



ARTDATABANKEN



Vegetationsklädda grunda vikar

– utveckling av regional miljöövervakning för
Bottniska viken

Författare

Josefin Sagerman

Omslagsbild

Inventering av bottenvegetation i Uppsala län

Foto: Malin Hjelm, Länsstyrelsen Uppsala län

Grafisk form

Katarina Nyberg

Rekommenderad citering

Sagerman, J. (2023). Vegetationsklädda grunda vikar

– utveckling av regional miljöövervakning för Bottniska viken.

SLU Artdatabanken rapporterar 29.

Uppsala: SLU Artdatabanken.

Distribution

Rapporten kan kostnadsfritt laddas ned från

www.artdatabanken.se/publikationer

Denna rapport har finansierats av Havs- och vattenmyndigheten genom anslag 1:2 Miljöövervakning.

Tack!

Tack till Joakim Hansen och Åsa Austin, Stockholms universitets

Östersjöcentrum, samt Gustav Johansson, Hydrophyta Ekologikonsult

som bidragit genom dialog om utformningen av projektet.

Copyright © 2023

Förlag: SLU Artdatabanken, Uppsala

ISSN: 2003-5373 (tryck)

2003-5381 (pdf)

ISBN: 978-91-87853-70-8 (pdf)

Förord

Denna rapport ger råd och riktlinjer för hur miljöövervakning och uppföljning av vegetationsklädda grunda vikar bör bedrivas de närmaste åren. Råden och riktlinjerna riktar sig främst till de som arbetar med marina frågor på länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten. Rapporten har tagits under framperioden 2021– 2022 inom ett samarbetsprojekt mellan länsstyrelserna för Uppsala, Gävleborg, Västernorrland, Västerbotten och Norrbotten samt SLU Artdatabanken. Projektet har finansierats av Havs- och vattenmyndighetens anslag för miljöövervakning (1:2). Analyserna baseras på insamlad miljöövervakningsdata där delar av indikatorvecklingen har finansierats med projektmedel från fortlöpande miljöanalys inom SLU. Författare till rapporten är Josefin Sagerman, miljöanalysspecialist vid SLU Artdatabanken som även utfört analyserna.

Eddie von Wachenfeldt, chef för enheten för akvatiska ekosystem vid SLU Artdatabanken

Sammanfattning

I denna rapport presenteras resultat från projektet Vegetationsklädda grunda vikar i Bottniska viken – utveckling av ett gemensamt delprogram, som drivits under 2021 – 2022 med finansiering från Havs- och vattenmyndigheten genom anslag 1:2 Miljöövervakning. Rapporten innehåller utvärdering av data och metoder som samlats in och testats under år 2020 – 2022 och ger råd angående utformning av fortsatt miljöövervakning.

Projektet genomfördes av länsstyrelserna i Uppsala (samordnare), Gävleborg, Västernorrland, Västerbotten och Norrbotten samt SLU Artdatabanken. Målet var att utveckla ett förslag till metodik och design för ett gemensamt delprogram för miljöövervakning och uppföljning av Natura 2000-naturtyperna laguner 1150, samt vikar och sund 1160. Rapporten riktar sig i första hand till marina handläggare vid länsstyrelserna i Bottniska viken, men kan även vara av intresse för utredare på Havs- och vattenmyndigheten och andra som arbetar med miljöövervakning och uppföljning av marint områdesskydd.

Under tre fältsäsonger år 2020 – 2022, genomfördes sammanlagt 97 snorkelinventeringar av makrofyter, i totalt 68 vikar. Följande analytiskt arbete utfördes inom projektet:

- 1) Tre olika inventeringsmetoder utvärderades med avseende på den nivå av precision som kan uppnås inom vik under en standardiserad tidsenhet.
- 2) Sex vegetationsvariabler jämfördes med avseende på hur många vikar som krävs för att kunna skatta medelvärde för en grupp av vikar med god precision.
- 3) Sambandet mellan mänsklig påverkan och effekter på vegetationen studerades i grafer för de fyra vegetationsvariabler som kunde skattas med rimlig precision. Skillnader mellan län, år, månad och naturtyp undersöktes även på samma sätt.

- 4) Lämplig provtagningsinsats beräknades med avseende på hur många provytor som bör inventeras inom vik samt hur många vikar som bör inventeras.

I rapporten redovisas resultat från det analytiska arbetet samt råd och riktlinjer för hur miljöövervakningen bör bedrivas under de nästkommande åren. Det föreslagna upplägget för datainsamling är utformat i huvudsak för att möjliggöra analys av mellanårsvariation och främja indikatorutveckling. Längre fram i utvecklingsarbetet kommer detta upplägg för datainsamling att behöva revideras. Revisionen bör då utgå från vilka frågeställningar som programmet ska besvara samt från nya precisionsberäkningar utförda när indikatorn makrofytindex är färdigutvecklad.

I korthet rekommenderas att:

- Stationsmetoden bör tillämpas som inventeringsmetod då utvärderingen visat att det är den metod som kan säkerställa insamling av ett oberoende stickprov till bäst precision per arbetsinsats.
- Turbiditet och salinitet bör alltid mätas i vikar som inventeras.
- Totalkväve, totalfosfor samt vattnets färg bör om möjligt mätas under de nästkommande åren, för att deras eventuella effekter på vegetationen i havsområdet ska kunna utvärderas.
- Tillsvidare bör nio stationer inventeras per vik då det möjliggör att två vikar kan inventeras på samma dag.
- Det totala antalet vikar som inventeras bör aldrig underskrida sex vikar per län och år, och helst vara högre.
- För den nästkommande perioden innan rapportering inom art- och habitatdirektivet 2025, bör två vikar vara fasta vikar som inventeras samtliga år under rapporteringsperioden. Dessa två vikar bör vara relativt opåverkade av mänskliga aktiviteter. Minst fyra vikar per län och år bör vara nya vikar som ännu inte har inventerats inom miljöövervakningsprogrammet. Dessa fyra nya vikar bör vara jämnt fördelade i ett brett spann av fysisk påverkan.

Det är av största vikt för miljöövervakning och uppföljning av skyddade områden att kunna mäta effekter av mänsklig påverkan. I analysresultaten framstår de två vegetationsvariablerna total täckningsgrad och makrofytindex som särskilt intressanta för att mäta effekter av fysisk påverkan i Bottniska viken. Dessa båda variabler bör dock testas och utvecklas vidare. I rapporten beskrivs hur indikatorutvecklingen kan drivas framåt och vilka delsteg och data som krävs för att färdigställa makrofytindex för Bottniska viken.

Samordning är en central fråga för att säkra kvaliteten i miljöövervakningsprogrammet eftersom både inventering, urval av vikar och val av tidpunkt för inventering sker länsvis. För att säkerställa att olika typer av felkällor inte påverkar data, blir kalibreringsövningar och ett robust system för att peka ut de vikar som ska inventeras mycket viktiga. För att samordningen ska säkras behövs tillräcklig finansiering för att det samordnande länet ska kunna utföra sitt uppdrag. Utöver samordning behöver nationell datavärd få i uppdrag att lagra den typ av

data som genereras i miljöövervakningsprogrammet, samt erbjuda lämpliga importmallar och bra exportformat.

Miljöövervakning och uppföljning bör utformas så att de data som samlas in kan användas som underlag för direktivrapportering. För att miljöövervakningsprogrammet för grunda vikar ska kunna nyttjas i detta avseende krävs dock ett fortsatt utvecklingsarbete. I utvecklingsarbetet behöver det fastslås vilken eller vilka frågeställningar som programmet ska besvara. Därefter behöver bedömningsgrunder och arbetsrutiner utvecklas för att besvara de fastslagna frågeställningarna.

En viktig målsättning är att använda miljöövervakningsprogrammet för att bedöma bevarandestatus för Natura 2000-naturtyperna *laguner* och *vikar och sund* både inom och utanför marina skyddade områden i Bottniska viken. Om samordning sker med miljöövervakning av bentiska livsmiljöer så att samma vikar inventeras både med stationsmetoden och med drönare blir det möjligt att göra en samlad bedömning av bevarandestatus för vikarna. Den samlade bedömningen kommer då kunna omfatta både kvalitet och areal av vegetation. Bedömningen kan därefter skalas upp till att gälla hela norrlandskusten med hjälp av kartsnitt för fysisk påverkan samt med kartsnittet för naturtyperna laguner, samt vikar och sund som är under framtagande. Hur den samlade bedömningen ska utföras behöver dock utvecklas vilket kräver att Havs- och vattenmyndigheten initierar ett utvecklingsprojekt mellan berörda parter.

Innehåll

Inledning	7
Projektets omfattning gällande naturtyper	8
Dimensionering och precision –Vad är det?	8
Utvärdering av inventeringsmetoder	10
Bakgrund till metodtest	10
Beskrivning av testade metoder	12
Stationsmetoden jämförd med rutor i kluster	13
Fritt slumpade rutor jämförd med stationsmetoden	16
Val av metod	17
Lämplig provtagningsinsats	17
Variation i tid och rum	18
Inom vik	19
Antal vikar	19
Vad visar data?	20
Naturtyp, år, månad och län	21
Vegetationens känslighet för påverkan	24
Indikatorutveckling	28
Plan för indikatorutveckling för Bottniska vikens grunda vikar	29
Utformning av miljöövervakningsprogrammet	30
Metod	31
Dimensionering	32
Samordning	32
Datalagring och analyser	33
Behov av utveckling	34
Tillkännagivanden	35
Referenser	36

Inledning

Trots sitt höga ekologiska värde och sårbarhet för fysisk påverkan har det länge saknats miljöövervakning och uppföljning av grunda vegetationsklädda mjukbottenar längs Sveriges ostkust. I vågskyddade skärgårdsvikar och sund växer en rik mångfald av undervattensväxter som genom att stabilisera botten bidrar till klarare vatten¹. Flera av de grunda mjukbottenbiotoperna har listats som hotade av [Helcom](#) och [EU](#), så som kransalgsängar och ängar av ålgräs och annan långskottsvegetation. Här finns även flera rödlistade arter, så som småsvalting (NT) och kransalgerna raggsträfsse (NT), barklöst sträfsse (NT) och tuvsträfsse (NT), samt den akut hotade ishavshästsvansen (CR). Vegetationens sammansättning och komplexitet har kunnat kopplas till abundans och sammansättning av akvatiska evertebrater². Vegetationen är även viktig för rovfiskarna abborre och gädda, då den skyddar deras yngel mot predation och tillhandahåller en miljö där de kan hitta föda. De vågskyddade miljöerna längs kusten är även populära rekreationsområden för oss människor. Vi använder dem för fritidsfiske och bygger ofta bryggor och sommarstugor i anslutning till dem. Båttrafik och småskalig exploatering så som anläggningar av bryggor, pirar, hamnanläggningar och muddring belastar de grunda vikarna³. När tillståndet försämras sjunker vattenkvaliteten och känsliga arter i vegetationen minskar och försvinner⁴. Blir påfrestningen tillräckligt hög glesas vegetationen ut och vikarna kan övergå i ett grumligt tillstånd med sämre förutsättningar för flera fiskarters lek och uppväxt⁵. På grund av de höga naturvärdena och den omfattande hotbilden är det viktigt att kunna bedöma det ekologiska tillståndet i Natura 2000-naturtyperna *laguner* (1150) och *grunda vikar och sund* (1160). Länsstyrelserna längs Bottniska viken arbetar därför nu med att utveckla ett gemensamt delprogram för miljöövervakning av grunda vikar. Miljöövervakningen är tänkt att användas för uppföljning av vikar med olika grad av påverkan, både inom och utanför områden vars akvatiska naturvärden är formellt skyddade. Länsstyrelserna har anlitat SLU Artdatabanken för att räkna på precision, ge råd kring dimensionering av deras delprogram samt för att stödja länsstyrelserna vid val av inventeringsmetoder, variabler och typer av vikar som bör inventeras.

SLU Artdatabanken har arbetat med följande frågeställningar:

1. Vilken av de inventeringsmetoder som testats i utvecklingsprojektet ger bäst precision per ansträngning?
2. Finns det någon skillnad mellan vikar som är påverkade av fysisk störning eller förhöjd närsaltsbelastning jämfört med relativt opåverkade vikar? Vilken vegetationsvariabel visar i sådana fall störst skillnad i detta avseende?
3. Formulera en bristanalys med avseende på vilka inventeringsdata som behövs för att utveckla en makrofyttindikator för att mäta effekter av fysisk påverkan, som fungerar i hela Bottniska viken.

¹ Austin m.fl. (2017)

² Hansen m.fl. (2010)

³ Sagerman m.fl. (2020)

⁴ Hansen och Snickars (2014)

⁵ Hansen m.fl. (2019)

4. Hur stor provtagningsinsats rekommenderas i varje enskild vik och hur många vikar behöver inventeras?
5. Hur bör, utifrån analysresultaten, ett program för miljöövervakning och uppföljning av grunda havsvikar i Bottniska viken utformas?

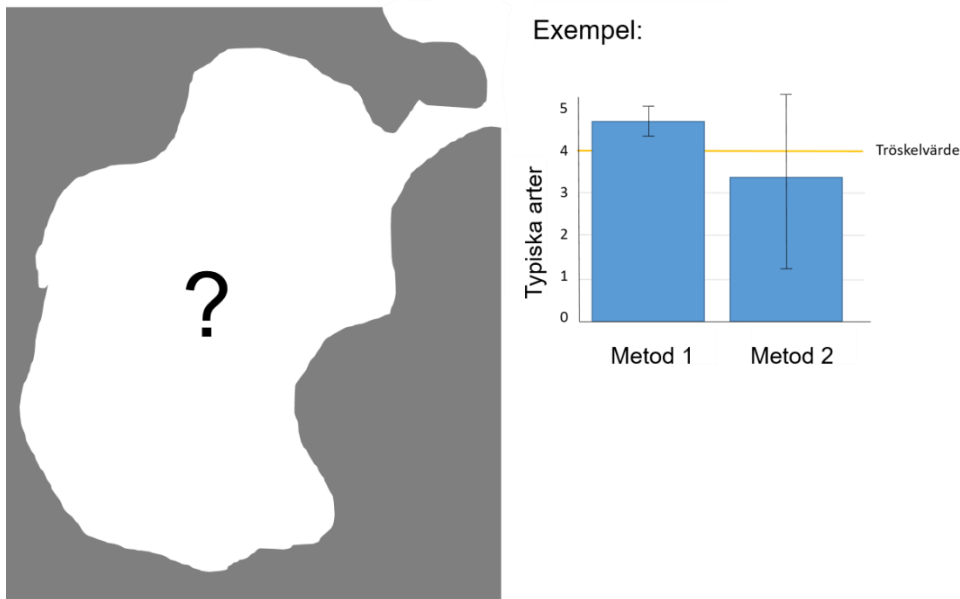
Projektets omfattning gällande naturtyper

I utvecklingsprojektet har tre olika Natura 2000-naturtyper inventerats: *Estuarier* (1130), *stora vikar och sund* (1160), samt *laguner* (1150). *Laguner* brukar delas in i fyra successionsstadier beroende på hur stort vattenutbyte de har med omkringliggande hav: Juvenil flada, flada, gloflada eller glo. Eftersom *vikar och sund* samt de två mer öppna lagunstadierna (juvenil flada och flada) förväntas ha en mer likartad vegetation med mindre variation i täckningsgrad och artförekomst, har länsstyrelserna prioriterat att inventera dessa miljöer. Tanken med prioriteringen är underlätta att kunna urskilja mönster när datamängden ännu är begränsad. Således har endast två *estuarier* och fyra gloflador inventerats. Resterande inventeringar har utförts i de prioriterade miljöerna. Detta innebär att resultat i denna rapport samt föreslagen dimensionering gäller övervakning och uppföljning av naturtyperna vikar och sund, samt lagunstadierna juvenil flada och flada, som en och samma enhet. Om även estuarier och gloflador ska ingå i miljöövervakningsprogrammet framöver behöver inventeringsdata från dessa miljöer samlas in och nya precisionsanalyser utföras. En utökad omfattning gällande övervakning av naturtyper /lagunstadier kräver sannolikt en utökad dimensionering av miljöövervakningsprogrammet. I rapporten används termen ”vikar” som en synonym för naturtyperna vikar och sund, samt laguner, och syftar främst på de miljöer som prioriterats för inventering.

Dimensionering och precision –Vad är det?

Dimensionering är den term som används för att benämna storleken på provtagningsinsatsen. Dimensionering omfattar både hur många prov som ska tas per tidsenhet (t.ex. per år) och hur många prov som ska tas per rumslig enhet (t.ex. per vik eller område). När man ska bestämma dimensioneringen för ett provtagningsprogram är det viktigt att ha en uppfattning om vilken precision i provtagningen som är önskvärd d.v.s. med vilken säkerhet vi bör kunna skatta medelvärden i det data som samlas in.

Precision är en term som används för att benämna säkerheten i skattningen av ett medelvärde. Precisionen i en provtagning påverkas dels av hur stor variation som finns naturligt i den variabel som mäts och dels av mätfel förknippade med provtagningen. Precisionen påverkas också av antalet prov som tas för att skatta medelvärdet. Ju fler prov som samlas in desto säkrare kan medelvärdet skattas. Eftersom varje enskilt prov tar tid att samla in och därmed kostar pengar, är det viktigt att känna till hur många prov som behöver tas för att uppnå önskad precision. Saknas den kunskapen är risken stor, antingen att onödigt stora resurser spenderas på en allt för omfattande provtagning, eller att resurser spenderas till ingen nytta eftersom osäkerheten i data är för stor för att slutsatser ska kunna dras (se **figur 1**).



Figur 1. Om osäkerheten i skattning av medelvärdet är för stor är det mycket svårt att avgöra om en tröskelnivå har uppnåtts (se metod 2 jämförd med metod 1). Figuren visar medelvärden och konfidensintervall för typiska arter skattade med två metoder som ger olika grad av säkerhet i skattning av medelvärdet. Fiktiva data från en hypotetisk lagun.

Enligt EU-kommissionens riktlinjer för rapportering mot art- och habitatdirektivet ska tillståndet i en naturtyp jämföras mot ett uppsatt referensvärde /tröskelnivå. För att använda insamlad information på bästa sätt bör statistisk hypotesprövning användas i utvärderingsprocessen. Syftet med bedömningen i fallet grunda vikar blir att försäkra sig om att det sanna medelvärdet av en eller flera vegetationsvariabler (så som täckningsgrad eller förekomst av störningskänsliga arter) kommer upp till uppsatt tröskelnivå. Efter det att data samlats in från ett slumpmässigt oberoende stickprov, och medelvärdet samt konfidensintervallet beräknats kan man säga att det sanna värdet för variabeln ligger någon stans inom konfidensintervallet. I den här rapporten används det ensidiga 95 % konfidensintervallet för att skatta precision. Anledningen till att ensidigt intervall används, är att det endast är intressant att bedöma om det sanna värdet är på ena sidan av en tröskelnivå. Vid dimensionering är det önskvärt att uppnå så kallad ”god precision”, vilket definieras som att det ensidiga konfidensintervallet utgör 20 % av medel^{6,7}. En del vegetationsvariabler har dock en hög naturlig variation, varvid det kan bli svårt att uppnå god precision på alla rumsliga skalor med en rimlig provtagningsinsats. I rapporten använder vi därför även termen acceptabel precision, vilket definieras som att det ensidiga konfidensintervallet utgör 30 % av medel⁸.

⁶ Se Haglund (2010) om beräkning av precision och tröskelvärden.

⁷ Se Hansen (2016) om dimensionering i grunda vikar.

⁸ Ibid.

Utvärdering av inventeringsmetoder

Inom projektet testades tre olika inventeringsmetoder för att samla in vegetationsdata: ”Stationsmetoden”, där inventering utförs i cirklar med 5 m radie, ”Rutor i kluster” samt ”Fritt slumpade rutor”, där inventering utförs i 50 x 50 cm provrutor för båda metoderna. Gemensamt för samtliga metoder är att inventering utfördes visuellt av snorklare mellan 0,3 och 2,5 meters djup. Makrofyter och skattningar av deras individuella täckningsgrad protokollfördes tillsammans med ett antal olika variabler så som bottensubstrat, andel bar botten, epifyter och vegetationshöjd. Se **tabell 1** för översikt av de sex vegetationsvariabler som utvärderats i projektet. Metoderna jämfördes med varandra med avseende på vilken tid det tar att uppnå en viss precision. Datainsamlingen genomfördes främst av de fem länsstyrelsernas egen personal, men även av en konsult. Se nedan för mer utförlig beskrivning av de tre metoderna.

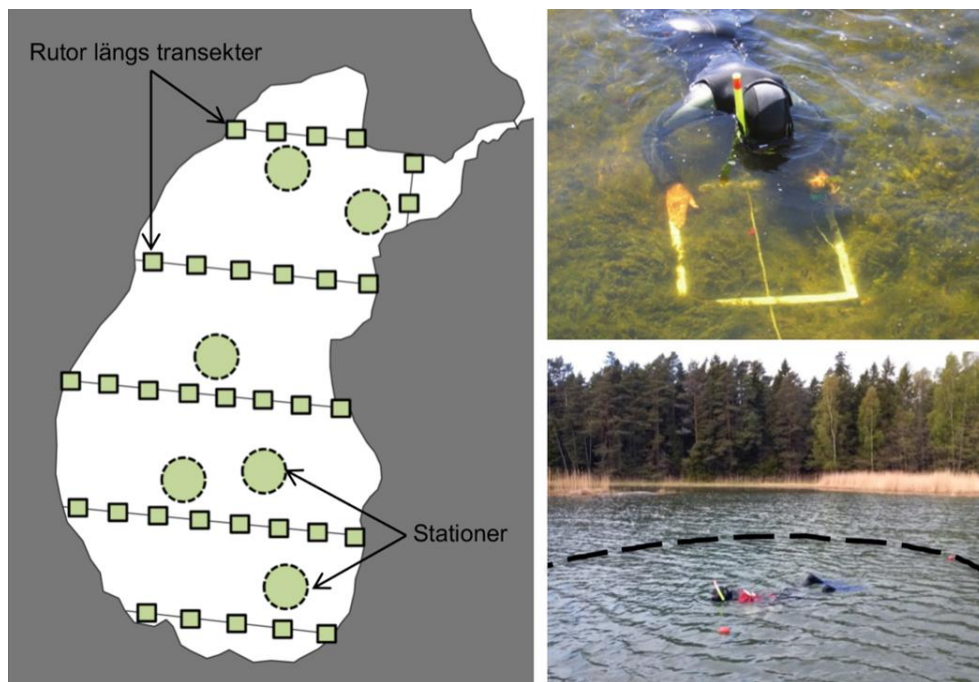
Tabell 1. Vegetationsvariabler inom provytor antingen skattade i fält (*) eller uträknade i Excel (x) baserat på data skattade i fält.

Variabel	Beskrivning	Enhet
Vegetationshöjd*	Medelhöjd av dominerande vegetation.	Meter (med 1 decimals noggrannhet)
Bar botten*	Andel botten som varken är täckt av vegetation eller detritus.	% (0 – 100)
Kumulativ täckning ^x	Sammanlagd täckningsgrad av levande makrofyter (som ofta växer i flera vegetationsskikt).	% (från 0 och uppåt)
Total täckning*	Total täckning av levande makrofyter.	% (0 – 100)
Antal arter ^x	Antalet taxa (inkluderar även några art par/artkomplex som är svåra att skilja)	Antal (från 0 och uppåt)
Makrofytindex ^x	Kvoten av störningskänsliga och störningståliga arter ⁹ .	Kvot (0 – 200)

Bakgrund till metodtest

Historiskt har främst två olika metoder använts vid inventering av Natura 2000-naturtyperna *laguner* och *vikar och sund*: ”Stationsmetoden” och ”Basinventeringstransekt” (se **figur 2**). De båda metoderna har olika styrkor och svagheter. Den metod som främst används i dagsläget, stationsmetoden, ger en sämre precision per tidsenhet jämfört med basinventeringstransekterna. Detta har föranlett ett resonemang kring att det kan finnas utrymme för metodförbättringar.

⁹ Se formel på sid. 28 för beräkning av makrofytindex.



Figur 2. Inventering med basininventeringstransekt jämfört med stationsmetoden. Figuren är från Hansen (2016), återpublicerad med tillstånd.

Basinventeringstransekt användes framförallt under basininventeringen av Natura 2000 naturtyperna *laguner* samt *vikar och sund* och utfördes genom att artförekomst och täckningsgrad skattades i 50 x 50 cm provrutor. Provrutorna placerades med jämna mellanrum längsmed ett antal transekt, utlagda vinkelrätt mot vikarnas längdaxel. Antalet transekt per vik avgjordes av vikens storlek. Metoden har kritiserats på grund av den autokorrelation som antas uppkomma mellan provrutor som ligger nära varandra längsmed samma transektlinje. Eftersom basininventeringstransekt därmed inte kan garantera ett slumpmässigt oberoende stickprov har metoden slutat användas. I stället används ofta stationsmetoden som finns beskriven i metodbeskrivningen nedan. Fördelar med stationsmetoden är att den är kompatibel med miljöövervakningsmetoden ”Yngelprovfiske med tryckvåg”¹⁰. Eftersom det finns tydliga samband mellan fiskrekrytering och vegetationen i grunda vikar ger kombinerade data från yngelprovtagning och vegetationsinventering ett viktigt mervärde. Stationsmetoden anses även vara mindre arbetsintensiv då man slipper lägga ut transektlinjer.

De båda inventeringsmetoderna har jämförts med avseende på precision i en rapport från Havsmiljöinstitutet¹¹. Där konstateras att med basininventeringstransekt kan god precision uppnås för 70 % av vikarna genom en halv dags arbete för två personer per vik (totalt ca 8 mantimmar och 100 utlagda provrutor). För att nå god precision med stationsmetoden visar beräkningarna att det krävs 30 stationer, vilket skattas ta ca 20 mantimmar att inventera. I rapporten dras slutsatsen att arbetsinsatsen för att uppnå god precision på vikinivå med stationsmetoden i de flesta fall inte är rimlig. I stället föreslås att 12 stationer bör

¹⁰ Bergström m.fl. (2021)

¹¹ Hansen (2016)

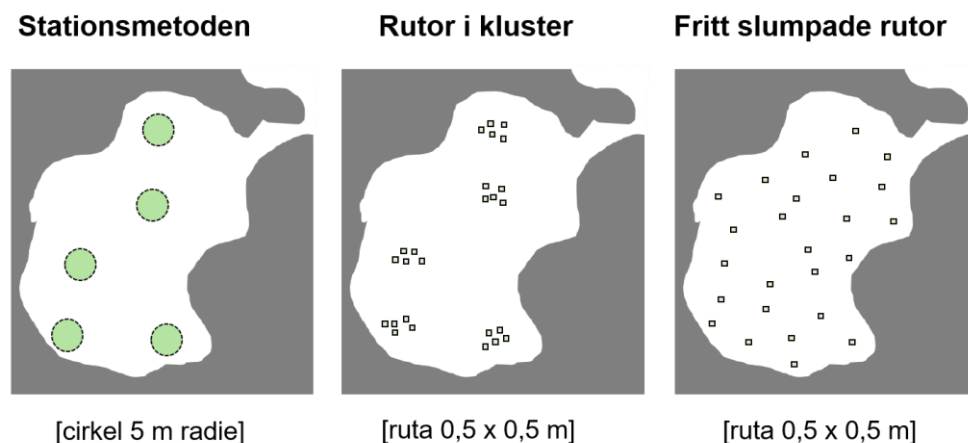
inventeras per vik vilket beräknas ge så kallad "acceptabel precision", där det ensidiga konfidensintervallet utgör 30 % av medelvärdet. Samtliga av dessa beräkningar baseras på skattningar av den kumulativa täckningsgraden av makrofyter vilket är den indikator som ofta använts i laguner.

Det finns ytterligare metoder som har använts vid snorkelinventering av vegetation i laguner. I ett Interreg-projekt kallat "Kvarken Flada" inventerades ett stort antal laguner i Västerbotten och finska Österbotten med 50 x 50 cm provrutur utlagda utan hjälp av transektlinjer. Provrutorna lades dock inte ut slumpmässigt utan placerades ut av snorklare på plats, när helst vegetationen ändrade karaktär. I forskningsprojektet "Plant Fish" inventerades laguner i Östergötland främst med stationsmetoden men i projektet testade man även att lägga ut 50 x 50 cm provrutur i kluster (inom stationerna). Varken rutur i kluster eller Kvarken Flada-metoden har tidigare utvärderats med avseende på precision.

Beskrivning av testade metoder

Se **figur 3** för schematisk bild av utlagda provrutur för projektets tre testade metoder, stationsmetoden, rutur i kluster och fritt slumpade rutur.

Provtagningsinsats per vik samt vilka metoder som testats skiljer sig mellan projektets tre fältsäsonger (se **tabell 2**).



Figur 3. Schematisk bild av utlägg av provrutur för de tre inventeringsmetoderna som testats i utvecklingsprojektet.

Tabell 2. Provtagningsinsats per vik och totalt antal inventerade vikar fördelade över utvecklingsprojektets tre fältsäsonger.

År	Stationer	Rutor i kluster	Fritt slumpade rutor	Antal vikar
2020	3 – 7	-	18 – 89	25/37*
2021	7	7**	-	35
2022	9 – 13	-	-	37

*25 vikar inventerades med båda metoderna och 12 endast med fritt slumpade rutor. **Set om 5 rutor.

Stationsmetoden finns kortfattat beskriven i övervakningsmanualen ”Yngelprovfiske med tryckvåg”¹². Metoden är kompatibel med yngelprovtagning med 10 g sprängämne och är utformad för att samla in data om vegetationen från samma yta som fiskyngel provtas. I metoden skattas artförekomst och täckningsgrad av vegetation i provtagningsstationer med en radie på 5 meter. Vid första besöket i en vik slumpas stationerna ut i viken i förväg. Hur stationerna ska slumpas ut står inte beskrivet i övervakningsmanualen men lämpligtvis slumpas stationerna stratifierat så att både vikens inre, mellerst och yttre delar finns representerade i inventeringen. Vid återkommande provtagning återbesöks samma stationer för att minimera den slumpmässiga variationen i tidsserieanalyser.

Vid inventering med rutor i kluster skattades artförekomst och täckningsgrad i en 50 x 50 cm provruta som slumpmässigt lades ut fem gånger inom ett område med fem meters radie. Metoden testades parallellt med stationsmetoden så att varje station hade samma mittpunkt som ett kluster med rutor. Endast mittpunktens koordinat protokollfördes.

Vid inventering med fritt slumpade rutor skattades artförekomst och täckningsgrad i en 50 x 50 cm provruta som slumpmässigt lades ut av snorklare på plats. Koordinater registrerades inte för merparten av rutorna. Att återinventera ett större antal ”smårutor” på bestämda koordinater bedöms inte kunna genomföras med en rimlig arbetsinsats, då metoden kräver inventering av cirka 70 rutor per vik¹³.

Stationsmetoden jämförd med rutor i kluster

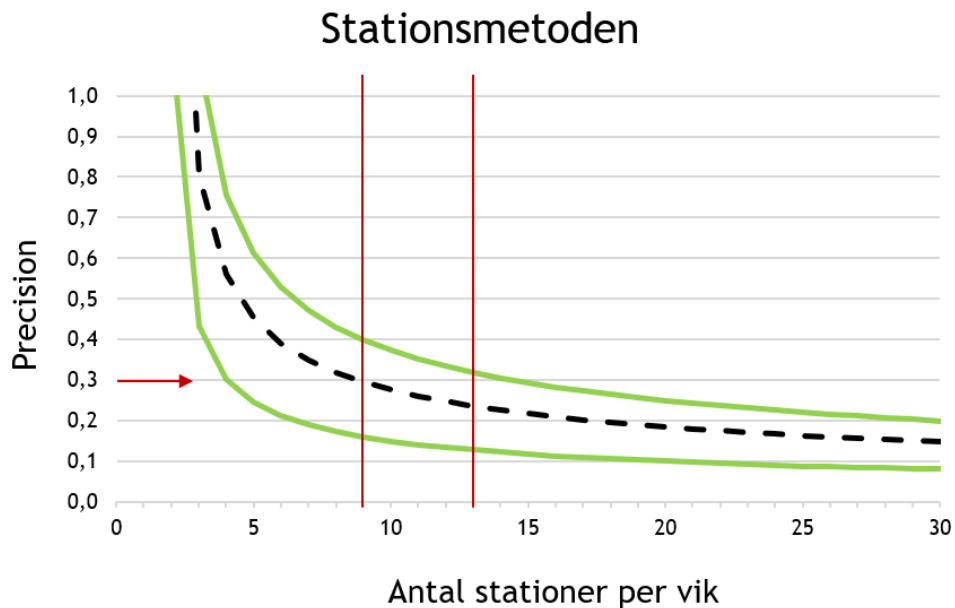
Stationsmetoden användes samtliga tre år inom utvecklingsprojektet men antalet inventerade stationer per vik varierade. Första fältsäsongen inventerades 3 till 7 stationer per vik. En preliminär beräkning av precision baserad på dessa data pekade på att 70 % av vikarna uppnådde acceptabel precision¹⁴ på viknivå vid 7 inventerade stationer. Det andra projektåret inventerade länsstyrelserna därför 7 stationer i samtliga vikar. Nya precisionsberäkningar visade dock på en betydligt högre variation i data från 2021, varvid samtliga län inventerade 9 stationer per vik under projektets sista fältsäsong, med undantag för två vikar per län som inventerades med 13 stationer. Denna provtagningsinsats beräknas motsvara att 50

¹² Bergström m.fl. (2021)

¹³ Metoden antas ge samma precision som beräknats för basinventeringstransektorer i Hansen (2016).

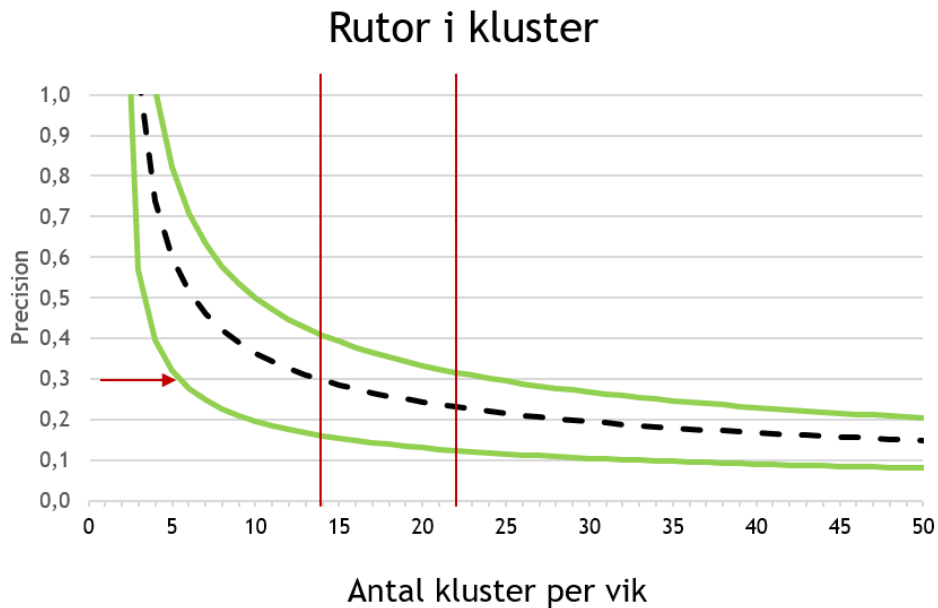
¹⁴ Dvs. det 95 % konfidensintervallet utgör 30 % av medelvärdet.

respektive 70 % av de inventerade vikarna uppnår acceptabel precision på viknivå (se **figur 4**).



Figur 4. Samband mellan precision (ensidigt KI_{95} /medel) och ökad provtagningsinsats för variabeln kumulativ täckningsgrad av bottenvegetation per station per vik. Streckad svart linje visar medianvärdet och den undre och övre heldragna gröna linjen visar undre och övre kvartil för de undersökta vikarna. De två röda linjerna visar var 50- och 70 % av vikarna uppnår acceptabel precision, dvs. att det ensidiga konfidensintervallet utgör 30 % av medelvärdet (indikerat med röd pil i figuren). Beräkningen är utförd på data insamlade år 2021.

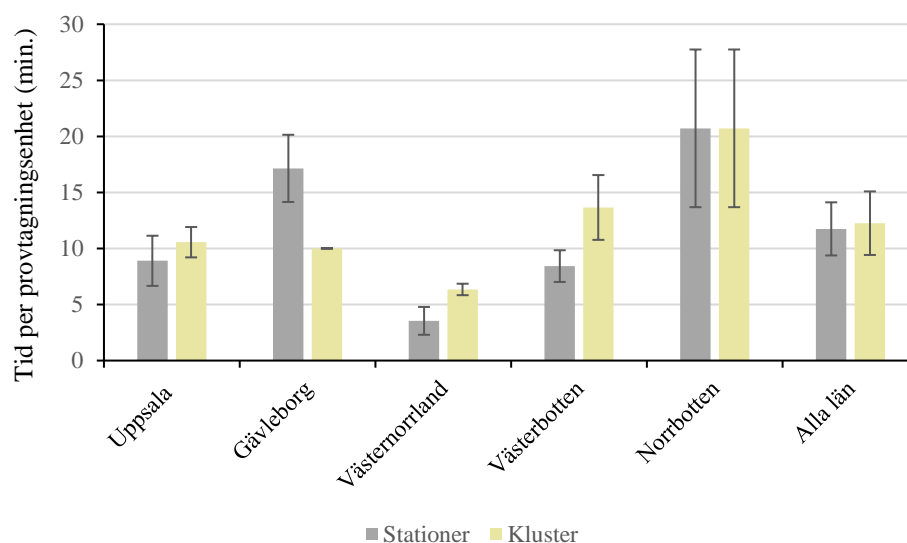
Inventering med rutor i kluster testades under andra fältsäsongen. Sju kluster inventerades per vik. Varje kluster bestod av fem slumpmässigt utlagda provtagningsrutor. De enskilda rutorna i ett kluster har betraktats som beroende subsample, varvid ett medelvärde har beräknats för varje kluster baserat på dess fem rutor och precisionsberäkningen har utförts på dessa medelvärden. Beräkning av precision skattar att det krävs 14 kluster per vik för att 50 % av vikarna ska uppnå acceptabel precision. För att 70 % av vikarna ska uppnå samma nivå av precision krävs 22 kluster (se **figur 5**).



Figur 5. Samband mellan precision (ensidigt KI_{95} /medel) och ökad provtagningsinsats för variabeln kumulativ täckningsgrad av bottenvegetation per kluster av rutor per vik. Streckad svart linje visar medianvärdet och den undre och övre heldragna gröna linjen visar undre och övre kvartil för de undersökta vikarna. De två röda linjerna visar var 50- och 70 % av vikarna uppnår acceptabel precision, dvs. att det ensidiga konfidensintervallet utgör 30 % av medelvärdet (indikerat med röd pil i figuren). Beräkningen är utförd på data insamlad 2021.

För att precision per ansträngning ska kunna jämföras mellan metoder, skattade lärens inventerare den tid det tog att inventera med stationsmetoden och rutor i kluster (se **figur 6**). I snitt tog det 11,7 minuter för en person att inventera en station och 12,3 minuter att inventera ett kluster av fem inventeringsrutor. Den genomsnittliga tiden varierade mycket mellan län vilket dels kan bero på att länen räknat på olika sätt men också på skillnader i vegetationens komplexitet. Länen arbetade även på olika sätt, med olika antal personer på plats samt i vissa fall från båt och i andra fall med paddelbräda. Några vikar inventerades av en konsult medan andra vikar inventerades av lärens egen personal. Detta gör att det är svårt att skatta antalet mantimmar. Det spelar dock mindre roll eftersom skillnaden i precision mellan de två metoderna är så stor. Att uppnå acceptabel precision¹⁵ genom att inventera 13 stationer skattas ta ca 2,5 timmar jämfört med ca 4,5 timmar för att uppnå motsvarande precision med 14 kluster av rutor. Transport mellan stationer eller kluster ingår inte i beräkningen. Slutsatsen blir därmed att stationsmetoden ger bättre precision per ansträngning än rutor i kluster.

¹⁵ 70 % av vikarna skattas uppnå ett konfidensintervall som utgör 30 % av medel för variabeln kumulativ täckningsgrad



Figur 6. Uppmått tid för inventering per station eller kluster om fem inventeringsrutor. Figuren visar medel och standardavvikelse. Antal personer som varit med på plats varierar men tidsangivelsen gäller för en person som aktivt inventerar.

Fritt slumpade rutor jämförd med stationsmetoden

Utvärderingen av den tredje metoden, fritt slumpade rutor, vilar på en mer osäker grund då samordningen av inventeringen inte riktigt kommit på plats under den första fältsäsongen, då metoden testades. Detta gör att alla variabler som skulle behövas för en robust utvärdering inte har samlats in. Det går dock fortfarande att föra ett resonemang kring metodens för- och nackdelar. Beräkningar av precision baserade på de data som samlades in då metoden testades pekar på att acceptabel precision skulle kunna uppnås med endast 22 inventerade rutor och att god precision kan uppnås med 47 rutor¹⁶. Den markanta ökningen av variation i data från utvecklingsprojektets andra år pekar dock på att precisionsberäkningar baserat på första inventeringsåret bör tolkas med stor försiktighet. Beräkningar för basinventeringstransektorer (där samma storlek på provrutor används) har visat att det krävs ca 70 provrutor för att uppnå acceptabel precision¹⁷. Denna skattning av precision är troligen mer rimlig. Då tiden det tar att inventera med fritt slumpade rutor inte har dokumenterats är det svårt att uppskatta hur lång tid det tar att inventera 70 rutor med metoden.

En potentiell fördel med fritt slumpade rutor är att data även skulle kunna användas för validering vid miljöövervakning av arealen av vegetationsklädda bottnar med drönare. För detta ändamål krävs ett större antal valideringspunkter per vik än vad rimligen kan åstadkommas med stationsmetoden. Ett riktvärde som angetts är 50 valideringspunkter. Dessa bör även vara mer avgränsade än stationerna, då avsikten är att de ska ange exakt vilken vegetationstyp som fotograferats med drönare från luften. Det är dock viktigt att framhålla att det ställs helt olika krav på data beroende på om det ska användas för validering av drönarfoto eller som ett oberoende stickprov för att följa upp artsammansättning och täckningsgrad. För det

¹⁶ Beräknat på att 70 % av vikarna uppnår acceptabel- respektive god precision

¹⁷ Hansen (2016)

första syftet finns som ovan nämnt ett behov av att säkert kunna identifiera de olika fält som syns på fotot. Det innebär att varje valideringspunkt bör vara koordinatsatt med en RTK-GPS som ger en exakt positionering. Om en vanlig GPS i stället används bör valideringspunkten placeras med god marginal till angränsande vegetationstyp. Om data ska användas som ett oberoende stickprov för uppföljning krävs däremot i motsatt ett slumpmässigt utlägg av provpunkter. Om dessa provpunkter avsiktligt har placerats för att täcka in utpekade vegetationsfält är det inte längre status i laguner som provtas utan snarare vegetationsfält. I praktiken kan det vara mycket svårt och tidskrävande att uppnå en slumpmässig spridning av provpunkter som liknar en stjärnhimmel bestående av 70 provrutor.

Val av metod

Vid val av metod inför utvecklingsprojektets sista fältsäsong 2022 hölls ett möte där samtliga fem deltagande kustlänsstyrelser var representerade. Beslut fattades då om att stationsmetoden skulle användas under det sista projektåret. De främsta skäl som ledde till beslutet var:

- Att rutor i kluster ger sämre precision per ansträngning.
- Att koordinatsätta samtliga provrutor i metoden med fritt slumpade rutor antas bli för tidskrävande. När metoden testades i utvecklingsprojektet var det många provrutor som inte koordinatsattes.
- Att stationsmetoden är kompatibel med miljöövervakningsmetoden ”Yngelprovfiske med tryckvåg”, där både vegetationsdata och fiskyngel kan erhållas från samma typ av provyta. Det blir då enkelt att kombinera och analysera vegetationsdata från det gemensamma miljöövervakningsprogrammet tillsammans med vegetationsdata från andra undersökningar. Dessutom kan yngelprovfiske enkelt läggas till i framtida undersökningar. Flera av länsstyrelserna längs Egentliga Östersjön använder metoden ”Yngelprovfiske med tryckvåg” i sin regionala miljöövervakning.

En kommentar till den sista punkten är, att även om olika inventeringsmetoder skulle väljas i de båda miljöövervakningsprogrammen kan sannolikt flera vegetationsvariabler fortfarande jämföras mellan havsområdena. I Hansen (2016) jämfördes data från stationsmetoden och basinventeringstransekterna. Det fanns ingen signifikant skillnad när det gällde artantal eller artsammansättning mellan metoderna. Däremot var den kumulativa täckningsgraden av vegetation signifikant högre när den skattats med stationsmetoden, vilket bör beaktas vid jämförelser av analysresultat där olika metoder använts.

Lämplig provtagningsinsats

Råd angående lämplig provtagningsinsats utgår dels från beräkningar av precision gjorda på data insamlade i utvecklingsprojektet 2021 och dels baserat på tidigare beräkningar av fördelningen av variation i tid och rum¹⁸. Vid analytiskt arbete utfört under 2022 har frågeställningen rörande vegetationsvariablernas känslighet för påverkan prioriterats i stället för att utföra ytterligare precisionsanalyser.

¹⁸ Se Hansen (2016)

Förhållandet mellan precision och provtagningsstorlek på viknivå har studerats genom att sammanställa median, övre och undre kvartil i precision för de undersökta vikarna, givet antalet inventerade stationer. Ekvationer för att beräkna precision inom vik och för aggregeringsnivån vikar återfinns i Hansen (2016). Beräkningarna av precision som redovisas nedan utgår från att stationsmetoden används. Beräkningarna baseras främst på variabeln kumulativ täckningsgrad som historiskt är en indikator som ofta tillämpats i analyser av vegetation i grunda vikar. Värt att notera är att beräkningarna av det antal stationer och vikar som behövs för att uppnå acceptabel eller god precision för kumulativ täckningsgrad överensstämmer mycket väl med tidigare beräkningar för havsområdet¹⁹. Detta indikerar att inventeringarna i utvecklingsprojektet håller en god standard och inget pekar på att resultatet från precisionsberäkningarna skulle förändras på ett avgörande sätt om de baserades på data från 2022. Det kommer dock att finnas anledning att komplettera med fler precisionsberäkningar (alternativt analys av statistisk styrka) när arbetet med makrofytindex för Bottniska viken kommit längre. Vid en sådan komplettering bör precision inom vik för variabeln total täckningsgrad även beräknas. Om möjligt skulle det då också vara bra att undersöka om det finns ett samband mellan vikens areal och variation inom vik för dessa två variabler.

Variation i tid och rum

Artförekomst och abundans varierar i tid och rum beroende på skillnader i miljöförutsättningar så som temperatur, salthalt, ljusförhållanden och störning. Även interaktioner mellan arter har betydelse. Att ha en förståelse för hur variationen är fördelad i rumslig och tidsmässig skala är viktigt för att kunna avgöra hur en provtagningsinsats bör fördelas. Beräkningar av varianskomponenter visar hur den totala variationen i data är fördelad. I Hansen (2016) har varianskomponenter beräknats för vegetation i grunda vikar, i Bottniska viken och Egentliga Östersjön, baserat på stora dataset. Eftersom data från utvecklingsprojektet fortfarande är begränsat i antal inventerade vikar och antalet återbesökta vikar, sätts större tilltro till dessa tidigare beräkningar. Beräkningarna från Hansen (2016) visar att för naturtyperna *laguner* och *vikar och sund* är variationen störst inom och mellan vikar. Endast en liten andel variation förklaras av län och havsområdena Bottniska viken, Skärgårdshavet, Finska viken och norra Egentliga Östersjön. En medelstor andel variation finns mellan år och vikarna förändras till viss del oberoende av varandra. Provtagningsansträngningen bör vara större där variationen är högre men de viktigaste frågeställningarna styr också över hur dimensioneringen bör utformas. Upprepad provtagning inom vik är viktig för att jämföra enskilda vikar med varandra. Fysisk påverkan, eventuella åtgärder och regleringar av skadliga verksamheter verkar även i hög grad på denna nivå. Man behöver också provta många vikar för att uttala sig om deras generella status. Mindre viktigt (ur precisionssynvinkel) är att provta i stor omfattning på länsnivå. Men variationen ökade i de data från Hansen (2016) där vikar från den allra nordligaste delen av Bottniska viken inkluderats. Det betyder att det är viktigt att provta upprepat längst upp i norr.

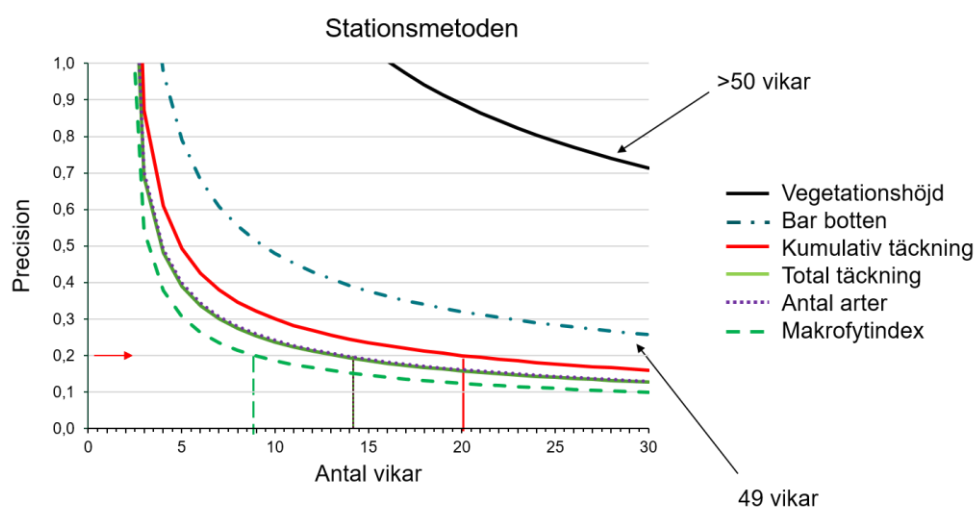
¹⁹ Hansen (2016)

Inom vik

Beräkningarna av precision för stationsmetoden som redovisas på **sidan 12** skattar att det krävs 13 inventerade stationer per vik för att 70 % av vikarna ska uppnå acceptabel precision²⁰. För att 50 % av vikarna ska uppnå acceptabel precision krävs enligt beräkningarna nio stationer per vik.

Antal vikar

Om man analyserar precisionen för olika vegetationsvariabler finner man att antalet vikar som krävs för att man ska kunna skatta medelvärdet för en grupp av vikar med god precision skiljer sig mycket åt (se **figur 7**).



Figur 7. Samband mellan precision (ensidigt KI_{95} /medel) och ökad provtagningsinsats för variablerna vegetationens medelhöjd, andel bar botten, kumulativ täckningsgrad, total täckningsgrad, antal arter och makrofytindex inventerade med stationsmetoden under 2021. Antalet vikar som krävs för att uppnå god precision finns markerad för vardera variabel i figuren med ett streck till x-axeln.

För vegetationens medelhöjd eller andel bar botten krävs så pass många vikar att det är osannolikt att vi kommer kunna uppmäta en skillnad mellan till exempel vikar inom eller utanför marint områdesskydd. För kumulativ täckningsgrad av makrofyter krävs 20 vikar. Om man ställer det i relation till att 25 till 37 vikar inventerats per år under utvecklingsprojektets tre fältsäsonger blir det tydligt att med nuvarande inventeringsinsats kan det bli svårt att göra ovan nämnda jämförelse inom Bottniska viken. För variablerna total täckningsgrad (där täckningsgraden av makrofyter uppgår till maximalt 100 %) och antal arter krävs dock endast 14 vikar. För makrofytindex (kvoten av störningskänsliga och tåliga makrofyter) krävs bara nio vikar. Det är dock viktigt att notera att en fungerande indikator även måste vara känslig för störning inom det spann av störning som förekommer: Ett ämne som avhandlas under rubrikerna "Vegetationens känslighet för påverkan" samt "Indikatorutveckling".

²⁰ Det 95 % konfidensintervallet utgör 30 % av medel för kumulativ täckningsgrad.

Vad visar data?

I utvecklingsprojektet saknades finansiering för att utföra avancerade statistiska analyser. För att skapa en uppfattning om eventuella mönster i data har ett större antal figurer plottats i statistikprogrammet R. Preliminära statistiska analyser för att utvärdera potentialen i olika mätdata som skattar mänsklig störning och naturliga miljövariabler har även utförts. För att inte riskera att felaktiga slutsatser dras redovisas dock inga resultat från dessa preliminära analyser. Fokus har i stället lagts på att identifiera vad som krävs för att analysera data på ett korrekt sätt, samt vilka data och åtgärder som behövs för en robust analys av samband mellan vegetationsvariabler och prediktorer (skattad störning och miljövariabler). Samtliga figurer som visas, baseras på data som samlats in med stationsmetoden under 2020 till 2022, med undantag för totaltäckningsgrad som inte skattades under första fältsäsongen, samt närsalter och vattnets färg som endast mättes 2022. De figurer som visas i rapporten är främst de som uppvisar någon form av mönster.

De vegetationsvariabler som visas i figurerna **8 - 16** är i första hand de fyra variabler som kan skattas med någorlunda bra precision, vilket är makrofytindex (indikator under utveckling), artantal, total täckningsgrad och kumulativ täckningsgrad. Mänsklig påverkan skattas för varje vik genom att beräkna båttaktivitetsindex och antropogen påverkansindex i en tregradig skala (hög, låg och mycket låg) enligt Hansen och Snickars (2014). Morfologisk påverkan, parameter 10.2 (dvs. fysisk påverkan, grunda vattenområdets morfologi i kustvatten) har även skattats i en skala från 0 till 100 % av arean i viken²¹. För samtliga tre år har miljövariablerna djup, salinitet och turbiditet uppmätts. Det första året saknas dock mätvärden i hög utsträckning gällande salinitet och turbiditet. Situationen förbättrades dock avsevärt år två och år tre var mätdata i stort sett kompletta för samtliga inventerade vikar. Det sista året gjordes utökade mätningar av vattnets kvalitet genom att vattenprov analyserades för vikarna med avseende på totalfosfor och totalkväve, samt genom att vattnets färg mättes med portabel mätare på plats.

Under utvecklingsprojektets tre fältsäsonger har sammanlagt 97 inventeringar genomförts av totalt 68 vikar, där 29 inventeringar har varit återbesök i tidigare inventerade vikar. För att fånga upp breda gradienter i påverkan och miljövariabler fick länsstyrelserna rådet att år 2021 inventera tre vikar i kategorin hög påverkan från båttaktiviteter, samt inför 2022 inventera två kraftigt färgade vikar, två övergödda vikar samt göra två återbesök i tidigare inventerade vikar. Antalet vikar som inventerats per län har varierat något under utvecklingsprojektets fältsäsonger (se **tabell 3**).

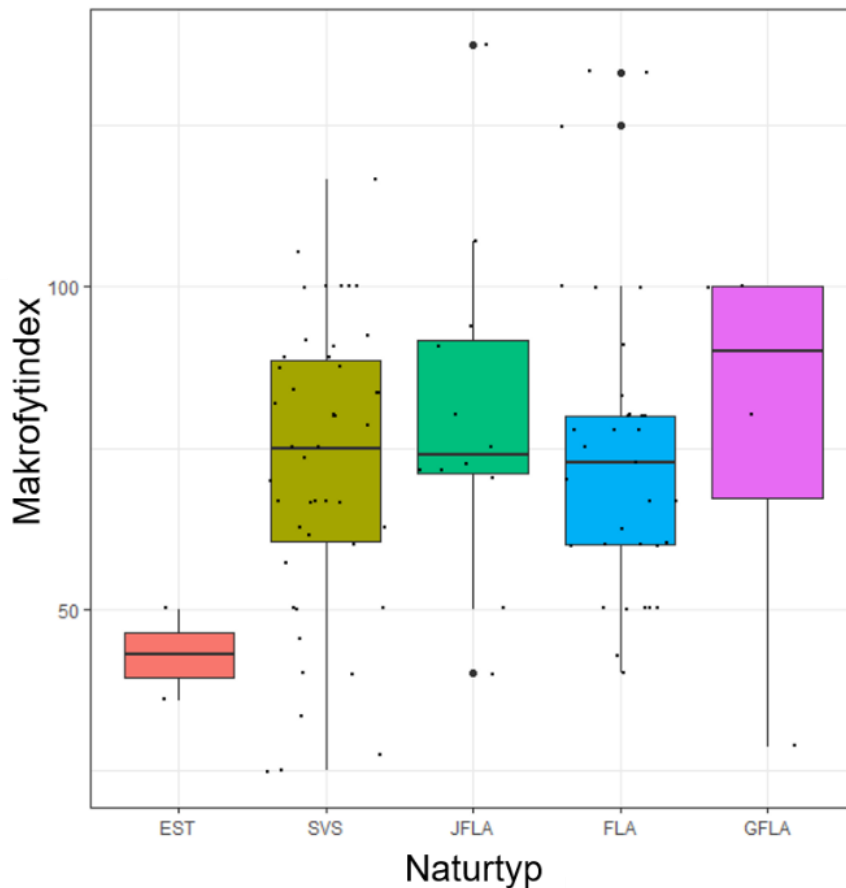
²¹ Råberg och Dahlgren (2019)

Tabell 3. Antal inventerade vikar med stationsmetoden per år och län.

År	Uppsala	Gävleborg	Västernorrland	Västerbotten	Norrbottn
2020	2	10	8	4	1
2021	10	6	7	6	6
2022	14	5	6	6	6
Totalt	26	21	21	16	13

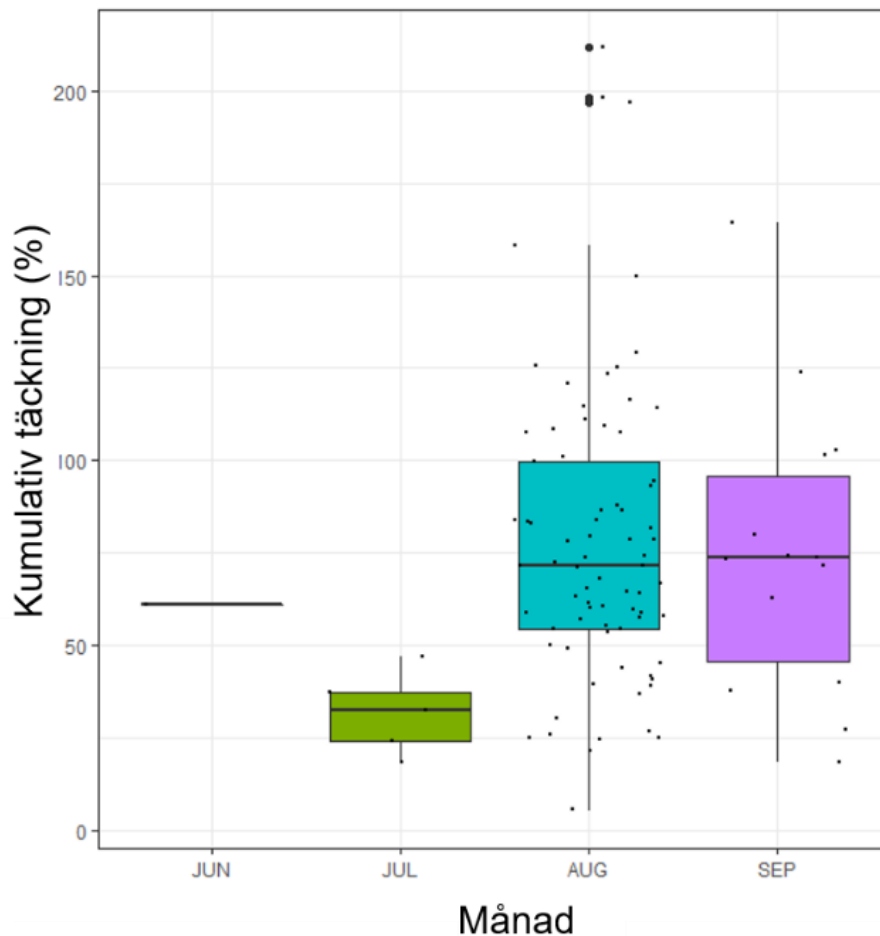
Naturtyp, år, månad och län

När data plottas är det endast *estuarier* som tydligt avviker genom att ha ett lågt makrofytindex, dvs. hög andel arter som klassats som störningståliga (se **figur 8**). Eftersom det endast finns två inventerade *estuarier* bör inga slutsatser dras innan det finns mer data från naturtypen. I övrigt fanns inga tydliga trender i de fyra undersökta vegetationsvariablerna som relaterar till naturtyp/ successionsstadium. Notera dock att endast fyra gloflador har inventerats.



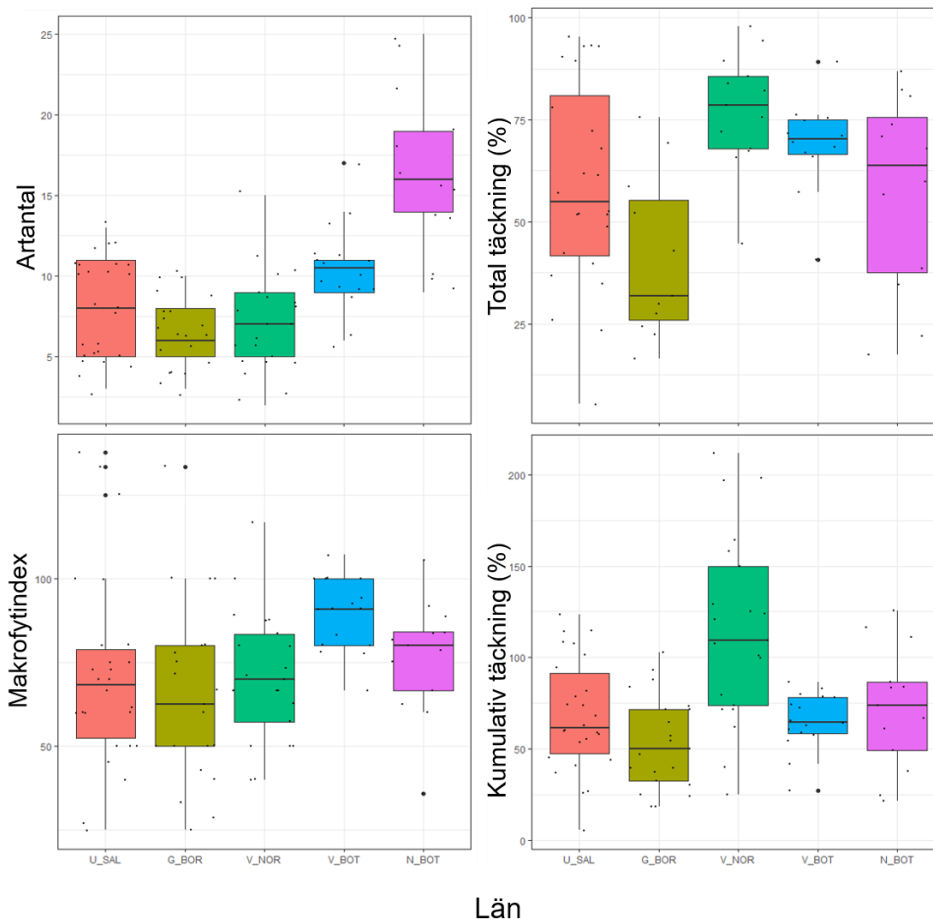
Figur 8. Makrofytyindex för Bottniska viken i naturtyper och olika successionsstadier av laguner. Data från åren år 2020, 2021 och 2022. I figuren visas median samt andra och tredje kvartilen. De små punkterna visar enskilda vikar och de stora punkterna indikerar outliers. EST = estuarier, SVS = vikar och sund, JFLA = juvenil flada, FLA = flada, GFLA = gloflada.

Merparten av utvecklingsprojektets inventeringar har utförts i augusti och september då vegetationen har nått sin kulmen i biomassa. En vik har dock inventerats i juni och fem vikar i juli (se **figur 9**). Vikarna inventerade i juli utmärker sig genom att ha en låg total och kumulativ täckningsgrad. Även om det är ett lågt antal vikar för att dra generella slutsatser, så illustrerar det vikten av att inventera vid samma tidpunkt på året. Att förlägga all inventering till augusti - september kommer minska variation i data. Artantal och makrofytyindex visade dock ingen skillnad mellan inventeringsmånader.



Figur 9 Kumulativ täckningsgrad av makrofyter i vikar inventerade under juni, juli, augusti och september år 2020, 2021 och 2022. I figuren visas median samt andra och tredje kvartilen. De små punkterna visar enskilda vikar och de stora punkterna indikerar outliers.

Inget tydligt mönster i de fyra vegetationsvariablerna kan härledas till inventeringsår (2020, 2021, 2022). Däremot finns det tecken på att vissa mönster kan härledas till län (se **figur 10**). Norrbotten har tydligt ett högre artantal jämfört med övriga län vilket är förväntat med tanke på den låga salthalten och därigenom många sötvattensarter. Västernorrland ligger högt i total och kumulativ täckningsgrad medan Gävleborg ligger lågt i samma variabler. Västerbotten ligger högt i makrofytindex. Det kommer att vara av stor vikt att ha uppsikt över eventuella skillnader mellan län i miljöövervakningsprogrammet för att säkerställa att felkällor inte får en betydande påverkan på data.



Län

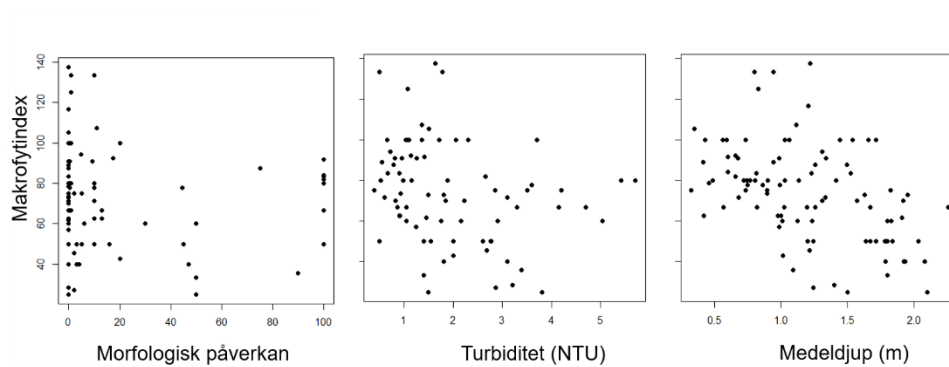
Figur 10. Artantal, makrofytindex för Bottniska viken, total och kumulativ täckningsgrad av makrofyter i vikar inventerade i Uppsala (U_SAL), Gävleborgs (G_BOR), Västernorrlands (V_NOR), Västerbottens (V_BOT) respektive Norrbottens län (N_BOT) år 2020 (ej total täckningsgrad), 2021 och 2022. I figuren visas median samt andra och tredje kvartilen. De små punkterna visar enskilda vikar och de stora punkterna indikerar outliers.

Vegetationens känslighet för påverkan

När det gäller de kategoriska skattningarna av mänsklig påverkan som har tillämpats, båttaktivitetsindex och antropogen påverkansindex, visar figurer över data inget som helst tecken på att det finns något samband mellan vegetationsvariablerna och påverkan (figurer visas inte). Det finns flera möjliga förklaringar. Skattningarna av påverkan kan vara för trubbiga för att spegla den påverkan som finns på ett bra sätt. Det kan också vara så att påverkan längsmed norrlandskusten är lägre gällande båttaktiviteter och näringsbelastning jämfört med vikar från norra Egentliga Östersjön. I norra Egentliga Östersjön har till exempel samband mellan båttaktivitetsindex och makrofytindex påvisats (som varit den variabel med högst känslig för påverkan²²). En tredje möjlig förklaring kan vara att makrofytindex för Bottniska viken fortfarande inte är färdigutvecklat. Vi vet att det finns en interaktion mellan ett flertal av makrofyternas tolerans mot störning och salthalt. Var gränserna går för denna interaktion har dock ännu inte utretts.

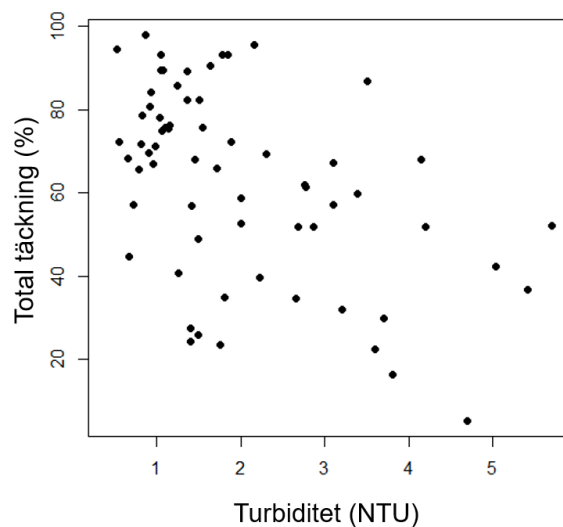
²² Hansen och Snickars (2014)

När de fyra vegetationsvariablerna plottas mot olika kontinuerliga förklarandevariabler finns det tecken på att det skulle kunna finnas negativa samband mellan en första version av makrofytindex för Bottniska viken och morfologisk påverkan, turbiditet och medeldjup (se **figur 11**). Uppskattningsvis behövs det 50 % mer data för att kunna göra en robust analys av dessa samband. För detta ändamål behövs data från ”nya” vikar. Återbesök i redan inventerade vikar är främst viktiga när vi vill följa trender över tid.



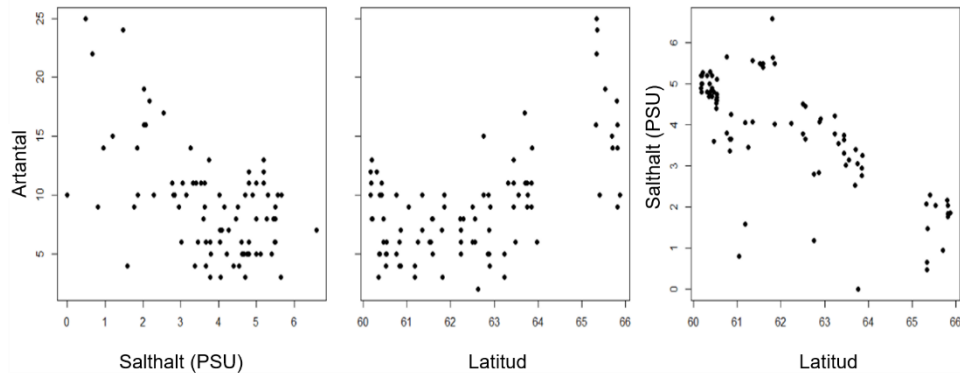
Figur 11 Makrofytindex plottat mot morfologisk påverkan, turbiditet och vikarnas medeldjup. Data från år 2020, 2021 och 2022. Varje punkt är en vikinventering.

Det är möjligt att det även skulle kunna finnas ett negativt samband mellan total täckningsgrad och turbiditet (se **figur 12**). Total täckningsgrad har dock endast skattats andra och tredje året i utvecklingsprojektet, så gällande denna vegetationsvariabel kan det krävas ytterligare mer data. Här är det viktigt att komma fram till konsensus angående vilka makrofyter som ska ingå i skattningen. Med avseende på precisionsberäkningarna framstår total täckningsgrad som en mer robust variabel än kumulativ täckningsgrad vilket gör variabeln intressant, i synnerhet om den kan indikera påverkan.



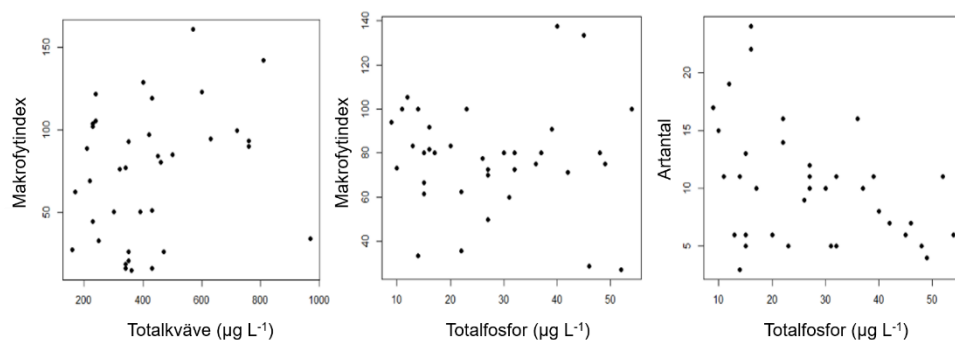
Figur 12. Total täckningsgrad av makrofyter plottat mot turbiditet. Data från år 2021 och 2022.

I figurerna över artantal framträder tydliga mönster i relation till salinitet och latitud, vilket är förväntat (se **figur 13**). Artantalet av kärnväxter och kransalger sjunker med högre salinitet och stiger längsmed norrlandskusten. I figurerna kan man även se att det saknas data från vikar belägna mellan 64:e och 65:e latituden (mellan Bastufjärden 1,5 mil norr om Holmön till Piteå). Salinitet och latitud är tydligt korrelerade, vilket innebär att det kan bli svårt att särskilja deras enskilda effekter i statistisk analys. Då kan det vara klokt att välja att inkludera endast en av variablerna i analys baserat på vilken av dem som anses vara mest intressant.



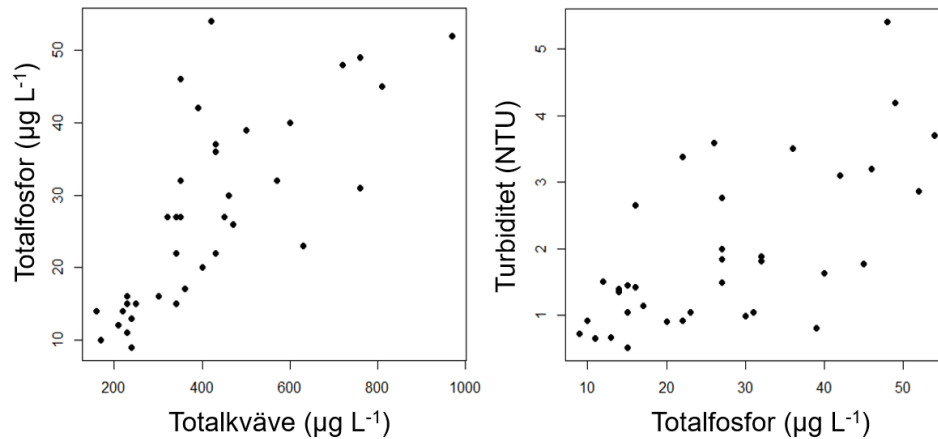
Figur 13. Artantal plottat mot salinitet och latitud, samt salinitet plottat mot latitud. Data från år 2020, 2021 och 2022.

Trots att data är mycket begränsade gällande närsalter och vattnets färg kan eventuellt några mönster i relation till vegetationen skönjas i figurerna. Mer data skulle behövas även här för att kunna utvärdera samband statistiskt. Baserat på de data vi har nu finns det inget tecken på att det skulle finnas ett negativt samband mellan närsalter och makrofytindex (se **figur 14**). Snarare att det ser ut att vara en högre täckningsgrad av känsliga arter där det finns högre halter av totalkväve, dvs. ett positivt samband. Det är möjligt att det skulle kunna finnas ett negativt samband mellan artantal och totalfosfor. Det skulle i så fall kunna peka på en högre dominans av vissa arter i vegetationen vid högre halter av totalfosfor i vikarna.



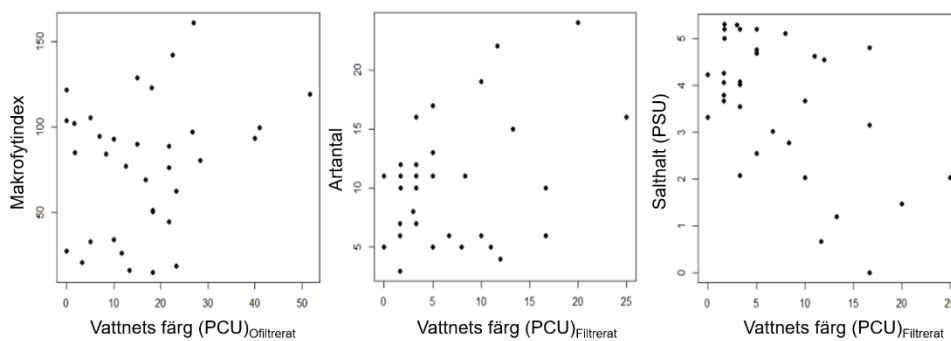
Figur 14. Makrofytindex för Bottniska viken plottat mot totalkväve och totalfosfor samt artantal plottat mot totalfosfor. Data från 2022.

Totalfosfor och totalkväve ser ut att vara positivt korrelerade med varandra, likaså turbiditet och totalfosfor (se **figur 15**).



Figur 15. Totalfosfor plottat mot totalkväve, samt turbiditet plottat mot totalfosfor. Data från 2022.

Om det finns några samband i data relaterat till vattnets färg pekar figurerna i så fall på ett positivt samband mellan vattnets färg och makrofytindex samt med artantal (se **figur 16**). Det finns sannolikt ett negativt samband mellan salinitet och vattnets färg, dvs. att sötare vatten tenderar att vara mer färgat. Det gör att det kan vara svårt att särskilja eventuell effekt av färg från effekt av salinitet. Uppskattningsvis behövs det data från ytterligare två fältsäsonger med mätningar av totalfosfor, totalkväve och vattnets färg för att utvärdera sambandet med vegetation.



Figur 16. Makrofytindex för Bottniska viken, artantal och salthalt plottat mot vattnets färg (mätt på ofiltrerat eller filtrerat vattenprov). Data från 2022.

Indikatorutveckling

Det är av största vikt för miljöövervakning och uppföljning av skyddade områden att kunna mäta effekter av mänsklig påverkan. Utan en robust indikator blir det svårt att använda miljöövervakningsdata som stöd för att bedöma bevarandestatus i vikarna som inventeras. Det blir också svårt att avgöra om reglering av skadliga verksamheter inom områdesskyddet är tillräckliga och vi får svårigheter att använda data som grund för att besvara frågor inom direktivsrapportering.

En bra indikator bör uppfylla tre kriterier: 1) Den måste vara tillräckligt robust för att kunna skattas till bra precision genom en rimlig arbetsinsats och till ett rimligt pris. 2) Den behöver vara ekologiskt relevant, dvs. att den bör säga något om struktur och funktion eller areal angående det naturvärde vi vill övervaka. 3) Den behöver även vara tillräckligt känslig för att kunna påvisa mänsklig påverkan i det spann av påverkan som förekommer. För förvaltning av marina skyddade områden är det av särskild relevans att kunna mäta effekter av fysisk påverkan som bör kunna regleras effektivt och därmed utestängas från de skyddade områdena (till skillnad från t.ex. klimatförändringar som kräver andra typer av åtgärder).

Kunskapen gällande de första två kriterierna gällande precision och ekologisk relevans för de fyra vegetationsvariablerna makrofytindex, total- och kumulativ täckningsgrad samt artantal får anses vara ganska goda. Deras inbördes förhållande gällande precision utreds tidigare i rapporten (se **figur 7**). Samtliga av vegetationsvariablerna är ekologiskt relevanta då de på olika plan säger något om vegetationens sammansättning, komplexitet och täthet, vilket har kunnat kopplas till abundans och sammansättning av evertebrater²³ samt förekomst av rovfiskyngel²⁴. För syftet att rapportera mot art- och habitatdirektivet bör det framöver dock övervägas om variabeln total täckningsgrad snarare ska spegla total täckning av långskottsvegetation än total täckning av all makrovegetation.

När det gäller vegetationsvariablernas känslighet för fysisk påverkan inom Bottniska viken är kunskapsläget inte lika bra. Det är antagligen inte sannolikt att artantal kommer följa ett linjärt negativt samband med mänsklig störning. I enighet med den så kallade intermediära störningshypotesen kan man i stället förvänta sig färre arter både i ostörd miljö och i kraftigt störd miljö. För de övriga tre vegetationsvariablerna finns en potential att kunna detektera mänsklig störning baserat på ekologisk teori och data från Egentliga Östersjön^{25,26}.

Det saknas i dagsläget en vetenskapligt beprövad indikator som fungerar för hela Bottniska viken. Analyser av stora dataset från Egentliga Östersjön visar att ett artindex baserat på proportionen mellan makrofyter som klassats som känsliga och tåliga, minskar med ökad närsaltskoncentration och grumlighet, samt med ökad nivå av fysisk påverkan²⁷. Abundansen av juvenil fisk visar även ett positivt samband med indexet, vilket indikerar vikten av känsliga makrofyter för ekosystemets funktion. Norr om Gävleborgs län upphör dock indexet att

²³ Hansen m.fl. (2010)

²⁴ Hansen m.fl. (2019)

²⁵ Ibid.

²⁶ Hansen & Snickars (2014)

²⁷ Ibid.

samvariera med skattad påverkan. Salthalten längs norrlandskusten sjunker snabbt mellan Uppsala och Norrbotten, vilket påverkar artsammansättningen i bottenfloran markant. När flera av arterna närmar sig gränsen för den salthalt de kan tolerera ökar dessutom deras känslighet för mänsklig störning. Detta resulterar i att arter som generellt gynnas av störning i svenska slättlandssjöar i stället kan reagera negativt på störning vid fem promilles salthalt utanför Gävleborgs kust. Urvalet och klassningen av indikatorarter behöver anpassas till den utsötade miljön i Norra Kvarken och Bottenviken.

Plan för indikatorutveckling för Bottniska vikens grunda vikar

SLU Artdatabanken har tillsammans med institutionen för vatten och miljö under 2021–2022 fått finansiellt stöd från SLU:s utvecklingsmedel för fortlöpande miljöanalys, programmen för biologisk mångfald och kust och hav, för att göra en pilotstudie om makrofytindex för Bottniska viken. Med hjälp av pilotstudien har vi identifierat vad som krävs och sammanställt en plan för att utveckla indikatorn. Vi har sökt forskningsmedel samt ytterligare finansiering från SLU:s medel för utveckling av fortlöpande miljöanalys för att finansiera ett fortsatt utvecklingsprojekt under 2023 - 2024.

Projektet planeras utföras i fem steg:

- 1) För att utveckla och testa en indikator för utsötade miljöer längs norrlandskusten behöver vi sammanställa två oberoende dataset. Det första datasetet, ”data-1” ska användas för att ta fram indikatorkandidater baserade på artsammansättning vid olika salthalt. Det andra datasetet, ”data-2” ska användas för ett oberoende test av hur väl indikatorkandidaterna korrelerar med fysisk påverkan och grumlighet i olika salthalt. Båda dataseten bör innehålla förekomst och täckningsgrad av makrofyter i grunda vikar i kombination med salthalt, djup, grumlighet och fysisk påverkan. Som data-1 planerar vi att använda data från inventeringar utförda 2014 bestående av 70 inventerade vikar längs norrlandskusten och norra Egentliga Östersjön. Som data-2 kommer länsstyrelsernas miljöövervakningsdata från 2020 och framåt användas, vilket under hösten 2023 förväntas omfatta inventeringsdata från ca 80 vikar längs norrlandskusten. Alla data är insamlade genom inventeringar utförda av snoklare med stationsmetoden²⁸. Skattning av fysisk påverkan, dvs grunda vattenområdets morfologi i kustvatten, kommer att hämtas från det nationella GIS-skikt över fysisk påverkan som tagits fram på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten²⁹ och bearbetats av vattenmyndigheterna³⁰. Befintliga polygoner för vikarna kommer att användas för att ta fram värden för hur stor yta av vikarna som skattas vara påverkade av bryggor, båthus, hamnanläggningar etc. med tillhörande buffertzoner.
- 2) Med stöd av data-1 planerar vi att göra en utredning av potentiellt användbara indikatorarter för norrlandskustens utsötade vikar. Vi uppskattar att det förekommer ett trettiotal arter i Bottniska vikens grunda vegetationsklädda botten som används som indikatorer för mänsklig

²⁸ Hansen (2016)

²⁹ Törnqvist m.fl. (2020)

³⁰ Råberg och Dahlgren (2019)

påverkan i sjösystem, men ännu inte officiellt testats som indikatorer i Östersjön. Tillsammans med de arter som redan klassats i relation till deras känslighet för störning i Östersjön rör det sig om ca sextio arter. Vi planerar att analysera arternas förekomst i relation till salthalt för att identifiera arternas realiserade nisch i förhållande till salthalt. Genom att utforska det statistiska sambandet mellan arters abundans, salthalt och störning kommer indikatorarterna klassas som störningskänsliga eller gynnade.

- 3) Därefter kommer vi med hjälp av data-2 förutsäga förekomst av störningskänsliga arter med hjälp av förekomsten av störningsgynnade arter, salthalt, grumlighet och fysisk påverkan. Indexet (MI_c) som fungerar i Egentliga Östersjön beräknas enligt följande formel:

$$MI_c = ((N_s - N_T) / N) \times 100$$

Där N_s är antalet känsliga arter noterade i en vik, N_T är antalet tåliga arter och N är det totala antalet arter. Indexet kan även beräknas på abundans av känsliga och tåliga arter (MI_a) vid behov. Här tänker vi oss istället att låta en regressionsmodell skatta hur variabler skall inkluderas i indikatorn. För ändamålet kommer vi att använda modellselektion av hierarkiska modeller av olika struktur. Modellen med högst grad av förklaring kommer sedan att nyttjas för att sätta samman ett artindex för norrlandskustens utsötade vikar.

- 4) Som ett sista steg i det analytiska arbetet kommer vi att utföra poweranalyser på data för att förbättra precisionen av dimensioneringen av miljöövervakningen i relation till den nya indikatorn. Vi kommer även baserat på resultaten av statistiska analyser föreslå ett tröskelvärde för att klassificera bevarandestatus för vikar längs norrlandskusten.
- 5) Slutligen planerar vi att sammanställa resultaten i ett manuskript som skickas till en vetenskaplig tidskrift. Resultaten kommer också att presenteras för Kustgrupp Nord som samlar länsstyrelsernas representanter från marin miljöövervakning samt utredare från miljöövervakningsenheten på Havs- och vattenmyndigheten. För att informera en bredare allmänhet kommer vi att skriva om projektet i en populärvetenskaplig publikation i [Dagens natur](#) samt informera på [havet.nu](#) som når en stor läsekrets i marina naturvårdssverige.

Utformning av miljöövervakningsprogrammet

I SLU Artdatabankens ”Förslag till uppföljning för marina skyddade områden”³¹ skattades behovet av uppföljning av grunda vikar inom Bottniska viken uppgå till 75 vikar per år. Förslaget togs fram baserat på precisionsberäkningar från Hansen (2016) och i samråd med ämnesexpert³². I förslaget rekommenderades att dimensioneringen ska utgöras av 25 fasta vikar inom områdesskyddet, 25 fasta vikar utanför områdesskyddet, samt 25 vikar inom områdesskyddet som inventeras på ett rullande schema. De fasta vikarna var avsedda att följas upp varje år medan

³¹ Sagerman m.fl. (SLU.dha.2019.5.2-17)

³² Joakim Hansen Östersjöcentrum Stockholms universitet

vikarna på rullande schema var avsedda att möjliggöra att bevarandestatus kan bedömas för fler vikar men med längre mellanrum. Föreslagen dimensionering gäller uppföljning av naturtyperna vikar och sund, samt lagunstadierna juvenil flada och flada, som en och samma enhet. Inom det nuvarande miljöövervakningsprogrammet har i snitt 36 vikar inventerats per år, vilket i medel blir ca sju vikar per län och år. Att miljöövervakningsprogrammet hittills endast kommer upp i knappt hälften av den dimensionering som är önskvärd pekar på att det krävs en noggrann avvägning och prioritering av vilka frågor som miljöövervakningsprogrammet bör besvara. Det sätter också fokus på behovet av indikatorer som kan skattas med bättre precision än kumulativ täckningsgrad.

Den dimensionering och provtagning som föreslås nedan är utformad för att främja indikatorutveckling, möjliggöra analys av mellanårsvariation samt bidra till ett underlag som kan användas för att rapportera mot art- och habitatdirektivet samt utvärdera det marina områdesskyddets integritet. En viktig målsättning är även att miljöövervakningen ska kunna bidra som ett underlag i länsstyrelsernas ärendehantering vid tillståndsansökningar etc. samt tjäna som underlag för statusklassning inom vattendirektivet och havsmiljödirektivet.

Metod

Stationsmetoden bör tillämpas som inventeringsmetod. Utvärderingen av metoder som testats under utvecklingsprojektet visar att stationsmetoden är den metod som kan säkerställa insamling av ett oberoende stickprov till bästa precision per provtagningsinsats. Inför första besöket i en vik slumpas stationernas position i viken ut på en koordinatsatt karta. Lämpligtvis slumpas stationerna stratifierat så att både vikens inre, mellerst och yttre delar finns representerade i inventeringen. Stationerna bör ligga på ett djup mellan 0,3 och 2,5 m. Vid återbesök eftersträvas att återbesöka samma stationer för inventering, genom att söka upp mittkoordinaten för varje station med hjälp av handhållen GPS. Detta för att undvika att introducera extra variation mellan år som beror av rumslig variation i viken.

Mätdata som bör samlas in i vikarna utöver vegetationsdata bör alltid omfatta mätning av salthalt och turbiditet. Mätningarna bör utföras genom provtagning i mitten av viken på ca. 0,5 m djup. Avsaknaden av mätvärden, så kallade "missing values" är ett stort bekymmer vid analys av data. Det är därför viktigt att säkerställa att mätvärden kan samlas in även om mätutrustning går sönder i fält. Detta görs lämpligen genom att vattenprover samlas in för mätning i efterhand. Om budget finns tillgänglig är det även bra om vattnets färg, totalfosfor samt totalkväve samlas in ytterligare två till tre fältsäsonger så att eventuella samband med vegetationsvariabler kan utvärderas statistiskt. Dessa mätdata bör även de samlas in i mitten av viken och vattnets färg mätas enbart på filtrerat vattenprov (då mätning av turbiditet skattar mängden grövre partiklar i vattnet). Hur viktiga dessa mätdata är för att förklara mönster i vegetationen inom Bottniska viken kräver helt enkelt ett större set med data.

Skattning av fysisk påverkan för vikarna bör hämtas från det nationella GIS-skikt över fysisk påverkan (morfologiskt tillstånd) som tagits fram på uppdrag av Havs-

och vattenmyndigheten³³ och som har bearbetats av vattenmyndigheten³⁴. Från skiktet morfologiskt tillstånd klippte vattenmyndigheten ut zonerna 4 och 5 för att representera parameter 10.2 inom vattenförvaltningen. Detta skikt bör även fortsättningsvis användas för skattning av fysisk påverkan i vikarna.

Dimensionering

Tills vidare bör nio stationer inventeras per vik. Det rekommenderade antalet stationer är en avvägning. Beräkningarna av precision som utförts i utvecklingsprojektet skattar att det krävs 13 stationer per vik för att 70 % av vikarna ska uppnå acceptabel precision. Med nio stationer uppnår endast hälften av vikarna samma nivå av precision. Men med 13 stationer per vik blir det svårt att hinna inventera två vikar på en och samma dag. Att hinna inventera fler vikar under fältsäsong bedöms i nuvarande situation vara av högre prioritet. Förhoppningen är att bättre precision ska uppnås inom vik med de nya indikatorerna ”total täckningsgrad” och ”makrofytindex för Bottniska viken”, som är under utredning och utveckling. Teoretiskt sett kan det finnas anledning till högre replikering i större vikar jämfört med mindre vikar, eftersom det i större vikar kan finnas utrymme för fler mikrohabitat. Detta teoretiska samband mellan variation och areal har dock ej undersökts genom analyser av data från *laguner* eller *vikar och sund*. I forskningsprojekt som involverar grunda vikar inventeras mindre vikar med sex stationer och stora vikar med upp till tio stationer. Baserat på de precisionsberäkningar som utförts inom utvecklingsprojektet för miljöövervakning finns ingen grund för att sänka replikeringen under nio stationer per vik.

Det totala antalet vikar som inventeras bör aldrig underskrida sex vikar per län och år, och helst vara högre. För den nästkommande perioden innan rapportering inom art- och habitatdirektivet 2025 bör två vikar vara fasta vikar som inventeras samtliga år under rapporteringsperioden. Dessa två vikar bör vara relativt opåverkade av mänskliga aktiviteter. Minst fyra vikar per län och år bör vara nya vikar som ännu inte har inventerats inom miljöövervakningsprogrammet. Dessa fyra nya vikar bör vara jämnt fördelade i ett spann av morfologisk påverkan³⁵. Det innebär att en vik av fyra per län bör vara placerad i vardera av kategorierna 0 – 25, 25 – 50, 50 – 75 och 75 – 100 av morfologisk påverkan.

Samordning

Samordning är en central fråga för att säkra kvaliteten i miljöövervakningsprogrammet eftersom både inventering, urvalet av vikar och val av tidpunkt för inventering sker länsvis. För att säkerställa att olika typer av felkällor inte påverkar data blir kalibreringsövningar och ett robust system för att peka ut de vikar som ska inventeras mycket viktiga. Den länsvisa uppdelningen av inventerandet gör även miljöövervakningsprogrammet känsligt för bortfall av data. Trasig mätutrustning på en länsstyrelse kan t.ex. leda till att salthalt och turbiditetsmätningar saknas från en lång kuststräcka under ett år. Inventeringsdata kan även utebli helt från ett eller flera län om länsstyrelsepersonal får förhinder att

³³ Törnqvist m.fl. (2020)

³⁴ Råberg och Dahlgren (2019)

³⁵ Ibid.

utföra inventeringarna. Därför blir det mycket viktigt att etablera en plan b för hur data ska kunna säkras om ovan nämnda situationer uppstår. En nyckel i sammanhanget är att det finns en tydlig och långsiktig samordning av miljöövervakningsprogrammet som kan koordinera länsstyrelsernas arbete.

För att samordnande länsstyrelse ska kunna koordinera miljöövervakningen på ett tillfredställande sätt krävs det att tillräcklig finansiering säkras för uppdraget samt att checklistor och rutiner för avstämning med utförare inför och efter fältsäsong etableras. Viktiga uppgifter för samordnande länsstyrelse är:

- Att verka för regelbundna kalibreringsövningar där artkompetens och likvärdigt metodutförande säkras både för länsstyrelsernas egen inventerande personal och för eventuella anlitate konsulter.
- Att inför fältsäsong hålla överblick över vilka vikar som planeras ingå i årets inventering för att säkerställa att data inhämtas från ett representativt stickprov av vikar och återspeglar de frågeställningar som satts upp för miljöövervakningsprogrammet. Här behöver samordnande länsstyrelse få hjälp att etablera rutiner för hur de ska gå till väga.
- Att stämma av med inventerare inför fältsäsong med syfte att: 1) verka för att inventeringar utförs under augusti eller september månad, 2) säkerställa att det finns en reservplan för hur mätdata ska säkras om mätutrustning fallerar, 3) verka för samordning av snorkelinventering med drönarövervakningen så att data från båda miljöövervakningsprogrammen kan erhållas från samma vikar, 4) identifiera om det finns risk att en eller flera länsstyrelser ej kan genomföra årets planerade inventeringar och om så är fallet hjälpa aktuella länsstyrelser att lösa problemet.
- Att stämma av med inventerare efter fältsäsong med syfte att: 1) identifiera eventuella avvikelser från planerat utförande av årets inventeringar, 2) sammanställa länens inventeringsdata och 3) leverera till datavärd.

Datalagring och analyser

Rutiner för datalagring och analyser behöver komma på plats. Miljöövervakning utan säker datalagring och utan regelbunden analys av data är förknippat med en rad olika risker och problem. Värdefulla data kan gå förlorade med tiden om de lagras som filer på en länsstyrelsedator. Felaktigt inslaget data kan till viss del undvikas genom goda rutiner vid datalagring, så som korrekturläsning, men många fel upptäcks också vid analys. När data läggs på hög utan att analyseras ackumuleras fel över tid och ju längre tiden går desto svårare är det att rätta till felen. I värsta fall kan månader av arbete krävas innan analyser av data kan utföras. Om data lagras utan att analyseras betyder det också att uppföljningsprogrammets kapacitet att upptäcka förändringar i miljön och besvara frågeställningar inte prövas i praktiken, vilket gör att man går miste om möjligheten att utvärdera hur väl programmet fungerar. Data måste kunna erhållas från datavärd i ett format som underlättar analys. Rutiner måste sättas så att analyser utförs i god tid inför direktivrapportering. Nationell datavärd behöver få ett uppdrag för att lagra data från miljöövervakningsprogrammet samt erbjuda lämpliga importmallar och bra exportformat.

Behov av utveckling

Miljöövervakning och uppföljning bör utformas så att de data som samlas in kan användas som underlag för direktivsrapportering. För att miljöövervakningsprogrammet för grunda vikar ska kunna nyttjas i detta avseende krävs dock ett utvecklingsarbete. I utvecklingsarbetet behöver det fastslås vilken eller vilka frågeställningar som miljöövervakningsprogrammet ska besvara. Därefter behöver bedömningsgrunder och arbetsrutiner utvecklas för att besvara de fastslagna frågeställningarna. En möjlig målsättning är att använda miljöövervakningsprogrammet för att bedöma bevarandestatus för *laguner* och *vikar och sund* inom och utanför marint områdesskydd längs norrlandskusten. Om samordning sker med miljöövervakning av bentiska livsmiljöer så att samma vikar inventeras både med stationsmetoden och med drönare blir det möjligt att göra en samlad bedömning av bevarandestatus för vikarna. Den samlade bedömningen kommer då kunna omfatta både kvalitet och areal av vegetation. Hur den samlade bedömningen ska utföras behöver dock utvecklas.

Ett tänkbart tillvägagångssätt för att bedöma bevarandestatus för *laguner* och *vikar och sund* är att basera bedömningen på t.ex. en kombination av artsammansättning av makrofyter, skattad förlorad areal av långskottsvegetation, samt spår av vegetationsärr orsakade av muddring och båttrafik. Inom arbetet med drönarinventering finns även tankar om att skatta areal av främmande arter, vilket också skulle kunna ingå i bedömningen. Om bedömningarna kan kopplas till GIS-skiktet över fysisk påverkan samt kartsiktet över *laguner* och *vikar och sund* (som för närvarande är under framtagande) skulle bedömningarna kunna skalas upp till att gälla hela Norrlandskusten. För att göra detta möjligt krävs det att vi kan skatta hur stor andel av de olika naturtypsobjekten som uppnår gynnsam bevarandestatus givet en viss nivå av fysisk påverkan. Med hjälp av naturtypskartsiktet blir det därmed möjligt att länsvis skatta hur många av naturtypsobjekten som faller i olika fastslagna nivåer av fysisk påverkan samt hur stor andel som uppnår GYBS inom och utanför marint områdesskydd.

Arbets sättet som beskrivs ovan är endast ett hypotetiskt resonemang om hur miljöövervakningsdata kan användas som underlag för direktivsrapportering. Alla beskrivna steg måste testas praktiskt och utvärderas. Men för att ett sådant utvecklingsarbete ska vara möjligt att genomföra behövs följande:

- Frågeställningar och syfte för miljöövervakningsprogrammet bör fastslås.
- Robust samordning etableras för att säkra kvalitén i miljöövervakningsprogrammet. Här krävs utveckling av tydliga rutiner och checklistor för avstämningar med utförare innan och efter inventering, samt anordnande av regelbundna kalibreringsövningar.
- Miljöövervakning med stationsmetoden samordnas med drönarövervakningen så att samma vikar inventeras med båda metoderna. Här krävs det ett robust gemensamt system för utpekande av vikar som ska inventeras för att undvika att urvalet av vikar skiljer sig mellan län och för att säkerställa att de vikar som inventeras utgör ett representativt stickprov. Det nationella kartsiktet över *laguner* och *vikar och sund* som är under framtagande bör nyttjas för ändamålet. Samordning kan också främja utvecklingen inom de båda programmen genom utbyte av kunskaper och

information. Det kan öppnas möjligheter framöver att integrera de båda miljöövervakningsmetoderna. Konsekvenserna av en integrering av metoder måste dock utvärderas noga för att säkerställa kvaliteten i data som samlas in.

- Naturtypskartskiktet behöver färdigställas för hela kuststräckan.
- Indikatorer för kvalitet och areal av vegetation utvecklas och testas med avseende på känslighet för fysisk påverkan och precision.

Slutligen behövs även en miljöövervakningsmanual formuleras. I dagsläget skattas ett relativt stort antal variabler av inventerare i fält inom programmet. För att effektivisera inventerandet bör antalet variabler som skattas anses till att endast inkludera de variabler som verkligen behövs. Detta arbete utförs lämpligen i anslutning till formulerandet av en miljöövervakningsmanual. En miljöövervakningsmanual kommer också främja att metodstandard kan upprätthållas över tid och mellan olika utförare. Att identifiera vilka variabler som bör inkluderas i metoden och formulerandet av miljöövervakningsmanual bör ske med representanter både från länsstyrelserna vid Bottniska viken och Egentliga Östersjön, samt i dialog med ämnesexperter. Hänsyn bör tas till vilka variabler som anses vara viktigast för att förklara samband mellan vegetation, miljövariabler och mänsklig påverkan vid statistisk analys, samt till vilken precision variablerna kan skattas.

Tillkännagivanden

Christina Halling och Karl Svanberg SLU Artdatabanken har bidragit med synpunkter på rapporten.

Följande marina handläggare vid länsstyrelsen har bidragit med synpunkter på rapporten och /eller genom dialog om utformningen av projektet:

Uppsala, Ingrid Wänstrand, Malin Hjelm

Gävleborg, Peter Nordling, Simon Mårell, Emil Kraft

Västernorrland, Lotta Nygård, Anders Sahlin, Maja Wressel

Västerbotten, Kristin Dahlgren, Johnny Berglund, Anniina Saarinen

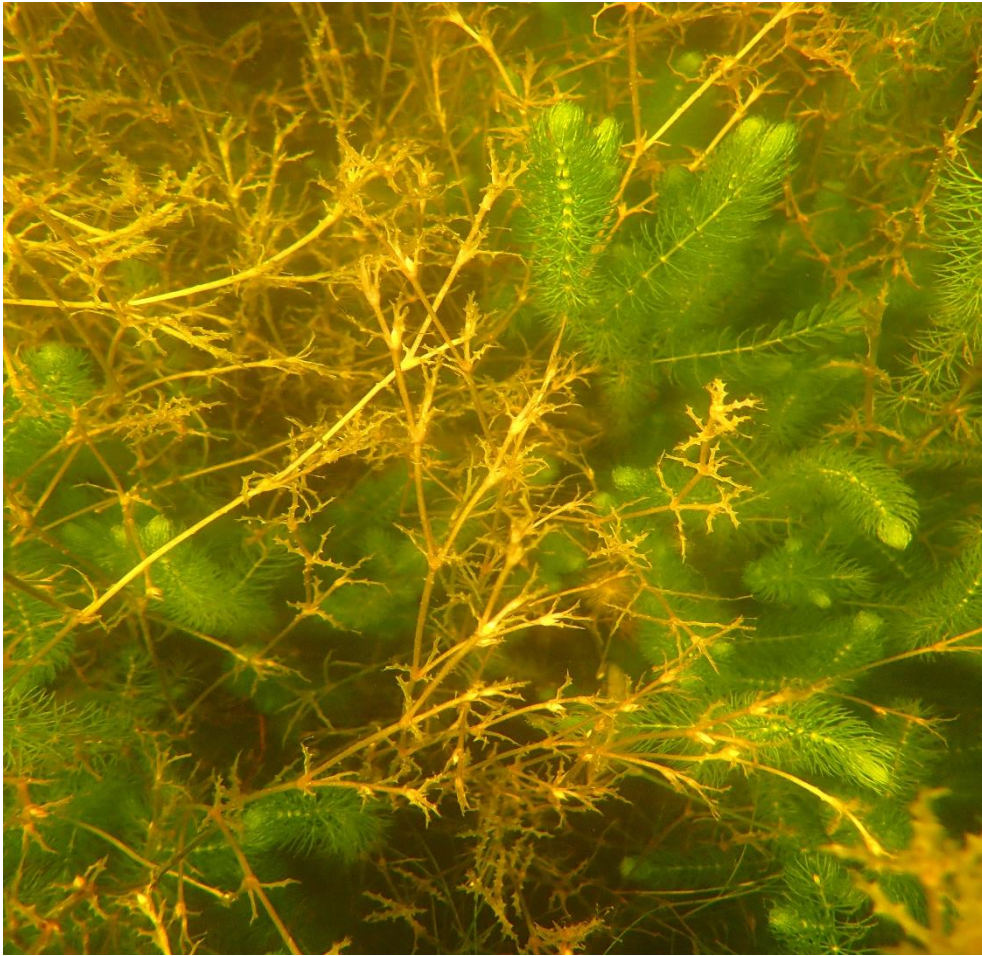
Norrbotten, Kajsa Johansson, Linnea Bergdahl

Följande ämnesexperter har bidragit genom dialog om utformningen av projektet:

Joakim Hansen och Åsa Austin, Stockholms universitets östersjöcentrum, samt Gustav Johansson, Hydrophyta Ekologikonsult

Referenser

- Austin ÅN, Hansen JP, Donadi S, Eklöf JS (2017). Relationships between aquatic vegetation and water turbidity: A field survey across seasons and spatial scales. *PLoS ONE* 12(8): e0181419
- Bergström U, Sundblad G, Fredriksson R, Karås P, Halling C, Sandström A (2021). Övervakningsmanual: Fisk I kustvatten – Yngelprovfiske med tryckvåg. Version 1.0.
- Haglund A (2010). Uppföljning av skyddade områden I Sverige – Riktlinjer för uppföljning av friluftsliv, naturtyper och arter på områdesnivå. Naturvårdsverket, rapport 6379
- Hansen JP, Sagerman J, Wikström SA (2010). Effects of plant morphology on small-scale distribution of invertebrates. *Marine Biology* 157: 2143-2155
- Hansen JP och Snickars M (2014). Applying macrophyte community indicators to assess anthropogenic pressures on shallow soft bottoms. *Hydrobiologia* 738: 171-189
- Hansen JP (2016). Uppföljning av bottenvegetation i grunda Östersjövikar – Varians- och precisionsanalyser av data insamlade med visuella metoder genom snorkling. Havsmiljöinstitutet, rapport 2016:2
- Hansen JP, Sundblad G, Bergström U, Austin Å, Donadi S, Eriksson BK, Eklöf JS (2019). Recreational boating degrades vegetation important for fish recruitment. *Ambio* 48:539-551
- Råberg S och Dahlgren K (2019). Vattenmyndigheternas riktlinjer för kartläggning och analys 2016-2021: Bedömning av betydande påverkan och statusklassificering för hydromorfologi i kustvatten, Parametrarna 8.2, 9.4, 10.2, 10.3 och 10.4. Vattenmyndigheten i Norra Östersjöns vattendistrikt ID 54524
- Sagerman, J, Hansen JP, Wikström SA (2020). Effects of boat traffic and mooring infrastructure on aquatic vegetation: A systematic review and meta-analysis. *Ambio* 49: 517-530
- Sagerman J, Westling A, Halling C (SLU.dha.2019.5.2-17). Förslag till uppföljning för marina skyddade områden (dnr HaV 1758-19)
- Törnqvist O, Klein J, Vidisson B, Häljestig S, Katif S, Nazerian S, Rosengren R och Giljam C (2020). Fysisk störning i grunda havsområden – Kartläggning och analys av potentiell påverkanszon samt regional och nationell statistik angående störda områden. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:12



Havsnejas och hornsäv: FOTO: Malin Hjelm, Länsstyrelsen Uppsala län

SLU Artdatabanken

[SLU Artdatabanken](#) är ett kunskapscentrum för Sveriges arter och naturtyper. Vi bidrar till en hållbar förvaltning av naturresurser genom att samla in, analysera och tillgängliggöra data om tillståndet i naturen samt beskriva och presentera fakta om biologisk mångfald.

SLU Artdatabanken tillhandahåller tjänsterna [Artfakta.se](#) (samlad artinformation) och [Artportalen.se](#) (rapporteringssystem för artobservationer).

Sedan 2002 har vi regeringsuppdraget Svenska artprojektet där målet är att kartlägga, beskriva och tillgängliggöra kunskap om Sveriges alla flercelliga växter, svampar och djur. Tillsammans med expertkommittéer tar vi fram Sveriges rödlista (en bedömning över arternas tillstånd).

Vi arbetar för en rik och känd natur

SLU Artdatabanken

Ett kunskapscentrum för arter och naturtyper