel M, 2011. Marin vegetationsinventering i tre havsvikar, Del 1 – Björnöfjärden, Ingarö, Sveriges Vattenekologer AB, November 2011, 77p.\*

Rydin E, 2008. Kan Östersjön restaureras? Utvärdering av erfarenheter från sjöar. Del 2. Kemiska och fysiska sjörestaureringsmetoder – något för Östersjön? Naturvårdsverket, Rapport 5860:51-90.

Salonsaari J, 2009. Övergödda havsvikar och kustnära sjöar inom Norra Östersjöns vattendistrikt. Redovisning av ett regeringsuppdrag. Länsstyrelsen i Norra Östersjöns vattendistrikt, Rapport 2009:5.

\*Rapporten är tillgänglig på BalticSea2020s hemsida: [www.balticsea2020.org](http://www.balticsea2020.org).

## 9. ORDLISTA

*Ammonium* ( $\text{NH}_4^+$ ) – Kvävebaserat näringsämne för växter

*Biomassa* – Materia som ingår i levande organismer

*Biota* – Levande organismer (växter, djur, svampar och bakterier)

*BQI-index* – Benthiskt miljökvalitetsindex (Benthic Quality Index), vilket är uppbyggt av tre faktorer; proportionen mellan känsliga och toleranta arter, antalet arter och antalet individer, varvid den förstnämnda faktorn utgör den dominerande delen av indexet.

*Cyanobakterier* – Fotosyntetiserande bakterier

*Habitat* – Miljö där en viss växt- eller djurart kan leva

*Hypereutrof* – Mycket näringsrik

*Litoral* – Den del av en sjö eller ett hav som ligger närmast land; strandzon

*Redox-känsligt ämne* – ämne som ändrar kemiska egenskaper då syreförhållandena förändras

*Språngskikt* – Skarp horisontell skiktning av vattenmassor i sjö eller hav

*Svavelbakterier* – Grupp av bakterier som har förmågan att oxidera svavelväte och andra svavelföreningar

*Taxa* – Det allmänna begreppet för enheter inom biologisk systematik; kan t.ex. utgöras av art, släkte, familj, ordning eller en ännu större systematisk enhet.