

Utvärdering av provtagningsyta med undervattensvideo – Diversitet, precision och kostnad

AquaBiota Rapport 2013:08

Författare: Göran Sundblad, Johnny Berglund, Kristin Dahlgren, Carlos Paz Von Friesen, Lars Gezelius, Mona Naeslund, Christina Halling

Uppdrag inom projekt Biogeografisk uppföljning (uppdragsavtal 2574-13) i samverkan mellan Havs- och Vattenmyndigheten, Naturvårdsverket och ArtDatabanken SLU

**Havs
och Vatten
myndigheten**



ArtDatabanken



**Länsstyrelsen
Västerbotten**



AquaBiota
WATER RESEARCH

STOCKHOLM, MARS 2014

Beställare:

Rapporten är sammanställd av AquaBiota Water Research i samarbete med Länsstyrelsen Västerbotten och Artdatabanken SLU på uppdrag av projektet Biogeografisk uppföljning (uppdragsavtal 2574-13) i samverkan mellan Havs- och Vattenmyndigheten, Naturvårdsverket och Artdatabanken SLU.

Författare:

Göran Sundblad (goran.sundblad@aquabiota.se)
Johnny Berglund (johnny.berglund@lansstyrelsen.se)
Kristin Dahlgren (kristin.dahlgren@lansstyrelsen.se)
Carlos Paz Von Friesen (carlos.paz.von.friesen@lansstyrelsen.se)
Lars Gezelius (lars.gezelius@lansstyrelsen.se)
Mona Naeslund (mona.naeslund@slu.se)
Christina Halling (christina.halling@slu.se)

Kontaktinformation:

AquaBiota Water Research AB
Adress: Löjtnantsgatan 25, 115 50 Stockholm
Tel: +46 8 522 302 40
www.aquabiota.se

Distribution:

Fri

Internetversion:

Nedladdningsbar hos www.aquabiota.se

Citera som:

Sundblad, G., J. Berglund, K. Dahlgren, C. Paz Von Friesen, L. Gezelius, M. Naeslund, C. Halling. 2013. Utvärdering av provtagningsyta med undervattensvideo – diversitet, precision och kostnad. AquaBiota Rapport 2013:08. 40 sid.

AquaBiota Rapport 2013:08
HaV myndighetens dnr: 2574-13

ISBN: 978-91-85975-28-0

ISSN: 1654-7225

© AquaBiota Water Research 2013



INNEHÅLL

Innehåll.....	3
Förord	4
Sammanfattning.....	5
Summary	7
1. Inledning	9
2. Material och Metoder	10
2.1. Val av studieområden	10
2.2. Fältarbete.....	15
2.3. Bearbetning av insamlade data	16
2.4. Tidsåtgång	16
2.5. Teoretisk beräkning av provtagningsyta	17
2.6. Taxonomisk indelning.....	17
2.7. Analyser	17
3. Resultat och Diskussion.....	19
3.1. Kostnad.....	19
3.2. Diversitet	20
3.3. Precision	26
3.4. Beräkning av provtagningsyta.....	30
Tack	31
Referenser	31
Bilagor	32
Bilaga 1: Detaljerade kartor på stationsnivå	33
Bilaga 2: Översikt på stationsnivå	38
Bilaga 3: Översikt på objektsnivå	39

Förord

Arbetet som presenteras i den här rapporten utgör underlag för inrättandet av ett nationellt program för biogeografisk uppföljning av marina naturtyper och arter inom "delsystem hav". Uppföljningen gäller främst marina naturtyper och arter inom art- och habitatdirektivet, så kallade Natura 2000-naturtyper och arter.

Havs- och vattenmyndigheten (HaV) ansvarar för delsystemen hav, samt sjöar och vattendrag inom biogeografisk uppföljning. Naturvårdsverket (NV) ansvarar för de terrestra delsystemen och har i tillägg det nationella samordningsansvaret för art- och habitatdirektivet. ArtDatabanken (ADB) SLU har fått i uppdrag av HaV att utreda och granska de akvatiska delsystemen. Denna rapport är ett resultat i ett sådant uppdrag för att utveckla den biogeografiska uppföljningen. Rapporten utgör inte något ställningstagande från HaV:s eller NV:s sida utan författarna ansvarar själva för innehållet.

Biogeografisk uppföljning ska följa upp areal och utbredning av naturtyper och dess viktiga strukturer, funktioner samt typiska arter. Vissa naturtyper saknar en heltäckande kartering vilket kan försvåra uppföljningen. För art- och habitatdirektivets naturtyper är principen att uppföljningen ska ske ickedestruktivt i möjligaste mån, då direktivet är upprättat för att bevara biologisk mångfald.

Data som samlats in levereras till nationell datavärd för lagring och rapporter finns att tillgå genom Miljödataportalen <http://mdp.vic-metria.nu/miljodataportalen/> och DiVA portal <http://www.diva-portal.org/>.

Ansvariga för projektmedel och genomförande av denna studie har varit experterna Mona Naeslund, Anna Westling och Christina Halling – ADb, utredaren Erland Lettevall – HaV och handläggaren Conny Jacobson – NV.



ArtDatabanken

Havs
och Vatten
myndigheten

SAMMANFATTNING

Studien jämför och utvärderar undervattensvideoinventeringar utförda med olika storlek på provtagningsytan med avseende på diversitet, precision och kostnad. Det övergripande syftet var att ge underlag för rekommendationer för nationell biogeografisk uppföljning av marina naturtyper och typiska arter utifrån art- och habitat direktivets krav (92/43EEG) samt att bidra med underlag till en nationell undersökningstyp för "visuella undervattensmetoder". Studien var ett bidrag till det övergripande projektet Biogeografisk uppföljning (uppdragsavtal 2574-13) i samverkan mellan Havs- och Vattenmyndigheten, Naturvårdsverket och ArtDatabanken SLU.

För att få nationellt jämförbara resultat genomfördes undersökningar på västkusten i Skåne, i Östergötland samt i Västerbottens län. Inom varje län provtogs tre objekt inom två olika naturtyper, *1160 vikar och sund* samt *1170 rev*. Provtagningen genomfördes med undervattenskamera i 28 stationer á 5 m² och 7 stationer á 20 m² vilket resulterade i en totalt provtagen yta om 140m² per objekt med små (5 m²) respektive stora (20 m²) provytor per station.

Registrerade arter och taxa delades in i olika grupper baserat på diversitet, struktur och funktion. Av totalt 27 grupper av variabler prioriterades total diversitet (antal taxa av växter och djur) samt täckningsgrader som översiktligt beskrev de undersökta miljöerna (beväxt substrat, filamentösa alger samt per naturtyp också hårt respektive mjukt substrat samt typiska arter).

Arbetet visade att kostnaden per station, mätt som tidsåtgång, var högre för stora jämfört med små provytor. Tidsåtgången för videoinventering i fält var i medeltal 3 min för en liten provyta och 6,5 min för en stor provyta. Genomsnittlig transporttid mellan två stationer var 6.5 minut. Dessa tider angavs som faktiska tider och var inte justerade för antal personer i fält. Tidsåtgången på kontoret resulterade i en genomsnittlig kostnad på 18 min för en liten provyta och 21 min för en stor provyta. Bestämning och bearbetning av provtagningsyta i GIS kan tillkomma beroende på tillvägagångssätt i fält. Kostnaden för dessa delmoment var mellan 2 och 8 min per station. Sammantaget tog i genomsnitt en liten provyta 21 min och en stor provyta 28 min, vilket ackumulerat över 100 stationer förväntas resultera i 10 timmar mertid för stora provytor. Utöver ytterligare tid i fält tillkommer i en praktisk situation kvalitetsgranskning, iordningställande av analysklara protokoll och leverans till eventuell datavärd.

Total diversitet, dvs. antal växter och djur, var generellt högre med små jämfört med stora provytor. Inom *1160 vikar och sund* återfanns totalt fler taxa för alla länen med små provytor medan det inom *1170 rev* endast var i Östergötland som små provytor återfann fler taxa totalt. Sett till antal unika taxa återfanns fler med små än stora provytor inom *1160 vikar och sund* i alla länen. För unika arter inom *1170 rev* var mönstret inte lika tydligt.

Baserat på kumulativa artantalskurvor (ackumulerat antal arter per extra provtagen station) beräknades den förväntade diversiteten som en funktion av kostnaden specificerat som tid. Olika provtagningsyta gav inga skillnader i antal taxa per timme

inom *1160 vikar och sund* (samma resultat för alla län). Det vill säga liten eller stor provyta var lika kostnadseffektivt för att estimerar den totala diversiteten inom *1160 vikar och sund*. Samma mönster noterades inom *1170 rev* på ostkusten medan det var mer kostnadseffektivt med stora provytor inom *1170 rev* i Skåne, troligen på grund av den höga diversiteten på korta avstånd (inom station).

Gällande täckningsgrader beskrevs de inventerade miljöerna mycket lika oavsett om många små eller få stora provytor hade använts. Både medelvärden och osäkerhet, uttryckt som standardavvikelse, var överlag samstämmigt och varierade mer med naturtyp än storlek på provyta. Då precisionen analyserades med variationskoefficienten (beräknad som standardavvikelsen i förhållande till medelvärdet) noterades generellt inga skillnader mellan små och stora provytor. Resultaten återspeglade det generella mönstret, att precisionen generellt ökar med ökande medelvärde (Svensson m.fl. 2011, Sundblad m.fl. 2013a). På objektnivå (medel över objekt) var resultaten liknande, men även om precisionen med olika provytor generellt korrelerade så fanns det även tendenser till att små provytor kan ha en bättre precision än stora provytor. Skillnaden i precision mellan små och stora provytor var dock endast ca 10% med detta sätt att räkna. Däremot uppstod skillnader om precisionen beräknades för en given kostnad, dvs. vilken precision kan förväntas med små respektive stora provytor givet en viss ansträngning i tid? Baserat på övervakning och uppföljningsrekommendationer baserades precisionsmättet då på ett ensidigt konfidensintervalls storlek i förhållande till medelvärdet (Haglund 2010, Svensson m.fl. 2011). Resultaten visade att inom *1160 vikar och sund* var precisionen generellt bättre med små provytor i Västerbotten och Östergötland, medan stora provytor uppvisade en bättre precision i Skåne. Inom *1170 rev* var det ingen skillnad mellan små och stora provytor förutom i Västerbotten där precisionen var något bättre med små provytor. Den generella slutsatsen blir att små provytor har en förväntad fördel ur precisionssynpunkt då fler stickprov kan samlas in vid samma ansträngning.

Ur ett övervaknings- och uppföljningsperspektiv är det viktigt att känna till provtagen yta, både per replikat och totalt. Från beräkningar av horisontell bildvinkel, kamerans höjd och vinkel mot botten visar vi hur den filmade bredden vid en station förändras, vilket ackumulerat över provytan, kan leda till stora skillnader i totalt provtagen yta. Givet ett visst kamerasystems vidvinkel kan en förändring av kamerans vinkel mot botten från 20 till 45 grader öka den filmade bredden från 150 till 200cm, vilket ackumuleras över stationer. Eftersom upp till tre fler taxa per station kunde återfinnas med stora jämfört med små provytor kan således olika metodik eller systematiska skillnader mellan och inom fältinventeringar resultera i oväntade mönster i framförallt diversitet. Det är således av vikt att både känna till och rapportera vilken provtagningsyta som använts.

Sammanfattningsvis var små provytor mer tidseffektiva, resulterade i totalt sett fler arter och taxa samt hade ofta högre precision gällande skattningar av täckningsgrader. Stora provytor däremot gav en högre diversitet per timme inom *1170 rev* på västkusten. Utförare rekommenderas att känna till och beskriva sin metodik, och då även provytans storlek, för att öka jämförbarheten av insamlat material.

SUMMARY

This study compares and assesses underwater video surveys conducted with different sizes of sample units with respect to diversity, accuracy and cost. The overall aim was to provide a basis for recommendations for national biogeographic monitoring of marine habitats and typical species by the requirements of the Habitats Directive (92/43EEG) and to provide background data for a national standard for "visual underwater methods". The study was a contribution to the overall project Biogeographic monitoring (agreement 2574-13) in collaboration between the Swedish Agency for Marine and Water Management, the Swedish Environmental Protection Agency and The Swedish Species Information Centre (ArtDatabanken).

To obtain nation-wide results, the study was conducted on the west coast of the county of Skåne, and in the counties of Östergötland and Västerbotten on the east coast. Within each county three Objects within two different habitat types were sampled, *1160 Large shallow inlets and bays*, and *1170 Reefs*. Sampling was carried out with underwater cameras at 28 stations á 5 m² and 7 stations á 20 m² which resulted in a total sampled area of 140m² per Object with small (5 m²) and large (20 m²) sample units. Registered species and taxa were divided into different groups based on diversity, structure and function. Of a total of 27 groups of variables we prioritized overall diversity (number of taxa of plants and animals) and cover estimates which reflected the investigated habitat types (cover of vegetated substrates, filamentous algae, hard and soft substrates, and typical species).

The work showed that the cost per station, as measured by time, was higher for large compared to small sample units. The time required for video inventory in the field was on average 3 min for a small sample and 6.5 min for a large sample. Average travel time between two stations was 6.5 minutes. These times were indicated as actual times and were not adjusted for the number of persons in the field. The time spent in the office resulted in an average cost of 18 min for a small sample and 21 minutes for a large sample. Additional GIS post-processing may be necessary (to determine film length) depending on the approach in the field. The cost of post-processing was between 2 and 8 min per station. Overall, it took on average 21 min for a small sample and 28 min for a large sample, which, accumulated over 100 stations, would be expected to result in 10 hours additional time for large samples. Additional time would be needed in a practical situation so as to assure quality control, preparation of analysis and delivery to data hosts.

Total diversity, i.e. number of plants and animals, was generally higher with small compared with large sample units. Small sample units resulted in a higher total diversity in *1160 inlets and bays*, for all counties, while small sample units in *1170 reefs* only had higher diversity in Östergötland. Small sample units had a higher number of unique taxa than large samples in *1160 inlets and bays* in all counties. The number of unique taxa in *1170 reefs* did not show an equally clear pattern.

Based on cumulative species curves, i.e. the cumulative number of species per extra sampled station, we calculated the expected diversity as a function of the cost measured as time (man-hours). Different sample units gave no differences in the number of taxa per hour in *1160 inlets and bays* (same result for all counties). That is, small and large sample units was equally cost efficient for estimating the total diversity within *1160 inlets and bays*. The same pattern was noted in *1170 reefs* on the east coast while it was more cost effective with large samples in *1170 reefs* in Skåne, probably due to the high diversity at short distances (within station).

Small and large sample units generally described the habitat types in a similar way with regards to cover estimates. Both averages and uncertainties, expressed as standard deviation, was generally coherent and varied more by habitat than sample unit size. When precision was analyzed by the coefficient of variation (calculated as the standard deviation relative to the mean) there was generally no difference between small and large samples. The results reflected the general pattern of increased precision with increasing mean (Svensson et al 2011, Sundblad et al 2013a). At the Object level (mean across objects), the results were similar, but even if the precision correlated among sample unit sizes, there was however a tendency for small samples to have a better precision than large samples. The difference in precision between small and large samples, however, was only about 10% with this measure of precision. However, differences were larger when precision was calculated at a given cost, i.e. what precision can be expected with small and large sample units given a certain amount of effort (time)? Based on monitoring recommendations we measured precision as the one-sided confidence interval in relation to the mean (Haglund 2010, Svensson et al 2011). The results showed that in *1160 inlets and bays*, precision was generally better with small samples in Västerbotten and Östergötland, while large samples showed a better precision in Skåne. In *1170 reefs* there was no difference between small and large samples except in Västerbotten where the precision was slightly better with small sample units. The general conclusion was that small sample units had an expected advantage from a precision point of view as more samples can be collected within a given effort.

From a monitoring perspective, it is important to have a known sample unit. Based on calculations of the horizontal angle (field of view), the cameras distance to the seafloor and the angle towards the seafloor, we show how the filmed width at a station change, which, accumulated over the sampled surface, can lead to large differences in surveyed area. Given the field of view, a change in the angle towards the seafloor from 20 to 45 degrees increased the filmed width from 150 to 200cm, which accumulate over stations. Since up to three more taxa per station could be found with large compared with small sample units, different methodology or systematic differences between and within field surveys can thus result in unexpected diversity patterns.

In conclusion, small sample units were more cost-effective, resulted in higher diversity, and often had a higher precision in cover estimates. In contrast, large sample units yielded a higher diversity per hour in *1170 reefs* on the west coast. People conducting surveys are advised to know and describe sample unit sizes to increase the comparability of collected data.

1. INLEDNING

Skyddet och främjandet av den biologiska mångfalden av arter och livsmiljöer är centralt i det Svenska miljö- och naturvårdsarbetet. Stora delar av detta arbete bedrivs inom ramarna för de EU gemensamma direktiven. Art och habitatdirektivet (direktiv 92/43/EEG) syftar till att säkerställa den biologiska mångfalden genom bevarandet av naturligt förekommande livsmiljöer och arter inom EU:s medlemsländer. Alla åtgärder som vidtas ska ha som mål att bevara eller återställa dessa, i gynnsam bevarandestatus. Tillståndet och bevarandestatusen av arter och naturtyper skall rapporteras vart sjätte år till EU-kommissionen utifrån riktlinjer och krav som formulerats i direktivets artikel 17. Rapporteringen skall ligga till grund för eventuella åtgärder för att arter och naturtyper som inte är i gynnsam bevarandestatus med tiden skall uppnå detta. För att få tillförlitliga underlag till rapporteringen har projektet "Biogeografisk uppföljning av naturtyper och arter" drivits för att utveckla och etablera uppföljning för de arter och naturtyper där sådan behövs men saknats inom befintlig miljöövervakning. Slutmålet är att det ska finnas ett etablerat, väl fungerande och komplett uppföljningssystem av art- och habitatdirektivets ingående naturtyper och skyddade områden.

Utifrån rapporteringskraven identifierade Johansson (2010) användandet av undervattensvideo och andra visuella undervattensmetoder (vattenkikare, snorkling, dyk och ROV) som lämpliga för uppföljning av flera variabler rörande de svenska marina naturtyperna, dess utbredning, struktur, funktion och typiska arter. Undervattensvideo har potentialen att följa upp ett flertal marina naturtyper på ett icke destruktivt sätt till en låg kostnad. En standardiserad undersökningstyp för uppföljning med visuella undervattensmetoder saknas dock (Johansson 2010, Dahlgren m.fl. 2012), varför ett utvecklingsarbete för detta har drivits inom projekt biogeografisk uppföljning under åren 2011-2013. Arbetet som redovisas i denna rapport bidrar till arbetet med att ta fram en undersökningstyp för "visuella metoder" (Naturvårdsverket manus).

Tidigare arbeten angående visuella metoder inom projekt biogeografisk uppföljning har bland annat jämfört olika metoder för att analysera (tolka) det filmade materialet men analyser av skillnader i provtagningsyta har saknats (Gullström m.fl. manus, Sundblad m.fl. 2013a, b). Utgångspunkten i de flesta inventeringsfall har varit att en viss yta, ofta i form av en kort eller lång sträcka (transekt), ska filmas, men standardiserade metoder för detta har saknats. Rent praktiskt när en båt ska manövreras är det lättast att föra en kamera en viss sträcka över botten, dvs en transekt, men då kamerans höjd över eller dess vinkel mot botten kan variera mellan station/utförare kan den faktiska provtagningsytan då skilja. Betydelsen av storleken på provtagningsytan har inte utvärderats tidigare. Svårigheten i ett konsekvent handhavande under en längre tid gör att det kan vara en fördel med kortare filmer (mindre provtagen yta per station). Det kan även finnas fördelar med att sprida stickprovet rumsligt snarare än att koncentrera insatsen på få platser (Svensson mfl. 2011), dvs. flera utspridda mindre stickprov kan ge en bättre rumslik skattning jämfört med få stora stickprov. Samtidigt finns det starka samband mellan provtagen yta och antal arter (sk species-area curves, Connor & McCoy 1979), varför det kan vara en nackdel att minska den provtagna ytan i för stor

utsträckning. Denna rapport presenterar resultatet av en jämförande studie av filmade provtagningsytor (transekter) av två storlekar: liten provyta (kort transekt á 5m²) och stor provyta (lång transekt á 20m²) med syfte att ge underlag för rekommendationer för undersökningstyp och beslut om uppföljning.

2. MATERIAL OCH METODER

Totalt 210 provtagningsstationer slumpades ut inom tre län (Fig 1). Dessa stationer var fördelade inom tre till fyra områden eller objekt per län. Inom varje objekt inventerades två olika naturtyper; 1160 vikar och sund samt 1170 Rev (Naturvårdsverket 2011) med undervattensvideo.

För att jämföra effekt av provytans storlek, filmades en total yta på 140 m² två gånger i varje naturtyp och objekt med; 28 små- (5 m²) respektive 7 stora (20 m²) provytor (Tabell 1). Ytorna filmades i form av transekter i djupintervallet 3-6 m. Allt fältarbete utfördes under augusti och september 2013.



Tabell 1. Antal stationer och provtagningsyta per naturtyp (1160 vikar och sund och 1170 rev) och objekt för korta (5m²) och långa (20m²) transekter i varje län.

Naturtyp	Objekt	Antal stationer		Provtagen yta (m ²)	
		Kort	Lång	Kort	Lång
1160	A	28	7	140	140
	B	28	7	140	140
	C	28	7	140	140
1170	A	28	7	140	140
	B	28	7	140	140
	C	28	7	140	140
Totalt		168	42	840	840

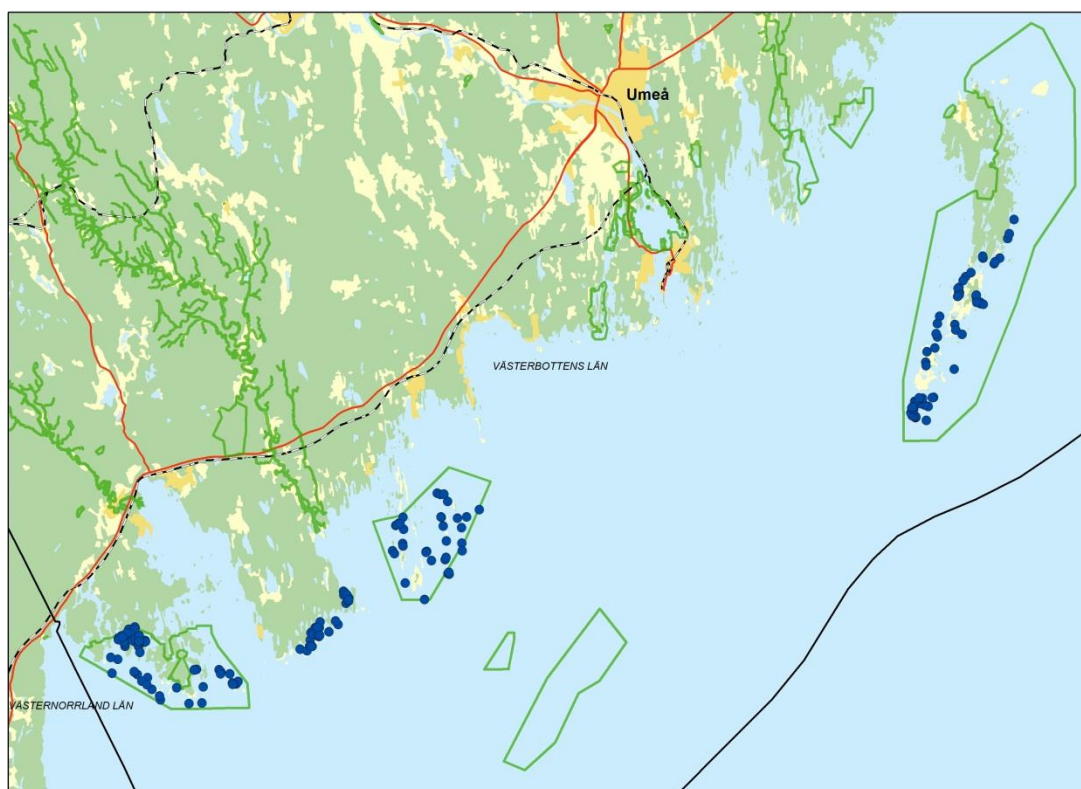
Figur 1. Tre objekt i vardera av tre län ingick i studien. Från norr var det Västerbotten, Östergötland och Skåne.

2.1. Val av studieområden

Västerbotten

I Västerbotten valdes tre naturreservat tillika Natura 2000 objekt ut som var kända att innehålla de naturtyper som ingick i studien; 1160 vikar och sund och 1170 rev (Naturvårdsverket 2011). De tre objekten hade en geografisk spridning från norr till söder i Norra Kvarken - Bottenhavet (Fig 2 och Bilaga 1) och var av olika karaktär med varierande underlagsinformation om de ingående naturtyperna. I Holmöarna fanns

noggrann batymetri och spatiala analyser av naturtyperna. Snöanskärgården hade inventerats tidigare och det fanns bra kännedom om de naturtyper som ingick i studien. Kronören valdes ut för att få ett sydligt område, som även innehöll båda naturtyperna, men där relativt lite inventeringar genomförts. Naturtypen 1170 rev avgränsades i Snöanskärgården och Kronören utifrån GIS modellerade data framtagna av Länsstyrelsen i Västerbotten (Opublicerat arbetsmaterial). För Holmöarna användes en modellering med hjälp av Lidar-data som tagits fram av FOI inom projektet SUPERB (Tulldahl 2013).



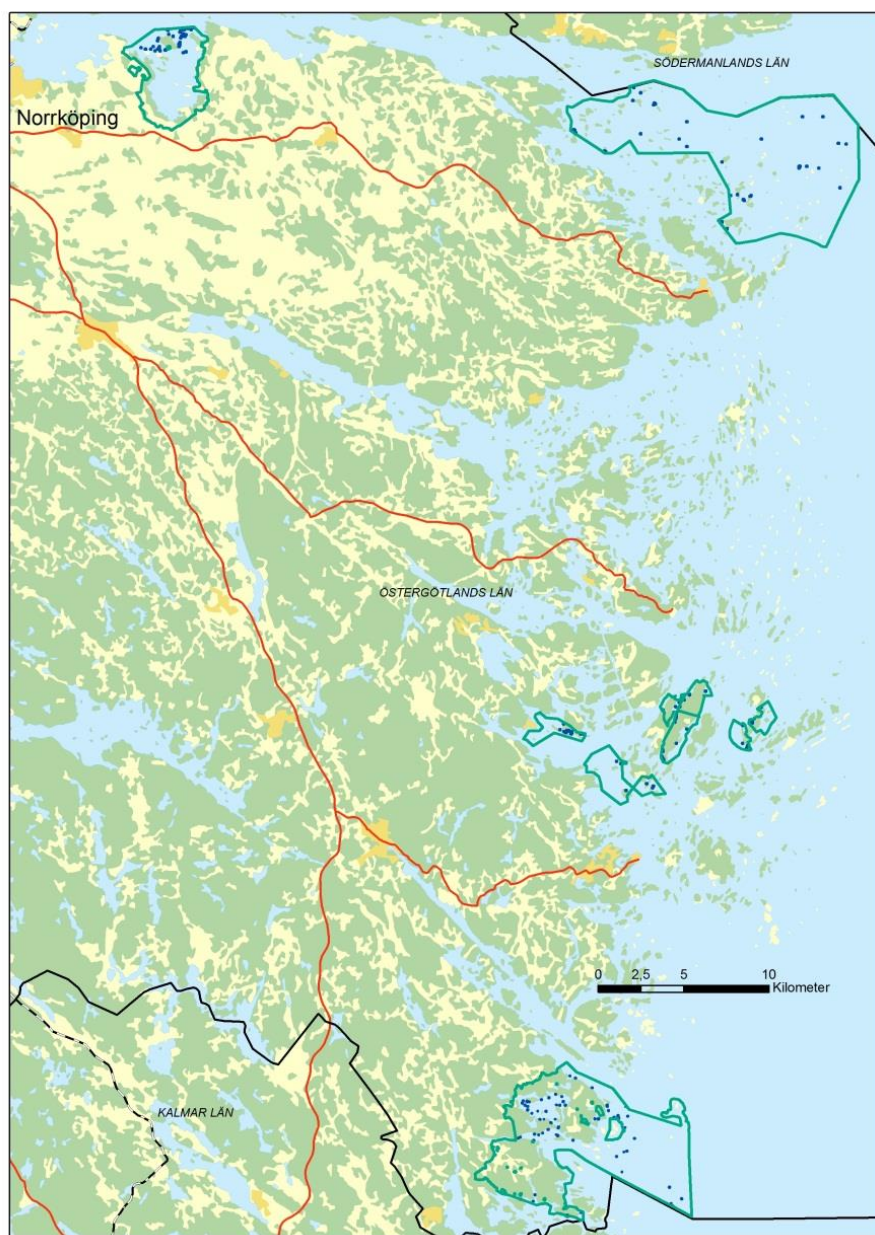
Figur 2. Filmade stationer fördelade på tre objekt i Västerbottens län. Objektet var från norr till söder Holmöarna, Snöanskärgården (inklusive Järnäs halvön) och Kronören.

För naturtypen 1160 vikar och sund användes SAKU-data som bakgrund för avgränsning (Naturvårdsverket 2006). Dessa bearbetades dock manuellt i GIS där man tog hänsyn till tidigare inventeringar. Naturtypen 1160 vikar och sund fanns i så liten omfattning inom Snöanskärgårdens Natura 2000 område att ett angränsande område vid Järnäs halvön behövde inkluderas. Snöanskärgården och Järnäs halvön ingår i det nybildade naturreservatet Örefjärden-Snöanskärgården.

För att avgränsa det önskade djupintervallet 3-6 m användes sjökortets djupdata för Kronören och Snöanskärgården. Vid Holmöarna avgränsades djupet med hjälp av en djupmodell framtagna av Lidar-data över området (Tulldahl 2013). Med hjälp av Hawth's tools (tillägg i ArcGIS) slumpades startpunkten ut för varje provyta (transekt). Stationer slumpades ut separat för varje naturtyp och storlek på provyta, d.v.s. små-1170 rev för alla objekt i en grupp, stora 1170 rev för alla objekt i en annan grupp, osv. Minsta avståndet mellan två stationer sattes till 30 m.

Östergötland

Tre geografiskt spridda fjärdsystem eller skärgårdsområden valdes ut i Östergötland. I norr inventerades Natura 2000 områdena Svensksundsviken för 1160 *vikar och sund* och Bråviken för 1170 *rev*. Båda områdena ligger i den långsträckta Bråviken. I mellersta Östergötland inventerades S:t Anna-Gryt skärgård och i söder Kvädö-Åsvikelandet (Fig 3 och Bilaga 1). Utifrån basininventeringsdata plockades naturtyperna 1160 *vikar och sund* och 1170 *rev* ut. Ett rutnät av 50x50 m rutor lades över området. De rutor som hamnade med sin centrumpunkt inom naturtypen och inom rätt djupintervall i sjökortet valdes ut. Bland dessa rutor slumpades stationer fram. Startpunkten för provytan (transekten) blev rutans mittkoordinat.



Figur 3. Filmade stationer fördelade på tre objekt i Östergötland. Objektet var från norr till söder Bråviken (Svensksundsviken-Bråviken), S:t Anna och Kvädö-Åsvikelandet.

Skåne

I Skåne valdes objekt och naturtyper utifrån tidigare undersökningar och erfarenheter. Undersökningarna genomfördes i nordvästra Skåne, runt naturreservatet Hallands Väderö samt de inre delarna av Skälderviken (Fig 4 och Bilaga 1). Indelningen i Skåne skiljde sig delvis från övriga två län då varje objekt ansågs vara en geografiskt avgränsad naturtyp. I övriga län inventerades båda naturtyperna per objekt och varje objekt motsvarade ungefär ett skärgårdsområde eller fjärdsystem. Objekten kring Hallands Väderö bestod av *1170 rev* och objekten i Skäldeviken bestod av *1160 vikar och sund*. De inre delarna av Skäldeviken utgörs av blandade habitat med allt från *1170 rev* till *1140 blottade ler och sandbottnar* samt *1110 sandbankar* (Naturvårdsverket 2011). Enligt SAKU förekommer naturtypen *1160 vikar och sund* i begränsad omfattning (Naturvårdsverket 2006). Det var också lite osäkert om de utplockade habitaterna verkligen var denna naturtyp. Men eftersom *1160 vikar och sund* är en naturtyp med många underklasser beslutades att större delen av de inre delarna av Skäldeviken föll inom denna naturtyp. De två sydligaste objekten med *1160 vikar och sund* låg inom ett Natura 2000-område, medan det nordligaste objektet låg utanför Natura 2000-området (Fig 4 och Bilaga 1). Det senare valdes för att få en jämnare geografisk spridning mellan objekten i Skälderviken.

Ett stort antal stationer slumpades ut inom varje objekt och respektive naturtyp. En avgränsning gjordes för varje objekt inom djupintervallet 3-6 m med hjälp av sjökortets djupdata. De slumpade stationerna som hamnade inom avgränsningen användes i undersökningen.



Figur 4. Filmade stationer fördelade på sex objekt i Skåne. Objektet kring Hallands Väderö i norr (norr, syd, väst) var 1170 rev och i syd Skälderviken (norra, mitten, södra) var 1160 vikar och sund.

2.2. Fältarbete

Västerbotten

Fältarbetet i Västerbotten utfördes 5-8 augusti vid Kronören, 8-21 augusti i Snöanskärgården och 30 augusti -30 september vid Holmöarna. Videofilmningen genomfördes från båt med en handhållen videokamerautrustning, utrustad med både en konventionell undervattenskamera tillverkad av Peter Jonsson vid Lunds Universitet och en HD-kamera, GoPro Hero 3. GPS och ekolod var kopplade till kameran så att koordinater och djup registrerades i videofilmen. Kameran sänktes via el- och dataförsörjningskabeln och hölls på ett avstånd från botten på ca 30 cm som gav en bildbredd på ca 0.5 m. Vinkeln på kameran var 35-45 grader mot botten. Videofilmningen utfördes så att båtens akter låg mot vinden. Genom att backa mot vinden kunde hastigheten regleras mellan 0.1 och 0.4 knop. För de små provytorna filmades en transekt på ca 10 m vilket motsvarade 105-130 sekunder och för de stora provytorna filmades ca 40 m eller 420 sekunder.

Östergötland

Fältarbetet i Östergötland utfördes 20-21 augusti samt den 18 september i Bråviken, 27-28 augusti i Kvädö-Åsvikelandet och 10-11 september i S:t Anna. Videofilmningen genomfördes med en handhållen videokamerautrustning av märket SeaViewer och modellen Sea-Drop 950 med en 7 tum LCD monitor i båten. Liksom i Västerbotten kompletterades videokamerautrustningen med en HD-kamera, GoPro Hero3. Avstånd från botten var 0.5 m och vinkel på kameran var 45 grader mot botten och vidvinkeln var inställd till "1080-60 narrow". Bredden på bilden blev då ca 0.5 m (jämfört med ca 1 m i Skåne). Båten var utrustad med en sonar som registrerade koordinater och djup. Dessa laddades ner på ett separat inspelat dataspår i sonaren. Provytans längd bestämdes utifrån ett rep med markerade avstånd. Repet var fäst till ett ankare som slängdes ut vid provytans början. Båten fick sedan driva med vinden tills rätt längd av repet matats ut, vilket representerade den aktiva filmsekvensen; 10 m för små och 40 m för stora provytor. Mellan 1-2 minuter film genererades för de korta och 2-4 minuter för de långa transekterna. Start- och stopptid noterades och position för start och slut markerades i båtens GPS (Humminbird).

Skåne

Fältarbetet i Skånes län utfördes 24-28 augusti på Hallands Väderö (Norra, Södra och Västra), samt 30 augusti - 5 september i Skälderviken (Skävik; Mitten, Norra och Södra). En GoPro Hero3 HD-kamera fästes på en släde som drogs med hjälp av båt, vilket resulterade i en konstant höjd (0.45 m) och vinkel (45 grader) mot botten. Bredden på bilden blev ca 1 m. Start- och stopptid noterades och start- och slutposition markerades i en handhållen GPS. Precis som i Västerbotten placerades båten mot vinden så att hastigheten kunde styras genom att backa mot vinden. För de små provytorna filmades 5 m i 40 sekunder och för de stora provytorna 20 m i 160 sekunder, utifrån uppskattningen att man inte rörde sig långsammare än 0.25 knop.

2.3. Bearbetning av insamlade data

Västerbotten

För att kontrollera och korrigera att rätt provtagningsyta analyserades gjordes följande bearbetning. Koordinaterna från videofilmerna laddades in i ArcGIS. Utifrån dessa skapades en linje för varje provyta (transekt). För att ta bort fel som orsakas av att GPS:en inte var tillräckligt noggrann jämnades linjen ut genom att använda "smooth"-verktyget i GIS med en acceptans på 1 meter. Linjen delades sedan 1 meter långa avsnitt med hjälp av funktionen "split polylines". Därefter kunde den aktiva filmlängden bestämmas. Randomiserat urval av 10 stopp skedde sedan inom den aktiva filmsekvensen.

Filmerna analyserades med hjälp av 10s:10p metoden (Sundblad m.fl. 2013a-c), där antal punkter (10) med ett visst substrat och biota räknades kvantitativt vid varje av 10 stopp. Mellan punkterna noterades endast förekomst av arter. Substrat delades in i hård lera, mjuk lera, sand (0.06-2 mm), grus (2-20mm), sten (20-60mm), stor sten (60-200mm), block (200-600mm), stora block (>600mm) och håll (AquaBiota 2012). Resultatet fördes in i ett protokoll och tidsåtgången noterades för alla ovanstående moment.

Östergötland

Randomiserat urval av stoppen skedde inom den aktiva filmsekvensen, som bestämdes redan i fält utifrån längden på repet. Analyserna av filmerna följde samma 10s:10p metod som i Västerbotten. I tidsåtgången ingick urval av stopp, tolkning samt tid för protokollföring.

Skåne

Start- och slutkoordinaterna laddades in i ArcGIS varifrån man kunde få ut längden på totala transekten. Sammanslaget med tiden som släden drogs kunde medelhastigheten beräknas. Därigenom kunde det bestämmas hur lång tid som motsvarade 5 respektive 20 m. Analyserna av filmerna följde samma 10s:10p metod som ovan. Tidsåtgången noterades för alla analysdelar.

2.4. Tidsåtgång

Varje län noterade sina fälttider för videofilmning och transporter. Detta gjordes med lite olika detaljeringsgrad för de olika länen. I jämförelsen har vi endast tagit med tidsangivelser för delmoment som redovisats i alla tre län vilket innebär att den uträknade tidsåtgången för fältdelen enbart täcker delar av inventeringarna. Medeltider för videofilmning och transport mellan punkterna räknades ut. Dessa redovisades som en uppskattning av tidsåtgång i fält. Sedan uppskattades även hur många små respektive stora provytor man hinner på en arbetsdag. Detta grundas på data från Holmöarna, där vi hade tillgång till GPS färddata, så kallade "tracks".

Definitionerna och de ingående parametrarna i tidsåtgången jämfördes mellan länen. Östergötland plockade ut sin aktiva filmlängd redan i fält, medan Västerbotten och Skåne fick bearbeta koordinaterna i GIS. För att få jämförbara tidsangivelser fick därför tiden för GIS-arbetet för Västerbotten och Skåne plockas bort från den totala tidsåtgången. I övrigt hade samma analyssteg använts till tidsåtgång, vilket inkluderade i) uttag av aktiv filmsekvens, ii) tolkningstid, iii) vattenståndskorrigerings (dvs. justering av fältmätt djup enligt dagens vattenstånd) samt iv) protokollförande. Medelvärde för varje objekt, naturtyp och storlek på provyta beräknades.

2.5. Teoretisk beräkning av provtagningsyta

Den faktiska provtagna ytan med undervattenskamera beror på ett flertal faktorer. Dessa faktorer inkluderar vinkel mot botten, höjd över botten samt den horisontella bildvinkeln (hur brett man filmar) och vilket bildformat kameran använder (hur kvadratisk eller avlång bilden blir). Utgående från dessa faktorer kan den filmade bredden under vattnet beräknas, vilket multiplicerat med längden ger den totalt filmade provytan. Utgående från en viss horisontell bildvinkel på land (mätt i grader) samt vinkel till botten och höjd över botten har den förväntat filmade bredden under vattnet (cm) beräknats. Detta illustrerar vilken effekt olika kamerainställningar kan ha på provtagen yta och underlättar en standardisering av metoden. Ingen hänsyn till bildformatet har tagits.

2.6. Taxonomisk indelning

Återfunna taxa delades in i grupper och analyserades utifrån diversitet och täckningsgrad. Syftet med indelningen var att preliminärt utvärdera olika systematiska, funktionella och strukturella grupper samt att få jämförbara variabler mellan de undersökta naturtyperna och länen. Grupperingen resulterade i 27 potentiella variabler. Av dessa prioriterades total diversitet (antal taxa av växter och djur) samt ett antal typer av täckningsgrader som översiktligt beskrev de undersökta naturtyperna (beväxt substrat, filamentösa alger samt per naturtyp också hårt respektive mjukt substrat och typiska växtarter per naturtyp). Även en dryg handfull övriga variabler testades men redovisas inte detaljerat i denna rapport då slutsatserna angående provtagningsyta inte påverkades av urvalet. Dessa variabler var i) kvoten mellan summa täckningsgrad och beväxt substrat, som ett mått på komplexitet (eftersom summan kan överstiga 100% täckning medan beväxt substrat är begränsat till 100% täckning), ii) komplexa växtformer, iii) kärlväxter och kransalger, iv) läderformade alger, samt totaltäckning av v) fauna och vi) typiska djurarter och vii) totaltäckning perenner.

2.7. Analyser

Efter initiala sammanställningar av förekomstfrekvenser på stationsnivå genomfördes även översiktliga analyser av diversitet på olika skalor genom att jämföra medel över stationer samt medel över objekt, per naturtyp och län. Eftersom det var olika antal stationer per storlek på provyta användes initialt standardavvikelsen som mått på osäkerhet och variationskoefficienten ($CV=SD/medel$) som ett mått på precision.

Totalt antal observerade taxa per station användes för analysera hur antalet taxa ökar med antalet stationer som inventeras, det vill säga kumulativa artantalskurvor. Artantalskurvor beräknades i statistikprogrammet R med hjälp av biblioteket "vegan" (R Development Core Team 2010, Oksanen m.fl. 2011). Funktionen "specaccum" med funktionen 'random' och 200 permutationer användes för att simulera hur många taxa som kan förväntas per station. Analysen genomfördes separat per län, naturtyp och provyta.

För att få ett jämförbart mått räknades antalet stationer om till kostnad för insamling i fält plus tolkning och protokollförande, mått som persontimmar. Kostnaden som användes var den genomsnittliga transporttiden mellan stationer (6.5 min uppmätt för Västerbotten och Östergötland), vilket antogs vara samma oavsett provytans storlek, plus tidsåtgången för själva videoinventeringen i fält. Totaltiden i fält multiplicerades med två eftersom det krävs minst två personer i fält. Till detta tillkom den genomsnittliga kostnaden för att tolka en station (Tabell 3). Den slutgiltiga tidsåtgången per station som användes för omräkning av antal stationer till kostnad var inom *1160 vikar och sund*; 35 min för små- och 45 min för stora provytor, och inom *1170 rev* 40 min för små- och 49 min för stora provytor.

Totala tidsåtgången per station multiplicerades med antalet stationer för att analysera förväntad diversitet som en funktion av kostnaden. Förväntad diversitet beräknades genom att passa regressionsfunktioner till artantalskurvorna vilket också möjliggjorde en extrapolering av kurvan till flera stationer ($n=1:100$), jämfört med de 21 stationer för stora- respektive 84 stationer för små provytor som provtogs inom projektet per naturtyp. Regressioner av formen $a \cdot \ln(x) + b$ passades, där x var antalet stationer och konstanterna a och b erhöles från bästa passningen. Alla förklaringsgrader (R^2) var ≥ 0.99 , utom för långa transekter på *1170 rev* i Västerbotten där R^2 var 0.98.

Slutligen analyserades även förväntad precision vid skattning av täckningsgrader givet en viss kostnad. Jämförelsen baserades på den relativa skillnaden i kostnad för små och stora provytor och utgick därför ifrån tiden det tog att samla in alla (21) stora provytor, per län och naturtyp (dvs. utgående från Tabell 4). Baserat på den beräknade tidsåtgången gjordes ett slumpmässigt urval av det antal stationer med små provytor som förväntades hinna provtas (fält och tolkning) med samma kostnad (tidsåtgång). Totalt användes då 21 stationer med stora provytor per naturtyp och län i jämförelse med 33 och 29 stationer med små provytor inom *1160 vikar och sund* och *1170 rev* i Västerbotten, 36 och 31 stationer med små provytor inom *1160 vikar och sund* och *1170 rev* i Östergötland samt 23 stationer med små provytor inom *1160 vikar och sund* och *1170 rev* i Skåne. Analysen baserades på beräkningar av ett ensidigt konfidensintervall i förhållande till medelvärdet (KI/medel). Utgångspunkten för detta har varit två rapporter (Haglund 2010, Svensson m.fl. 2011). Riktlinjerna från dessa rapporter går ut på att uppföljningen skall ha en precision där ett 95%-igt ensidigt intervall inte överlappar ett "tekniskt tröskelvärde" som ligger 20% under det önskade tröskelvärdet, vilket i praktiken innebär en önskan om att konfidensintervallet inte överstiger 20% av medelvärdet (Svensson m.fl. 2011).

3. RESULTAT OCH DISKUSSION

3.1. Kostnad

Kostnaden för olika storlek på provytor fördelades på tidsåtgång i fält samt efterbearbetning och tolkning på kontoret. Kostnaden för fältarbete delades ytterligare in i tidsåtgång för transport mellan stationer och tid för själva videoinventeringen. Transporttiden beräknades oavsett storlek på provyta och reflekterade den genomsnittliga tiden det tog att förflytta sig från en station till nästa. I Västerbotten var transporttiden i genomsnitt 5.5 min och i Östergötland 7.5 min, vilket gav ett genomsnitt på 6.5 minuter. Ingen transporttid beräknades i Skåne.

Tidsåtgången för videoinventering skiljde sig en del mellan länen och var i genomsnitt 3.1 minuter för små provytor (5 m²) och 6.5 minuter för stora provytor (20 m²) (Tabell 2). Kostnaden i fält är beräknad som faktisk tid och är inte justerad efter antal personer i båten.

Tabell 2. Kostnad (tidsåtgång i minuter) för att videoinventera en liten (5m²) respektive stor (20m²) provyta per naturtyp (1160 vikar och sund och 1170 rev) och län. Kostnaden är beräknad som faktisk tid och är inte justerad efter antal personer i båten.

Län	1160 vikar och sund		1170 rev	
	Liten (5m ²)	Stor (20m ²)	Liten (5m ²)	Stor (20m ²)
Västerbotten	3.5	9	4	8
Skåne*	2.5	4	3	4
Östergötland*	3	7	3	7
Medel	3	6.7	3.3	6.3

*togs fram med hjälp av videolängd och muntliga uppgifter

Kostnaden för tolkning var för alla områden och naturtyper i genomsnitt 21 minuter för stora provytor och 18 minuter för små provytor (Tabell 3). En skillnad på tre minuter ackumuleras för 150 stationer till 8.4 timmar längre tid för stora provytor jämfört med små provytor. Skillnader i tolkningstid kan dock bli större om efterbearbetning i GIS inkluderas. För att få jämförbara kostnader för kontorsarbetet exkluderades GIS-bearbetningen i Västerbotten och Skåne. Den extra tidsåtgången beräknades till ca 2 minuter per station i Västerbotten och ca 8 minuter per station i Skåne, vilket annars skulle bidra till en betydligt större skillnad än tre minuter mer för långa transekter.

Tabell 3. *Kostnad (tidsåtgång i minuter $\pm$ SD) för att tolka en station per naturtyp (1160 vikar och sund och 1170 rev) och län. Kostnaden inkluderade i) uttag av aktiv filmsekvens, ii) tolkningstid, iii) vattenståndskorrigerings av noterade djup samt iv) protokollförande. Kostnaden inkluderade inte beräkning av aktiva filmlängder och GIS-bearbetning av transektlängder. Även kvalitetskontroll av inmatade protokoll samt iordningsställande av kalkylblad för analys är ej inkluderat. Notera att tolkningstiden är i viss mån beroende av filmens längd.*

	1160 vikar och sund		1170 rev	
	Liten (5m ²)	Stor (20m ²)	Liten (5m ²)	Stor (20m ²)
Västerbotten	15 ($\pm$ 4)	20 ($\pm$ 3)	17 ($\pm$ 1)	21 ($\pm$ 1)
Skåne	27 ($\pm$ 6)	29 ($\pm$ 7)	31 ($\pm$ 1)	34 ($\pm$ 6)
Östergötland	6 ($\pm$ 2)	9 ($\pm$ 3)	11 ($\pm$ 3)	14 ($\pm$ 3)
Medel	16 ($\pm$ 4)	19 ($\pm$ 4)	20 ($\pm$ 2)	23 ($\pm$ 3)

Sammantaget var kostnaden mätt som tidsåtgång lägre för en liten- än för en stor provyta (Tabell 4). I genomsnitt för alla områden och naturtyper var totalkostnaden 21 minuter för en liten provyta och 28 minuter för en stor provyta.

Tabell 4. *Totalkostnad (tidsåtgång i minuter) för att videoinventera och protokollföra en liten (5m²) respektive stor (20m²) provyta per naturtyp (1160 vikar och sund och 1170 rev) och län. Transporttid, antal personer i båten i fält, efterbearbetning i GIS och kvalitetsgranskning har ej inkluderats.*

Län	1160 vikar och sund		1170 rev	
	Liten (5m ²)	Stor (20m ²)	Liten (5m ²)	Stor (20m ²)
Västerbotten	18	29	21	29
Skåne*	30	33	34	38
Östergötland	9	16	14	21
Medel	19	26	23	30

Baserat på erfarenheter i fält och sammanställning av denna rapport uppskattades även det ungefärliga antalet stationer man kan förvänta sig hinna provta i fält under en normal arbetsdag till 26 små och 20 stora provytor, oavsett naturtyp. Till skillnad från den genomsnittliga tidsåtgången för en station inkluderar denna uppskattning övrig tid, såsom transporter, matpaus och allmänna bekymmer som ofta dyker upp i fält. Denna uppskattning får dock anses preliminär då den är beroende av utförares erfarenhet, utrustning, längd på arbetsdagar och avstånd mellan provpunkter.

3.2. Diversitet

Totalt återfanns mellan 17 och 31 taxa per län och naturtyp med stora provytor och mellan 17 och 35 taxa med små provytor (Tabell 5).

Inom *1160 vikar och sund* återfanns i alla län totalt fler taxa med små provytor jämfört med stora, vilket kan antas bero på att fler olika typer av livsmiljöer provtagits då proven får en större rumslig spridning med fler små ytor jämfört med färre stora provytor. Att det blir tydligast i naturtypen *1160 vikar och sund* beror förmodligen på naturtypens komplexitet. Den kan innehålla delar av naturtyperna *1110 sandbankar*, *1140 blottade ler- och sandbottnar*, *1170 rev*, *1610 åsöar i Östersjön* och *1620 skär i Östersjön* (Naturvårdsverket 2011). Däremot, inom *1170 rev*, var skillnaden mellan län mindre och det var egentligen endast i Östergötland som korta transekter återfann totalt sett fler antal taxa än långa transekter. Det här beror förmodligen på att naturtypen *1170 rev* är en mer homogen naturtyp jämfört med *1160 vikar och sund*.

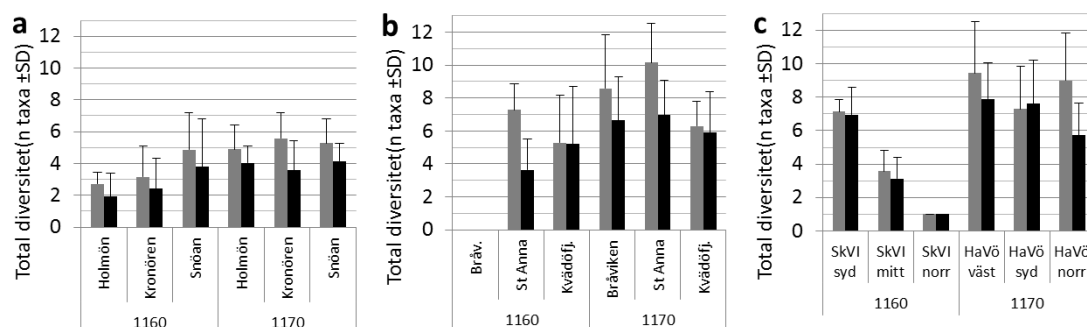
Fler unika taxa hittades med små provytor jämfört med stora inom *1160 vikar och sund*, oavsett län. Även inom *1170 rev* hittades fler unika taxa i små provytor i Östergötland medan ingen skillnad mellan små och stora provytor noterades för *1170 rev* i Skåne. Däremot gav stora provytor fler unika taxa inom *1170 rev* i Västerbotten. Detta berodde dock på förekomsten av tre typiska arter för *1160 vikar och sund* (*C. hermaphroditica*, *M. sibiricum* och *P. perfoliatus*), som återfanns i 1 eller 2 transekter (av 23). Typiska mjukbottenarter kan förekomma inom *1170 rev* eftersom naturtypen begränsas först vid 50% täckning av mjukbotten (Naturvårdsverket 2011) men vid vilken skala den avgränsningen görs är inte klarlagt. Provytor med förekomst av de tre typiska arterna för *1160 vikar och sund* hade <50% täckning av hårt substrat, vilket återfanns i totalt 6 (av 23, eller 26%) av de stora provytorna inom *1170 rev* i Västerbotten. Motsvarande resultat för små provytor var 11 (av 81, eller 14%) stationer med <50% täckning av hårt substrat. Om samma totalyta provtas är således många små provytor generellt att föredra eftersom fler små sammanhängande enheter (patcher) då kan inventeras, vilket var tydligast inom *1160 vikar och sund*. Att mönstret inte framkom inom *1170 rev* i Skåne antog vi bero på en kontinuerligt högre diversitet även på liten skala, snarare än patcher, vilket innebar att varken få stora eller många små provytor lyckades återspegla den totala diversiteten.

Tabell 5. Förekomstfrekvens per län, naturtyp (1160 vikar och sund och 1170 rev) och provyta av observerade taxa (Total diversitet). Frekvensen är beräknad som antalet stationer med förekomst utav totalt antal undersökta stationer. Unika taxa per län och naturtyp är fetmarkerade. Observera att antalet stationer skiljer sig åt men samma totalyta per län och naturtyp inventerades med stor (20m²) och liten (5m²) provyta.

Västerbotten		1160		1170		Östergötland		1160		1170		Skåne		1160		1170	
Taxa		Stor	Liten	Stor	Liten	Taxa		Stor	Liten	Stor	Liten	Taxa		Stor	Liten	Stor	Liten
Fontinalis spp.		0.14	0.01	0.39	0.22	Elodea canadensis		0.05	0.05	0	0.02	Zostera marina		0.1	0.06	0	0.01
Callitriche hermaphrododitica		0.14	0.13	0.04	0	Myriophyllum sp.		0.1	0.14	0.05	0.05	Filamentous algae		0.1	0.11	0.1	0.11
Myriophyllum sp.		0	0.06	0	0	Myriophyllum spicatum		0.1	0.08	0.14	0.18	Unidentified algae		0.05	0.11	0.24	0.21
Myriophyllum sibiricum		0.1	0.05	0.04	0	Batrachium baudotii		0	0.02	0	0	Phaeophyceae		0	0	0.1	0.02
Myriophyllum spicatum		0	0.02	0	0	Potamogeton pectinatus		0.38	0.24	0.38	0.33	Chorda filum		0.38	0.26	0.76	0.81
Potamogeton sp.		0	0	0	0	Potamogeton perfoliatus		0.29	0.18	0.29	0.26	Chordaria flagelliformis		0	0	0.19	0.13
Potamogeton pectinatus		0.1	0.12	0.04	0.02	Ruppia		0	0	0.05	0.02	P. littoralis/Ectocarpus spp.		0.29	0.32	0.57	0.75
Potamogeton perfoliatus		0.14	0.16	0.09	0	Zannichellia palustris		0.1	0.05	0.1	0.2	Filamentous Phaeophyceae		0	0	0.33	0.24
Potamogeton pusillus		0	0.01	0	0	Zostera marina		0.05	0.04	0.14	0.15	Fucus serratus		0.33	0.21	0.52	0.31
Ranunculus sp.		0	0.01	0	0	Cyanobacteria		0.19	0.13	0.33	0.23	Fucus vesiculosus		0	0.02	0	0
Zannichellia palustris		0.1	0.02	0	0	Filamentous algae		0.14	0.04	0.33	0.2	Ascophyllum nodosum		0	0	0.05	0
Filamentous algae		0	0	0.09	0.04	Plantae (FF)		0	0.01	0	0.01	Fucus sp.		0.1	0.1	0	0
Vaucheria spp.		0.24	0.26	0.04	0.01	Filamentous Chlorophyceae		0	0.06	0.24	0.39	Halidrys siliquosa		0	0	0.05	0
Spirogyra		0	0	0.04	0	Ulva spp.		0.14	0.05	0.33	0.19	Laminaria digitata		0	0	0.1	0.15
Aegagrophila linnaei		0.43	0.27	0.35	0.19	Najas marina		0	0	0.1	0.05	Laminaria sp.		0	0	0.19	0.08
Cladophora glomerata		0.48	0.39	0.87	0.88	Chara baltica		0	0.02	0	0	Saccharina latissima		0	0	0.19	0.2
Cladophora rupestris		0	0	0	0.01	Chorda filum		0.19	0.1	0.33	0.29	Sphacelaria sp.		0	0	0	0.05
Ulva spp.		0.05	0	0	0	Fucus vesiculosus		0.57	0.43	0.62	0.48	Lithosiphon laminariae		0	0	0	0.04
Characeae spp.		0	0.05	0	0	Pylaiella littoralis/Ectocarpus spp.		0.05	0.02	0	0.13	Stictyosiphon/Dictyosiphon		0	0	0	0.02
Chara sp.		0.05	0.04	0	0	Rhodophyta (FF:CF)		0.1	0.01	0.24	0.19	Rhodophyta		0	0.08	0.57	0.51
Nitella		0.05	0.07	0.04	0	Ceramium tenuicorne		0	0	0.14	0.04	Rhodophyta Filamentous		0.48	0.51	1	0.95
Tolypella nidifica		0	0.02	0	0.01	Coccotylus truncatus		0	0	0.05	0	Brongniartella byssoides		0	0	0.1	0.08

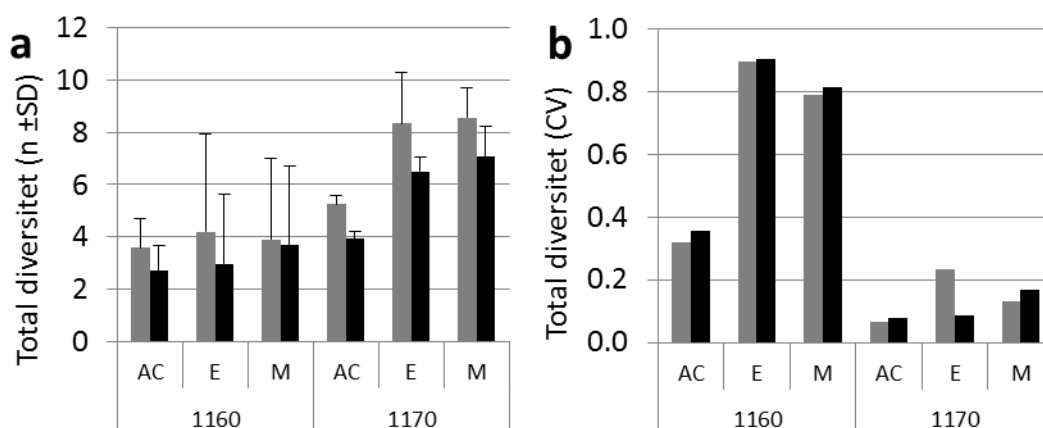
Ectocarpus siliculosus	0.1	0.09	0.09	0.09	Phycodrys rubens	0	0	0.05	0.01	Coccothylus sp./Phyllophyra sp.	0	0	0.05	0.01					
Fucus sp.	0.29	0.16	0.26	0.21	Furcellaria lumbricalis	0	0	0.33	0.15	Delesseria sanguinea	0	0.01	0.24	0.07					
Pseudolithoderma spp.	0	0	0	0.02	Hildenbrandia (CF)	0	0.02	0.43	0.25	Furcellaria lumbricalis	0.43	0.46	0.9	0.75					
Pylaiella littoralis	0	0.05	0.04	0	Rhodomela confervoides	0	0	0.43	0.12	Hildenbrandia/Pseudolithoderma	0.05	0	0.1	0					
P. littoralis/Ectocarpus spp.	0	0	0.04	0	Polysiphonia fibrillosa	0	0	0	0.02	Membranoptera alata	0	0	0.05	0.04					
Battersia spp.	0.38	0.34	0.91	0.89	Polysiphonia fucoides	0	0	0.52	0.14	Palmaria palmata	0	0	0.05	0.01					
Ceramium tenuicorne	0.29	0.16	0.83	0.72	Balanus improvisus	0	0.02	0.14	0.06	Phymatolithon/Lithothamnion	0	0	0.05	0					
Rhodochorton purpureum	0	0	0	0.01	Gammarus	0	0	0	0.01	Phyllophora pseudoceranoides	0	0	0.05	0.04					
Hildenbrandia rubra	0.1	0.07	0.26	0.12	Mesidothea entomon	0	0	0	0.01	Plumaria/Ptilota	0	0	0	0					
Ephydatia fluviatilis	0	0.01	0	0	Lymnaeidae	0	0	0.1	0.02	Rhodomela confervoides	0	0	0.05	0.01					
Bryozoa	0.19	0.07	0.43	0.33	Cerastoderma	0.62	0.48	0.67	0.64	Halichondria spp.	0.05	0.05	0.29	0.13					
Hydrozoa	0.05	0.01	0	0	Macoma baltica	0.19	0.1	0.29	0.26	Hydrozoa	0	0	0	0.01					
Balanus spp.	0.19	0.04	0.3	0.14	Mya arenaria	0.62	0.43	0.52	0.44	Arenicola marina	0.67	0.64	0.19	0.08					
					Mytilus edulis	0.33	0.24	1	0.89	Spirorbis spirorbis	0	0.04	0.24	0.15					
					Elachista fucicola	0	0	0	0.02	Carcinus maenas	0.05	0.02	0.19	0.01					
					Electra crustulenta	0	0	0	0.01	Balanidae	0	0.01	0	0					
										Littorina sp.	0	0.01	0	0					
										Rissoidae	0.1	0.02	0	0					
										Mytilus edulis	0.05	0	0	0					
										Bryozoa	0.05	0.06	0.29	0.31					
										Asterias rubens	0.67	0.58	0.81	0.74					

Den initiala översikten visade att stora provytor generellt återfann fler taxa än små provytor per station (Fig 5). Skillnaden var dock större i Västerbotten och Östergötland än i Skåne, vilket förmodligen berodde på objektens urval och storlek. Variationen mellan objekt kunde vara stor även då objekten låg inom ett mindre begränsat område, vilket illustrerades av de tre objekten i Skäldeviken i Skåne. Generellt var skillnader större mellan objekt och naturtyper än mellan provtagningsytor.



Figur 5. Medel av totalt antal taxa per station och naturtyp (1160 vikar och sund och 1170 rev) i Västerbotten (a), Östergötland (b) och Skåne (c). Total diversitet på stationsnivå var generellt högre med stora provytor (grå, 20m²) än med små provytor (svart, 5m²).

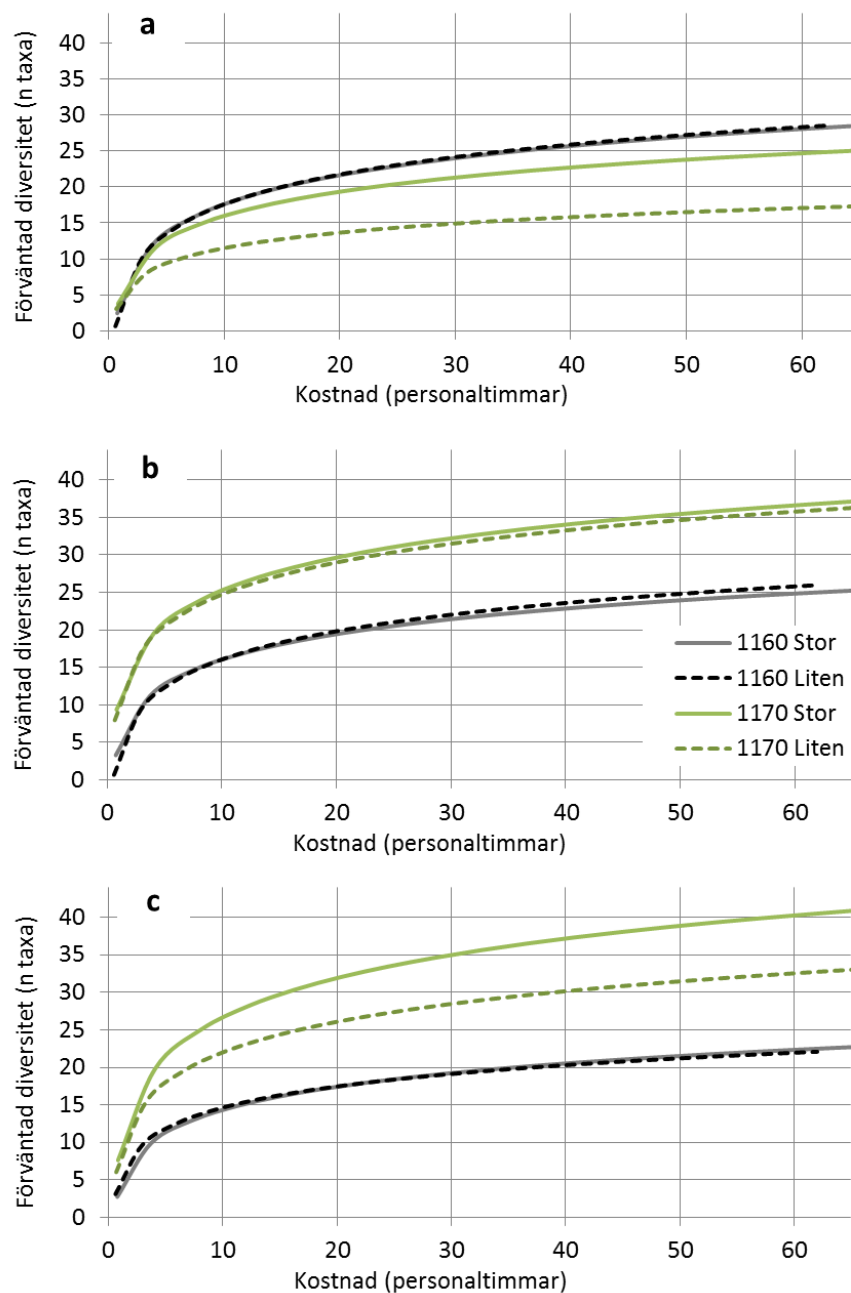
På en större rumslig skala, med objekt som replikat, återstod generellt denna skillnad och en högre diversitet per objekt återfanns i alla län och naturtyper med stora provytor (Fig 6a). De generellt högre medelvärdena ledde också till en något bättre precision (Fig 6b), men återigen var det större skillnader i precision mellan naturtyper och län än mellan provtagningsytor.



Figur 6. Medel per objekt i naturtyperna 1160 vikar och sund och 1170 rev i Västerbottens län (AC), Östergötlands län (E) och Skåne län (M) av totalt antal taxa (a) samt precisionen (b) uttryckt som variationskoefficienten ($CV = SD / \text{medel}$). Total diversitet på objektnivå var generellt högre med stora provytor (grå, 20m²) än med små provytor (svart, 5m²) oavsett naturtyp, vilket även återspeglades i en bättre precision. Skillnaden i precision mellan provtagningsytor var ca 10%.

Artantalskurvorna visade generellt på små skillnader i diversitet beroende av kostnaden associerad med en viss provyta. Inom *1160 vikar och sund* var det inte i något län någon skillnad mellan provytor av olika storlek, det vill säga, diversiteten per timme var densamma med små och stora provytor. Däremot, inom *1170 rev* förväntades en högre diversitet för en given kostnad i Västerbotten och Skåne, men inte i Östergötland (Fig 7). Den högre diversiteten i Västerbotten berodde dock troligen på de typiska mjukbottenarterna som återfanns i stora provytor inom *1170 rev* (se 3.2 Diversitet). Resultatet i Skåne antogs bero på en hög diversitet på liten skala vilket given en viss kostnad bättre återspeglades med få stora provytor än många små.

En jämförelse mellan län visade att diversiteten per timme var högre inom *1160 vikar och sund* än inom *1170 rev* i Västerbotten, medan det omvända gällde i Östergötland och Skåne (Fig 7). Detta återspeglade det totala antalet taxa som återfunnits, vilket i marina miljöer motsvarar alger på hårbotten och i mer limniska miljöer kärlväxter på mjukbotten (Tabell 5).



Figur 7. Förväntad diversitet (total antal taxa av flora och fauna) som en funktion av kostnaden, mätt som personaltimmar, för a) Västerbotten, b) Östergötland och c) Skåne, per naturtyp (1160/1170) och provtagningsyta (20/5m²).

3.3. Precision

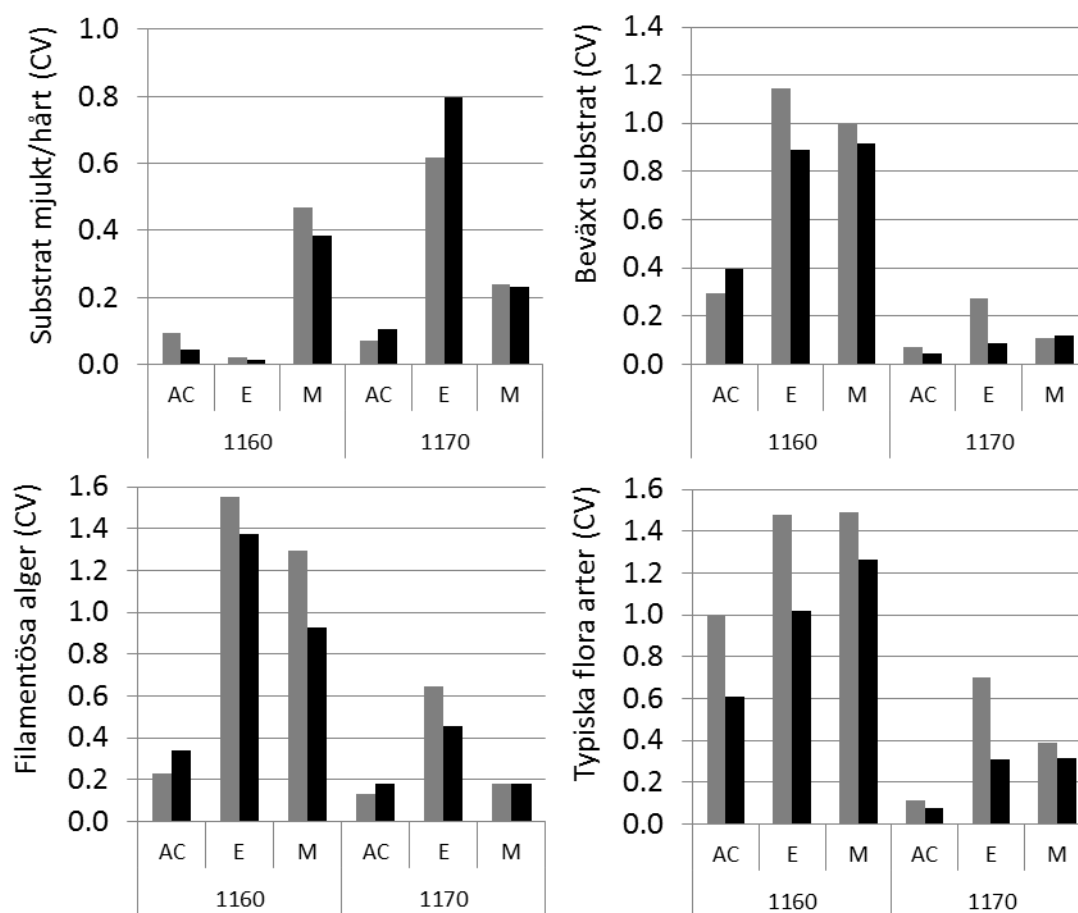
En initial översikt av medelvärden över stationer per län, naturtyp och objekt visade på generellt små skillnader mellan provtagningsytor (Bilaga 1). Det vill säga, alla typer av miljöer beskrevs väl oberoende av om små eller stora provytor inventerades.

Eftersom det var olika antal stationer beroende på provytas storlek användes initialt standardavvikelsen som mått på osäkerhet och variationskoefficienten ($CV=SD/medel$)

som mått på precision. Precisionen jämfördes på två rumsliga skalor, över stationer och över objekt.

På stationsnivå noterades inga systematiska skillnader i precision som kunde härledas till provytans storlek. Snarare tenderade precisionen att korrelera mellan provytor (ej redovisat), det vill säga, om en potentiell uppföljningsvariabel hade en god precision med en provyta av en viss storlek så var det oftast en god precision även med den andra storleken av provyta. Detta resultat stämde väl överens med tidigare erfarenheter som visat att precisionen, och även statistisk styrka, är kraftigt beroende av medeltäckningsgraden (Svensson mfl 2011, Sundblad mfl 2013a). Ett liknande mönster gällde även för diversitet. Precisionen var bättre med stora ytor eftersom det generellt återfanns fler taxa per station (högre medelvärden, Fig 5), även om totala antalet taxa var högre med små provytor inom *1160 vikar och sund*.

Även på objektnivå beskrevs den inventerade miljön väl av de båda provytorna (Bilaga 2). Tidigare observerade mönster, att precisionen generellt ökade med täckningsgraden, återfanns även på denna nivå. Även om precisionen med olika provytor generellt korrelerade så fanns det även tendenser till att små provytor kunde ha en bättre precision än stora provytor (Fig 8). Detta mönster var starkare inom *1160 vikar och sund* (80% av fallen) jämfört med *1170 rev* (70% av fallen) och förekom framförallt i Östergötland och Skåne snarare än i Västerbotten. Skillnaden i precision mellan små och stora provytor var dock endast ca 10%, oavsett naturtyp. Precisionen var även generellt bättre inom *1170 rev* än inom *1160 vikar och sund*, vilket var relaterat till generellt högre medelvärden inom *1170 rev* (Bilaga 2).

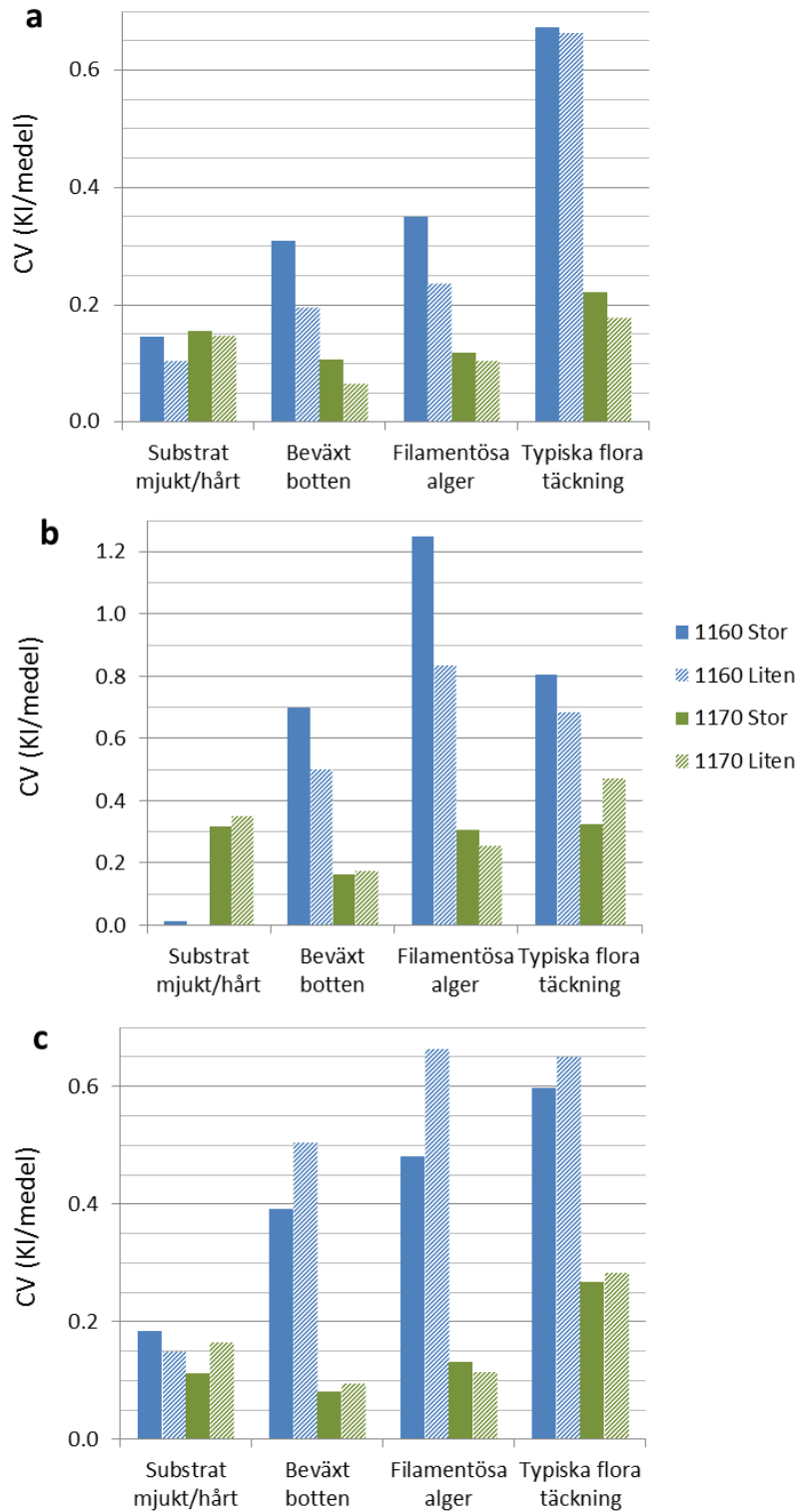


Figur 8. Precisionen, mätt som variationskoefficienten ($CV=SD/medel$), över objekt per naturtyp (1160 vikar och sund och 1170 rev) och län (AC = Västerbotten, E = Östergötland och M = Skåne). Precisionen varierade främst med naturtyp och län men stora provtytor (grå, 20m²) tenderade att uppvisa en sämre precision än små provtytor (svart, 5m²).

Precisionen jämfördes även i förhållande till en given kostnad, vilket baserades på antalet stationer som förväntades hinna samlas in givet en viss tidsåtgång. Tidsåtgången för att samla in och analysera 21 stationer med stora provtytor motsvarade i Västerbotten 33 stationer med små provtytor inom 1160 vikar och sund och 29 stationer med små provtytor inom 1170 rev. I Östergötland motsvarade 21 stationer med stora provtytor 36 och 31 stationer med små provtytor inom 1160 vikar och sund och 1170 rev samt i Skåne 23 stationer med små provtytor inom både 1160 vikar och sund och 1170 rev.

Resultaten visade att precisionen i flertalet fall låg under det önskvärda tekniska tröskelvärdet på 20% avvikelse i förhållande till medelvärdet (Fig 9). Inom 1160 vikar och sund var precisionen generellt bättre med små provtytor i Västerbotten och Östergötland, medan stora provtytor uppvisade en bättre precision i Skåne. Inom 1170 rev var det ingen skillnad mellan små och stora provtytor förutom i Västerbotten där precisionen var något bättre med små provtytor. Detta mönster återspeglar delvis antalet stationer eftersom konfidensintervallen är beroende av stickprovsstorleken. I Skåne inkluderas ungefär samma antal stationer ($n=23$ resp. 21 för små respektive stora provtytor) eftersom skillnaden i tidsåtgång var liten. Den generella slutsatsen blev att

stationer med små provytor hade en förväntad fördel ur precisionssynpunkt då den genomsnittliga tidsåtgången per station var 6 minuter mer för stationer med stor provyta, vilket med 45 timmars ansträngning vardera förväntades resultera i 30 st fler små provytor (stickprov) än stora.

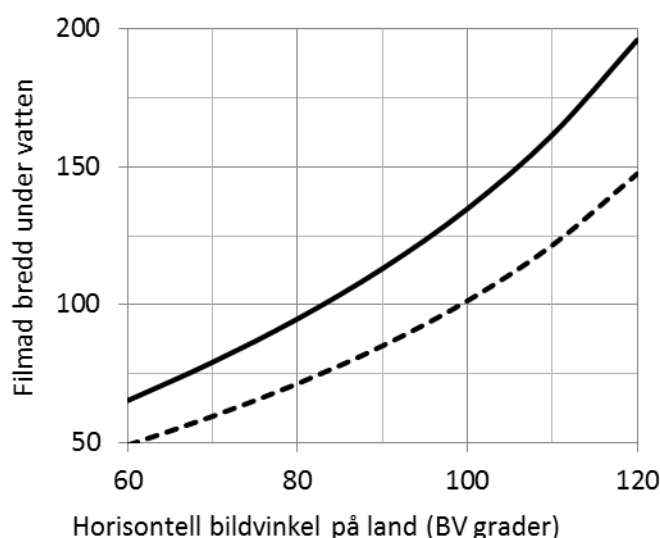


Figur 9. Precisionen, uttryckt som det ensidiga konfidensintervallet i förhållande till medelvärdet, per naturtyp (1160 vikar och sund=blå, 1170 rev=grön) och provtagningsyta (Stor (20m²)=fylld, Liten (5m²)=streckad) för Västerbotten (a), Östergötland (b) och Skåne (c).

3.4. Beräkning av provtagningsyta

Det är viktigt att utförare känner till sina kamerasystem för att korrekt beräkna provytan. Utöver praktiska svårigheter som att hålla kameran på ett visst avstånd över botten påverkar även kameraspecifik hårdvara och inställningar.

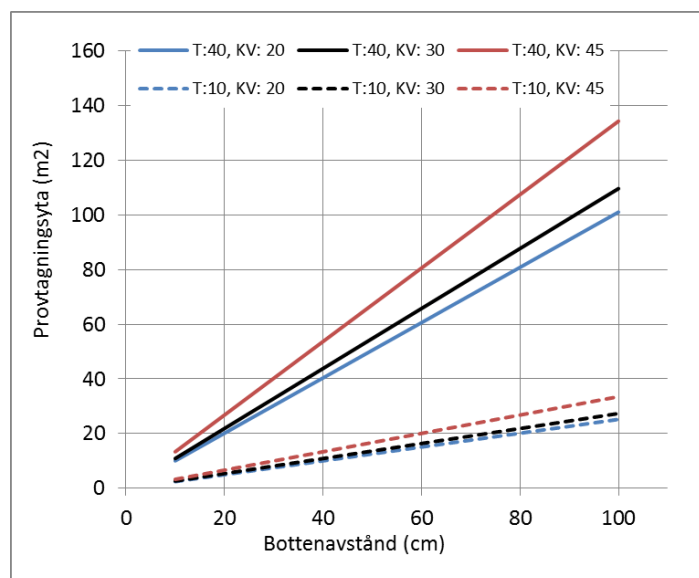
Kameraspecifika inställningar av den horisontella bildvinkeln (BV), dvs. smal eller vidvinkelinställningar, kan ha en stor effekt på den filmade bredden (Fig 10), vilket även illustrerades av de skilda inställningarna i Östergötland och Skåne. En smal bildvinkel (BV) på 60° ger en filmad bredd på dryga 50cm jämfört med upp till 150-200cm beroende på kamerans vinkel mot botten (och med konstant höjd över botten på 50cm, Fig BV). Nuvarande rekommendationer, som bygger på en nyligen genomförd workshop (september 2013), anger att kamerans vinkel mot botten bör ligga mellan 20 och 45 grader (Sundblad m.fl. 2013c). Även om en sådan rekommendation är lovvärd då den möjliggör för utförare att hitta egna lösningar bör man således vara medveten om att kameraspecifika inställningar och handhavande kan ha en kraftig inverkan på filmade bredden, vilket inverkar på provytans (transektens) längd om en viss provtagningsyta ska följas. Effekten av att släpa en kamera som på land har 45 graders vinkel mot botten kan förväntas "dras nedåt" och därmed minska vinkeln, men med hur mycket är okänt. Man kan dock förvänta sig att den faktiskt filmade bredden förändras med upp till en halv meter då vinkeln mot botten ändras från 45 till 20 grader för en standardinställd GoPro med 120 graders bildvinkel som filmar 50cm över botten (Fig 10).



Figur 10. Filmad transektbredd (cm) som en funktion av kamerans horisontella bildvinkel på land (grader) med en kameravinkel mot botten på 45° (solid linje) och 20° (streckad linje) då kamerans höjd över botten = 50cm.

Den filmade bredden vid ett givet avstånd från botten ökar linjärt, men är även beroende av kamerans vinkel mot botten. Givet en vinkel på 30 grader är bredden på den filmade transekten 3.2 gånger bottenavståndet och mellan 3 och 4 gånger så brett för rekommenderade 20-45° vinkel mot botten. Sett över en transekt ackumuleras skillnaden i provtagningsyta, per station. Effekten av skillnader i bottenavstånd kommer

alltså att, utöver antal stationer, också bero på hur långa transekter man gör och skillnaden i provtagningsyta ökar med bottenavståndet (Fig 11).



Figur 11. Provtagningsyta som en funktion av bottenavstånd, givet en viss transektlängd ($T=40\text{m}$ solida linjer och 10m streckade linjer) och kamerans vinkel mot botten ($KV=20, 30$ och 45°). I detta exempel förutsätts 120 grader horisontell bildvinkel.

TACK

Lars Gezelius och Maria Åslund vid Östergötlands länsstyrelse, Lilitha Pongolini och Andreas Malmgren vid Skånes länsstyrelse och Patrik Stenroth vid Västerbottens länsstyrelse har bidragit med materialinsamling. Nicklas Wijkmark, AquaBiota Water Research, har tagit fram formler för beräkningar av filmad provtagningsyta som en funktion av vinklar och avstånd.

REFERENSER

- Aquabiota, 2012, Metodbeskrivning Dropvideo version 1.5
- Connor, E. F. and E. D. McCoy. 1979. The statistics and biology of the species-area relationship. *The American Naturalist* 113: 791-833.
- Dahlgren T., Lindegarth M., Kilnäs M., Hammersland, mfl. 2012 ver 4.5.4. Manual för uppföljning av skyddade marina miljöer. Naturvårdsverket samt Havs- och Vattenmyndigheten. 122 sid
- Gullström, M., G. Sundblad, E. Mörk, G. Lilliesköld Sjöo, M. Johansson, C. Halling, M. Lindegarth. In prep. Utvärdering av visuella undervattensmetoder för uppföljning av marina naturtyper och typiska arter: variation, precision och kostnader. Havs och Vattenmyndigheten & Naturvårdsverket.

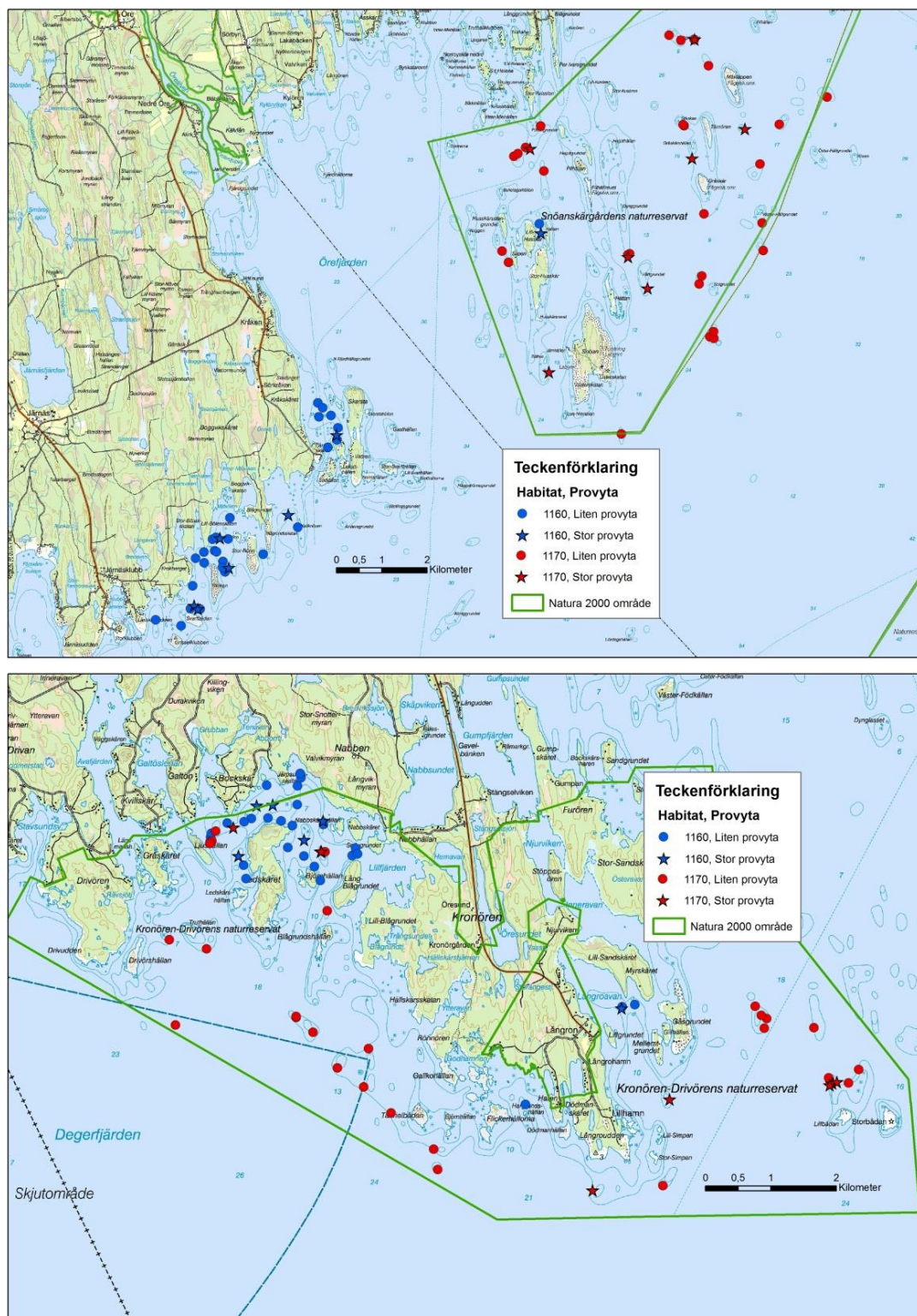
- Haglund, A. 2010. Uppföljning av skyddade områden i Sverige: riktlinjer för uppföljning av friluftsliv, naturtyper och arter på områdesnivå. Naturvårdsverket . Rapport 6379 (kap 9-10).
- Johansson, M. 2010. Biogeografisk uppföljning -förslag till variabler, indikatorer och datainsamling för delsystem Hav. Delsystemrapport, hav, version 2.2, 2010-11-30 Naturvårdsverket. Manus. Visuella undervattensmetoder för uppföljning av marina naturtyper och typiska arter. Version 0:1, 2013-02-13.
- Naturvårdsverket. 2006. Sammanställning och analys av kustnära undervattensmiljö. Rapport 5591, 98 sidor.
- Naturvårdsverket. 2011. Vägledningar för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. NV-04493-11.
- Oksanen, J., F. Guillaume Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, H. Wagner. 2011. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-1. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Sundblad, G., H. Gundersen, J.K. Gitmark, M. Isaeus, M. Lindegarth. 2013a. Video or dive? Methods for integrated monitoring and mapping of marine habitats in the Hvaler-Koster area. AquaBiota Report 2013:04.
- Sundblad, G., M. Naeslund, C. Halling, J. Berglund, M. Lindegarth. 2013b. Utvärdering av metoder för tolkning av undervattensfilmer – Repeterbarhet, precision och kostnad. AquaBiota Rapport 2013:07. 24 sid.
- Sundblad, G. M. Isaeus, J. Hertzman, C. Carlsson, U. Lindahl. 2013c. Inventering av undervattensmiljöer med hjälp av dropvideo – rapport från workshop 23-24 september 2013. MARMONI Rapport. 28 sid.
- Svensson, J. R., M. Gullström, M. Lindegarth. 2011. Dimensionering av uppföljningsprogram: Komplettering av uppföljningsmanual för skyddade områden. Havsmiljöinstitutets rapport Nr 2011:3. 94 sid.
- Tulldahl, M. 2013. Holmöarna classification and mapping using lidar and field data in the SUPERB-project. SUPERB projektrapport. 17 sid. <http://www.ultra-superb.eu/>.

BILAGOR

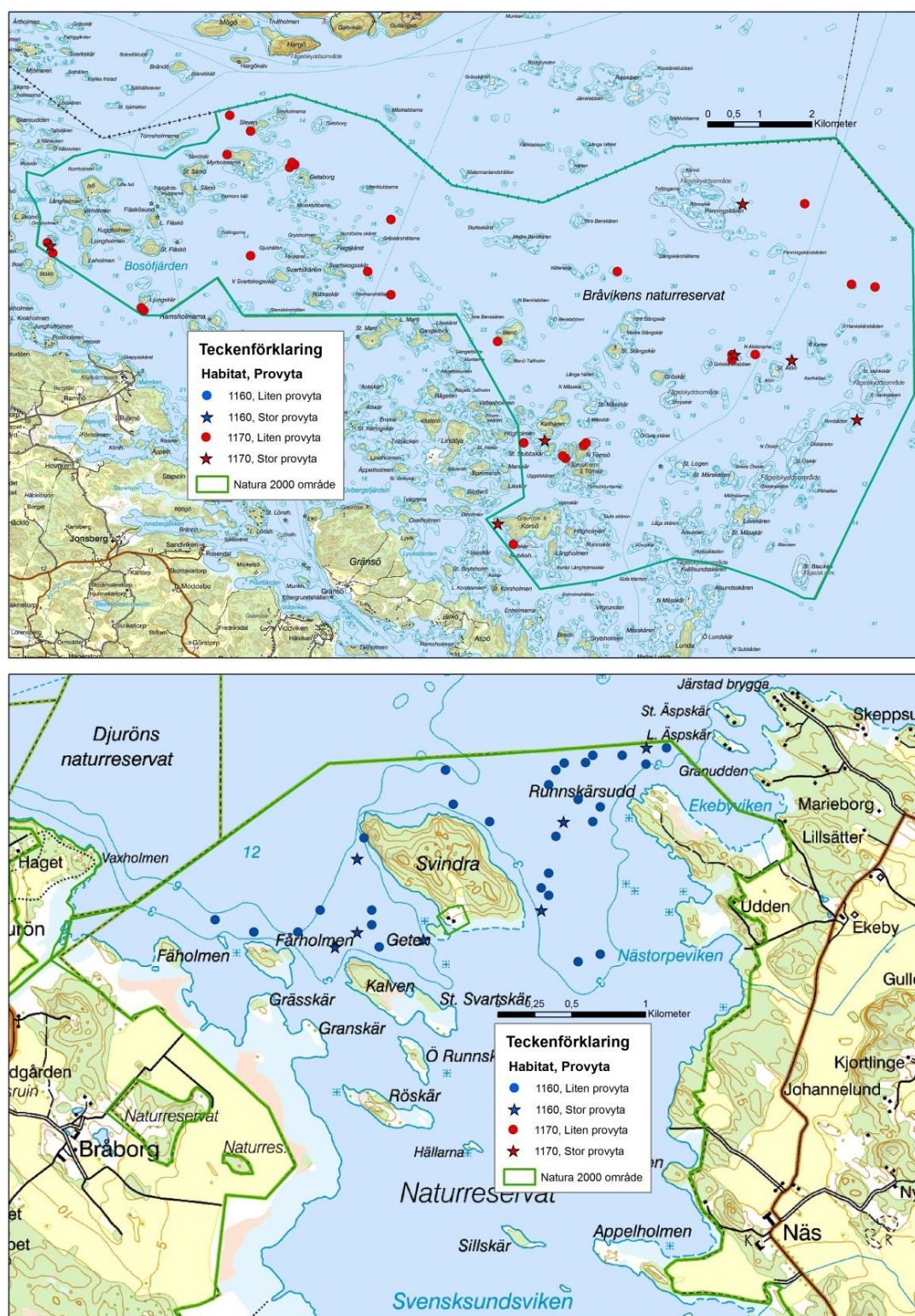
Bilaga 1: Detaljerade kartor på stationsnivå

Bilaga 2: Översikt på stationsnivå

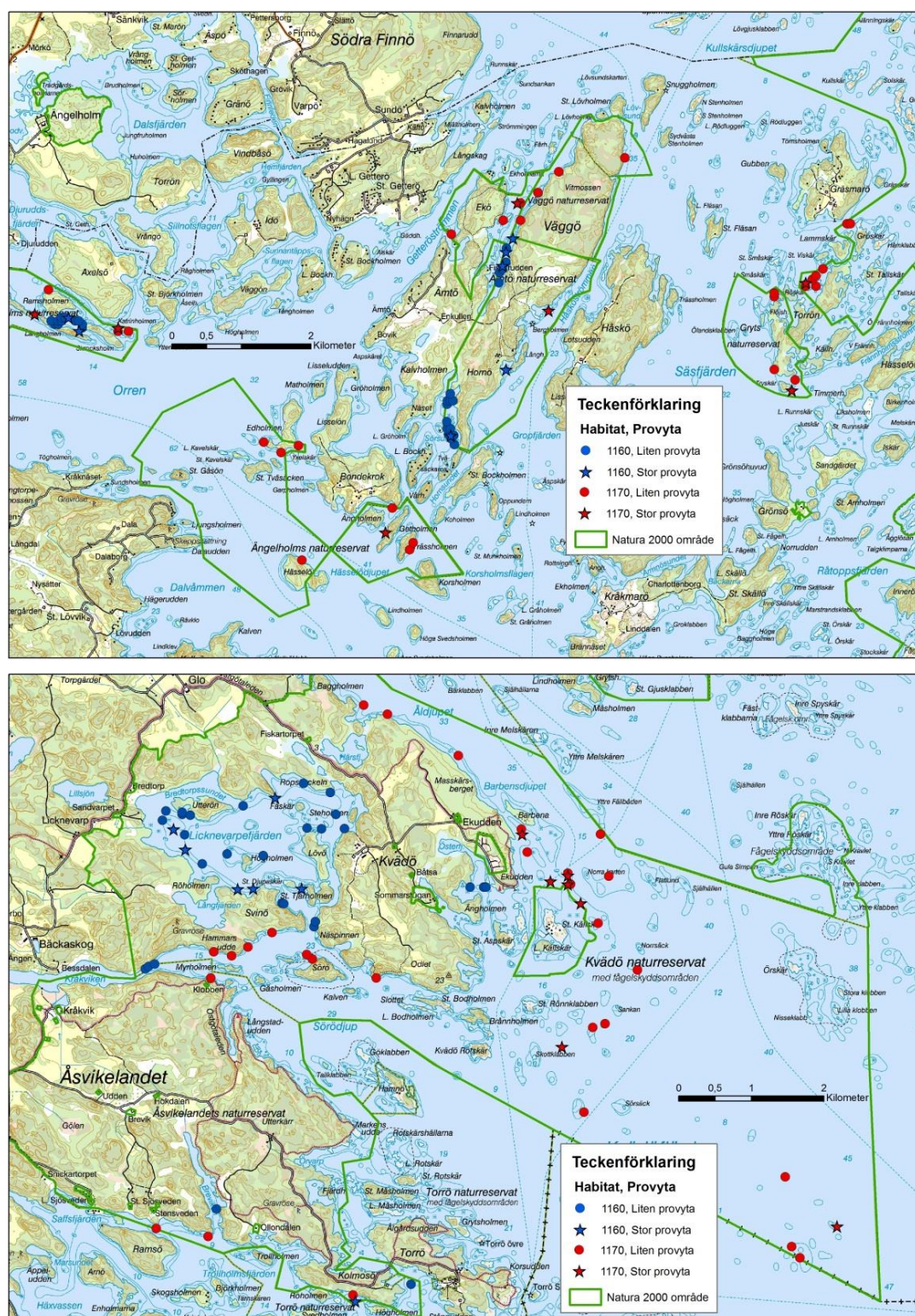
Bilaga 3: Översikt på objektsnivå



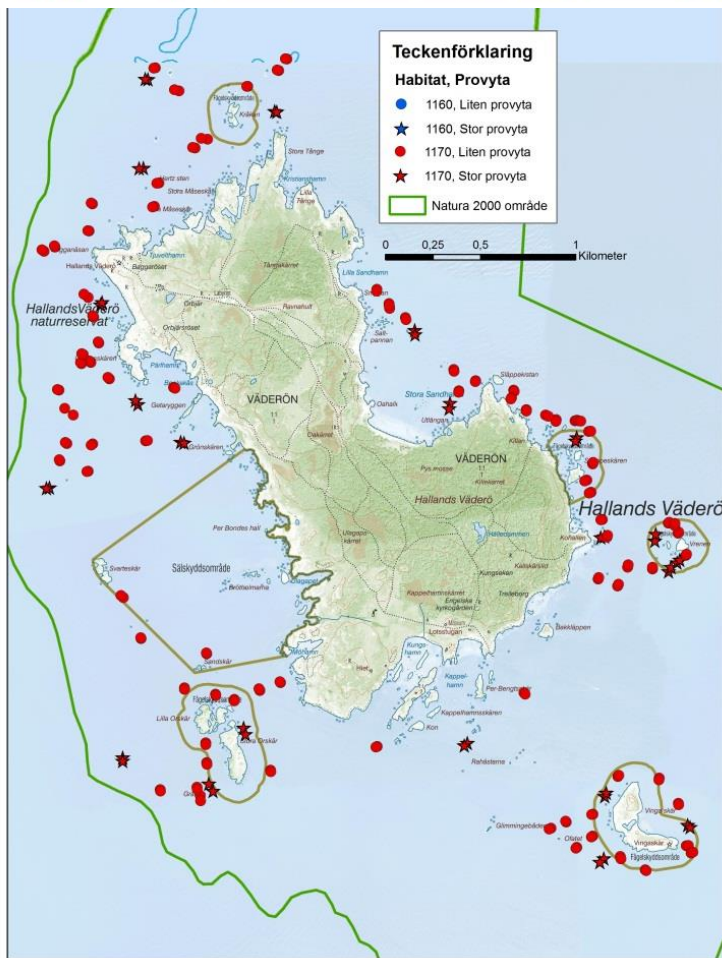
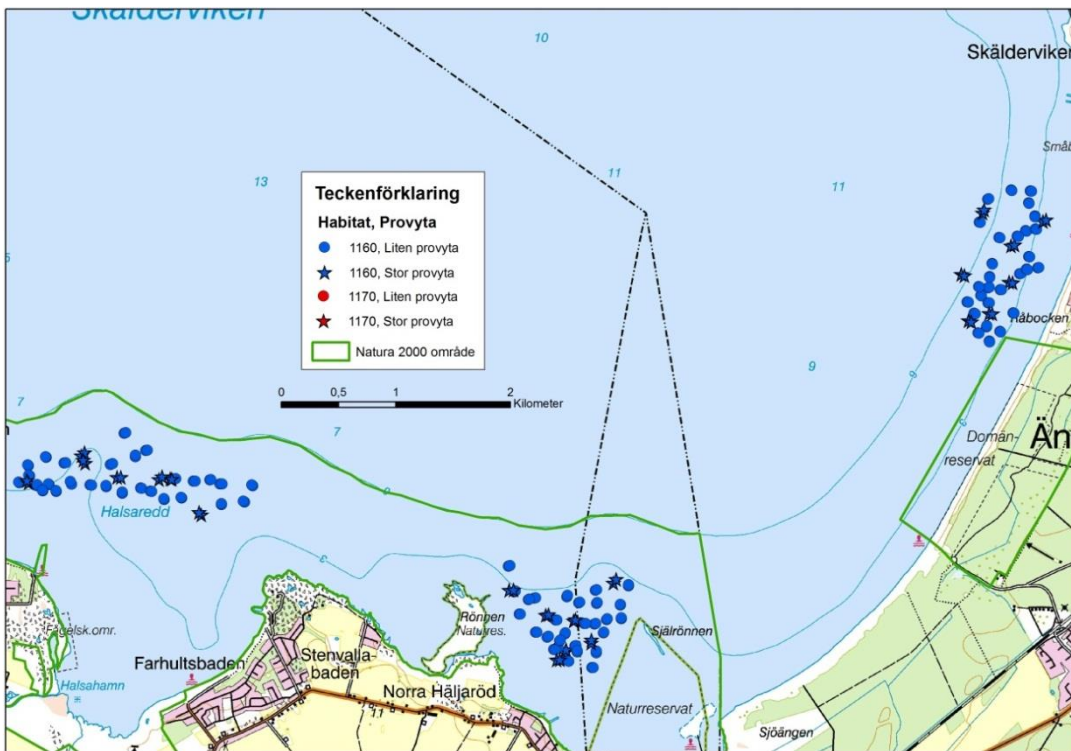
Figur 2. Stationernas fördelning i Snöanskärgården (inklusive Järnäs halvön) och Kronören, Västerbottens län.



Figur 3. Stationernas fördelning i objektet Bråviken i Bråvikens naturreservat och naturreservatet Svensksundsviken, Östergötlands län.

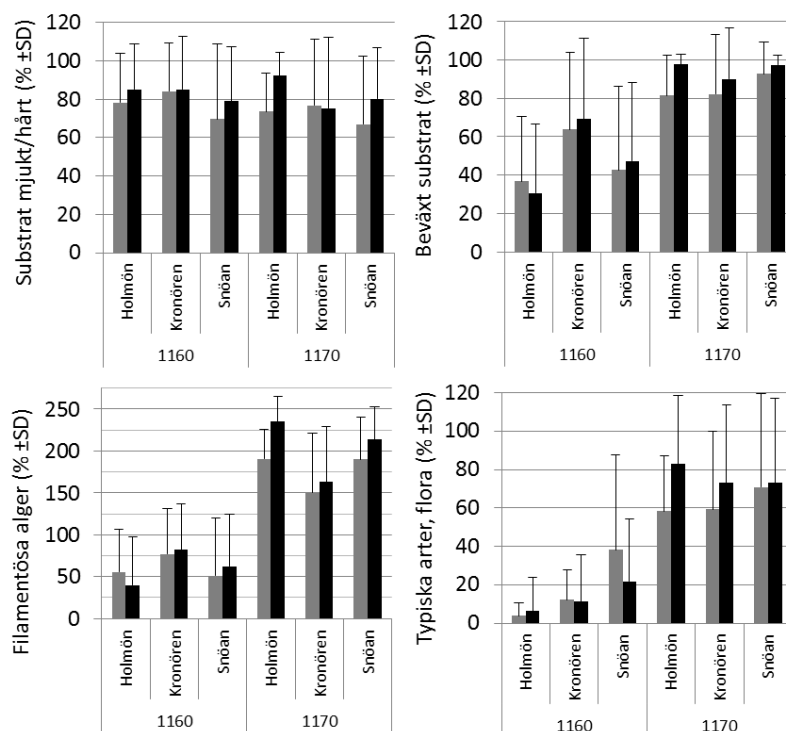


Figur 4. Stationernas fördelning i objekten S:t Anna och Kvädö-Åsvikenlandet, Östergötlands län.

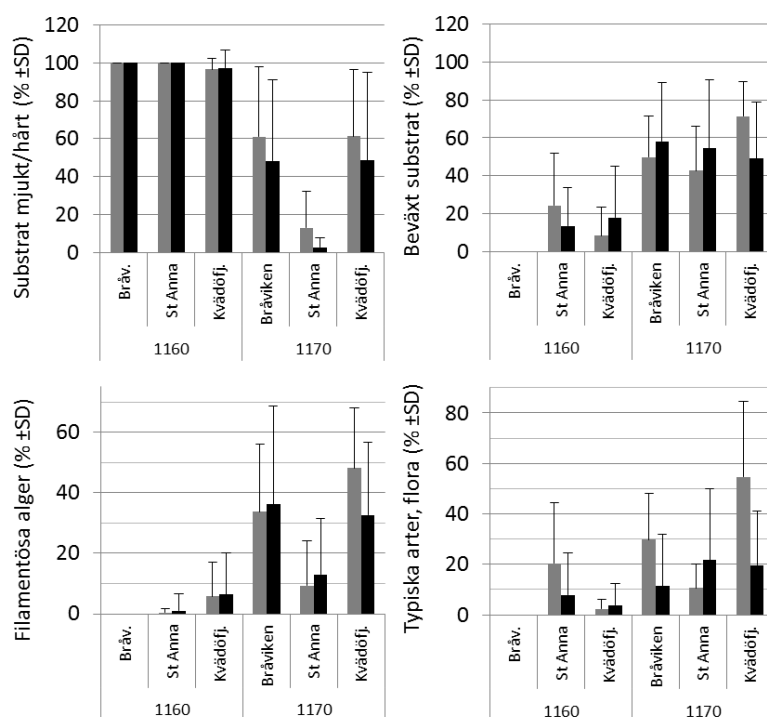


Figur 4. Stationernas fördelning i tre objekt i inre delarna av Skälderviken samt runt Hallands Väderö i Skåne.

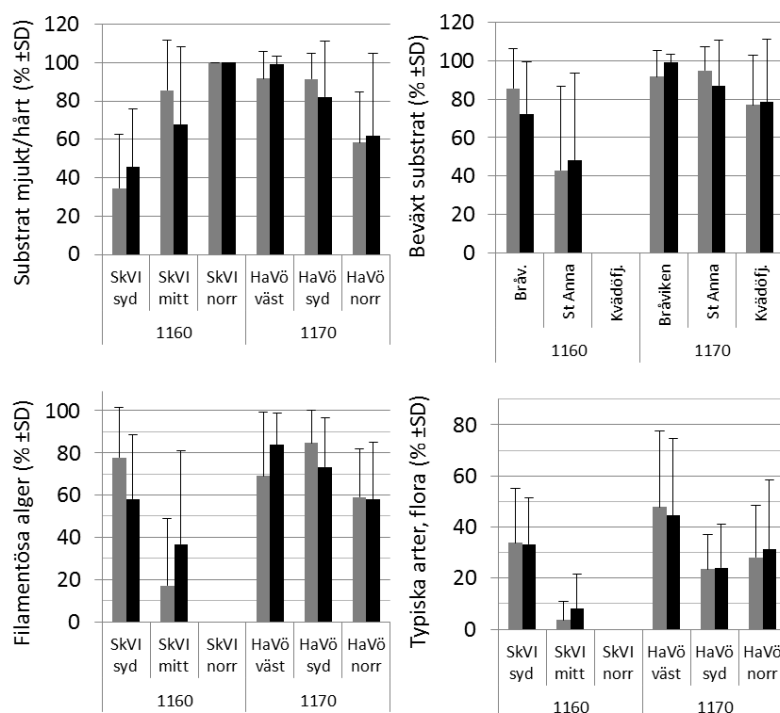
Bilaga 2: Översikt på stationsnivå



Figur B1a. Medeltäckningsgrad över stationer per objekt och naturtyp (1160 vikar och sund och 1170 rev) i Västerbotten. Beskrivningen av miljön var likartad oavsett om stora provytor (grå, 20m²) eller små provytor (svart, 5m²) användes.

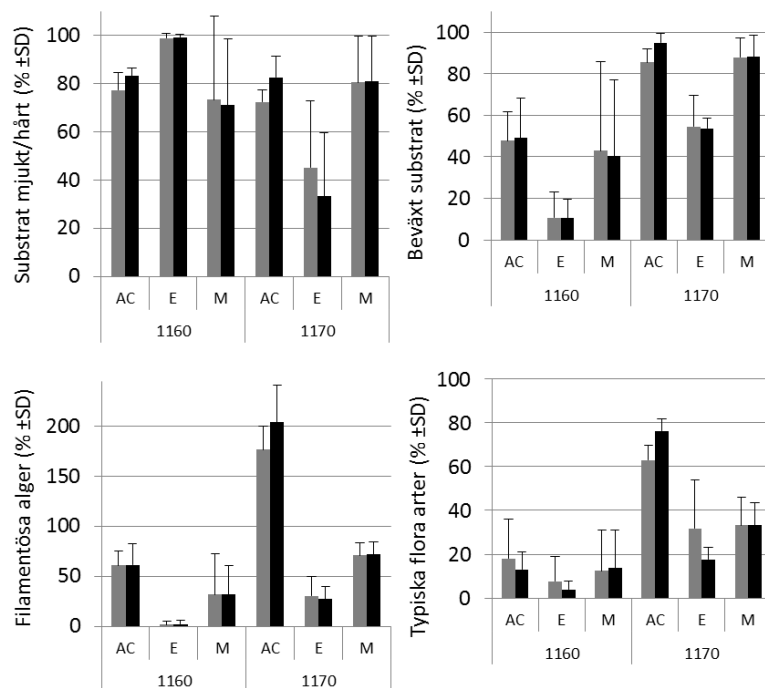


Figur B1b. Medeltäckningsgrad över stationer per objekt och naturtyp 1160 vikar och sund och 1170 rev) i Östergötland. Beskrivningen av miljön var likartad oavsett om stora provytor (grå, 20m²) eller korta små provytor (svart, 5m²) användes.



Figur B1c. Medeltäckningsgrad över stationer per objekt och naturtyp (1160 vikar och sund och 1170 rev) i Skåne. Beskrivningen av miljön var likartad oavsett om stora provtytor (grå, 20m²) eller små provtytor (svart, 5m²) användes.

Bilaga 3: Översikt på objektsnivå



Figur B2. Medeltäckningsgrad över objekt per naturtyp (1160 vikar och sund och 1170 rev) och län (AC= Västerbottens län, E= Östergötlands län, M= Skåne län). Beskrivningen av miljön var likartad oavsett om stora provtytor (grå, 20m²) eller små provtytor (svart, 5m²) användes.



www.aquabiota.se

