

Utvärdering av metoder för tolkning av undervattensfilmer – Repeterbarhet, precision och kostnad

AquaBiota Rapport 2013:07

Författare: Göran Sundblad, Mona Naeslund, Christina Halling, Johnny Berglund,
Mats Lindegårdh

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**



Havsmiljöinstitutet



AquaBiota
WATER RESEARCH

STOCKHOLM, MARS 2014

Beställare:

Rapporten är utförd av AquaBiota Water Research i samarbete med Artdatabanken SLU, Göteborgs universitet och Havsmiljöinstitutet på uppdrag av Länsstyrelsen i Västerbottens län, Havs- och Vattenmyndigheten samt Naturvårdsverket.

Författare:

Göran Sundblad (goran.sundblad@aquabiota.se)
Mona Naeslund (mona.naeslund@slu.se)
Christina Halling (christina.halling@slu.se)
Johnny Berglund (johnny.berglund@lansstyrelsen.se)
Mats Lindegarth (mats.lindegarth@bioenv.gu.se,
mats.lindegarth@havsmiljoinstitutet.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., M. Naeslund, C. Halling, J. Berglund, M. Lindegarth. 2013. Utvärdering av metoder för tolkning av undervattensfilmer – Repeterbarhet, precision och kostnad. AquaBiota Rapport 2013:07. 24 sid.

AquaBiota Rapport 2013:07

ISBN: 978-91-85975-27-3

ISSN: 1654-7225

© AquaBiota Water Research 2013



INNEHÅLL

Innehåll.....	3
Förord	4
Sammanfattning.....	5
Summary	7
1. Inledning	9
2. Material och Metoder	9
2.1. Taxonomi och diversitet.....	10
2.2. Statistiska analyser.....	13
3. Resultat och diskussion	15
3.1. Taxonomisk detaljnivå och repeterbarhet.....	15
3.2. Precision	18
3.3. Kostnad.....	20
Tack	21
Referenser	21
Bilaga 1	23

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 olika videotolkningsmetoder för provtagning med hjälp av undervattensvideo. Det övergripande syftet var att ge underlag för rekommendationer för nationell biogeografisk uppföljning av naturtyper och typiska arter utifrån art- och habitat direktivets krav (92/43EEG). Studien var ett bidrag till det övergripande projektet Biogeografisk uppföljning (uppdragsavtal 2574-13) i samverkan mellan Havs- och Vattenmyndigheten, Naturvårdsverket och ArtDatabanken SLU.

Projektet var en uppföljning av en tidigare jämförelse mellan olika undervattensvideometoder och dyk (Gullström m.fl. manus). Projektet har fokuserat på undervattensvideo och utöver tidigare tolkningsmetoder jämförs här även en metod som visat sig fungera väl i andra jämförelser (Sundblad m.fl. 2013a).

Totalt har fyra metoder för videotolkning jämförts. Fri tolkning av hela filmen där täckningsgrader har bedömts i en kontinuerlig skala (Fri) samt tre bildmetoder. Syftet med bildmetoder är att ge tolkaren stöd vilket förväntas öka repeterbarheten genom att minska skillnader inom och mellan personer (Sundblad m.fl. 2013a). Två av bildmetoderna baserades på 5 i förväg utslumpade bilder från varje film, dvs. fem stopp per film. Dessa stopp tolkades med stöd av 100 punkter (Punkt) respektive 25 rutor (Rut). Den tredje bildmetoden bestod av en kvalitativ analys av diversitet genom hela filmen samt en kvantitativ tolkning bestående av 10 punkter på varje av 10 utslumpade stopp (10p10s).

Tio fysiskt utmarkerade rutor á 5x5 meter filmades med hjälp av undervattensvideo i tre län (Västra Götaland, Östergötland och Västerbotten). Hälften av rutorna var utvalda för att representera naturtypen *1170 rev* och andra hälften *1110 sandbankar* och/eller *1160 vikar och sund* baserat på om hårt respektive mjukt substrat dominerade. För att kunna jämföra skillnader mellan och inom personer har varje metod repeterats av två avläsare, dvs. varje avläsare har tolkat alla filmer/bilder med samma metod två gånger. Avläsare har varierat mellan metoder och län.

Återfunna taxa delades in i funktionella och/eller strukturella grupper och analyserades utifrån diversitet och täckningsgrad. Syftet med indelningen var att preliminärt utvärdera dessa grupper samt att få jämförbara variabler mellan de undersökta naturtyperna och länen. Exempel på grupper var totaltäckningsgrad, totaltäckning av filamentösa alger, totaltäckning av kärlväxter med flera. Även Typiska arter enligt vägledningarna för naturtyperna *1110 sandbankar*, *1160 vikar och sund* och *1170 rev* har beaktats (Naturvårdsverket 2011).

Aspekter av repeterbarhet, precision och kostnader har analyserats. Repeterbarhet har analyserats genom att jämföra medelvärden över rutor ($\pm SE$) per avläsare, repetition och metod, för varje län och naturtyp. Jämförelser av precision baserades på varianskomponenter och beräkning av den totala osäkerheten associerad med en metod då en ruta (replikat) tolkas av en avläsare utan repetition, eftersom detta var det förväntade tillvägagångssättet. Precisionen uttrycktes som variationskoefficienten ($CV=SD/Medel$).

Resultaten visade att:

- Det var inga skillnader i diversitet mellan Fri tolkning och 10p10s. Däremot återfann man med dessa metoder 2-4 gånger fler taxa än bildmetoderna med endast 5 stopp (Punkt och Rut). Detta berodde dock på att Punkt- och Rutmetoderna inte inkluderade filmen mellan stoppen, vilket annars kan antas ha suddat ut skillnaden i diversitet mellan metoder.
- Punkt- och Rutmetoderna visade även tendenser till generellt lägre täckningsgrader än 10p10s och Fri tolkning. Detta kan antas bero på samma anledning som diversiteten, att det var endast en mindre del av filmen som analyserades och att de 5 stoppen därmed inte var representativa för filmen som helhet.
- **Repeterbarheten (skillnader i täckningsgrad per avläsare och repetition) var god med alla metoder**, givet att beskrivningen av metoden är detaljerad.
- Oavsett metod var repeterbarheten främst beroende av avläsare och tillhörande taxonomiska detaljnivå. Det vill säga, eventuella skillnader mellan och inom metoder kunde i majoriteten av fallen tillskrivas skillnader i taxonomisk detaljnivå mellan personer (ex. jämför *Pylaiella littoralis*/*Ectocarpus* spp., filamentösa brunalger, och filamentösa alger).
- **Vilken taxonomisk nivå utförare vågar/kan skatta är en faktor som inte går att bortse från och är en av de viktigaste frågorna att definiera för att i framtiden få data som är jämförbara mellan avläsare.**
- Jämförelser av precision var därför endast relevant för lätt igenkända, summerande grupper, som summa totaltäckningsgrad, totaltäckning filamentösa alger samt i viss mån även kärlväxter på mjukbotten (dvs. 1110 sandbankar och/eller 1160 vikar och sund).
- **Tillräcklig precision kunde nås med alla metoder.** Skillnader i precision förklarades främst av naturtyp, följt av län och slutligen metod.
- Det var generellt sett små skillnader i precision mellan metoder, men även om skillnaden var liten så antydde resultaten att 10p10s hade en något högre precision i fallet då en ruta inventeras av en avläsare utan repetition.

Kostnaden, mätt som tidsåtgång, för tolkning och protokollförning av dessa 10 rutor var fullt jämförbar mellan alla metoder. I två av länen, Västerbotten och Östergötland, var de tre bildmetoderna mer tidskrävande än Fri tolkning (ca 1.7 gånger längre tid) medan det i Västra Götaland tog lika lång tid oavsett metod. I genomsnitt tog det 6 minuter mer per ruta vid tolkning med stöd jämfört med fri tolkning. Tolkning med stöd var en ny metod för alla avläsare, vilket återspeglades i att det för 10p10s i genomsnitt gick 7 minuter snabbare vid andra repetitionen än den första. Skillnaderna i tidsåtgång beror således inte bara på metod utan även på erfarenhet samt avläsarens taxonomiska detaljnivå. Realistiska tidsuppskattningar för olika provtagningsytor fås från ett parallellt projekt (Sundblad m.fl. 2013b).

SUMMARY

The study compares and evaluates various video interpretation methods for sampling using underwater video. The overall aim was to provide a basis for recommendations for national biogeographic monitoring of habitats and typical species under the Habitats Directive (92/43EEG) in Sweden. 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).

The project followed up on a previous comparison between different methods for video interpretation and a comparison with divers (Gullström et al. in prep.). This project has focused on underwater video and in addition to previous methods for video interpretation also included an additional method which previously performed well (Sundblad et al. 2013a).

A total of four methods for video interpretation were compared. Free interpretation of the entire film with assessment of cover in a continuous scale (Fri), and three image based methods. The purpose of image based methods is to provide the reader support in the quantification of cover, which is expected to increase repeatability by reducing disparities within and between readers (Sundblad et al 2013a). Two of the image based methods were based on five randomly preselected images from each film, i.e. five stops per film. At these stops cover was quantified based on 100 points (Punkt) and 25 squares (Rut). The third image based method consisted of a qualitative analysis of diversity throughout the movie as well as a quantitative interpretation of 10 points on each of 10 randomly selected stops (10p10s).

Ten stations, each 5x5 meters, were filmed using underwater video in three counties (Västra Götaland, Östergötland and Västerbotten). Half of the stations were selected to represent the habitat type *1170 reefs*, and the other half *1110 sandbanks* and/or *1160 large shallow inlets and bays*, based on whether hard or soft substrates dominated. In order to compare differences between and within readers (repeatability), each method has been repeated by two readers, i.e. each reader interpreted all films/stops using the same method twice. Readers varied between methods and counties.

Observed taxa were divided into functional and structural groups and analysed based on diversity and cover. The purpose of the grouping was to preliminarily evaluate these groups and to obtain comparable variables between the studied habitat types and counties. Examples of groups were; total cover (sum), total cover of filamentous algae, total cover of vascular plants etc. Also typical species as defined by national guidelines to the habitat types *1110 sandbanks*, *1160 large shallow inlets and bays* and *1170 reefs* were considered.

Aspects of repeatability, precision and cost have been analysed. Repeatability was analysed by comparing averages across stations ($\pm$ SE) per reader, repetition and method, for each county and habitat. Comparisons of precision were based on variance components and calculation of the overall uncertainty associated with a method where

one station (replicate) is interpreted by one reader without repetition, as this was expected to reflect future use. Precision was expressed as the coefficient of variation ($CV = SD / \text{Mean}$).

The results showed that:

- There were no differences in estimates of diversity between free interpretation (Fri) and 10p10s. However these methods had 2-4 times higher diversity than the other two image based methods using only 5 stops (Punkt and Rut). However, Punkt and Rut did not include any estimations of the film between stops.
- Punkt and Rut generally yielded lower cover estimates than 10p10s and free interpretation (Fri). This may be due to the same reason as the diversity, i.e. that only a minor part of the film was analysed and that the five stops were not representative of the entire film (station).
- Repeatability (differences in cover per reader and repetition) was high with all methods, given that the description of the methodology is detailed.
- Regardless of method, repeatability was mainly dependent on the reader and the associated taxonomic level of detail. That is, any differences between and within methods could in most cases be attributed to differences in the taxonomic level of detail between readers (e.g. compare *Pylaiella littoralis*/*Ectocarpus* spp., filamentous brown algae, and filamentous algae).
- Taxonomic quality can therefore not be ignored and can be considered one of the most important issues to define in the future to get data that is comparable among readers (and video interpretation methods).
- Comparisons of precision was therefore only relevant for easily recognized, higher taxonomic levels (coarser detail), such as total cover, total cover of filamentous algae and to some extent also vascular plants on soft substrates (*1110 sandbanks, 1160 large shallow inlets and bays*).
- Sufficient precision could be achieved with all methods. Differences in precision were primarily due to habitat, followed by county and lastly method.
- There was generally little difference in precision between methods, but although the difference was small our results suggested that 10p10s had a slightly higher precision when a station is analysed by one reader without repetition.

The cost, measured as the time required for interpretation, was comparable between all methods. In two of the counties, Västerbotten and Östergötland, the three image based methods required more time than Free interpretation (about 1.7 times longer), while in Västra Götaland interpretation took the same amount of time regardless of method. Image based methods took on average 6 minutes longer per station than Free interpretation. Using images was a new experience for all readers, which was reflected in the fact that for 10p10s, average interpretation time was 7 minutes faster during the second repetition compared to the first. Differences in cost depended not only on method but also on reader experience and taxonomic level of detail. Realistic time estimates for various sampling surfaces will be obtained from a parallel project (Sundblad et al 2013b).

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 (Johansson 2010). Slutmålet är att det ska finnas ett etablerat, väl fungerande och komplett uppföljningssystem av art- och habitatdirektivets ingående naturtyper och arter både inom och utanför 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). Studien som presenteras i denna rapport är en direkt fortsättning på de jämförande studier av olika bildtolkningsmetodiker av undervattensvideor som ingår i Gullström m.fl (manus). Studien syftar till att ge detaljerat underlag för rekommendationer för undersökningstyp samt till beslut om uppföljning.

2. MATERIAL OCH METODER

Under sommaren 2012 genomfördes fältinventeringar med syftet att utvärdera olika visuella undervattensmetoder för uppföljning av marina naturtyper och typiska arter i Västerbottens län (Holmön och Snöanskärgården), Östergötlands län (Kärrfjärden), Skånes län (Hallands Väderö och Kullen) och Västra Götalands län (Orust-Tjörn). Områdena (länen) valdes ut för att representera olika kuststräckor. I varje län valdes försöksplatser inom 1-10 meters djup innefattande naturtyperna *1170 rev* och *1110 sandbankar* eller *1160 vikar och sund* (Naturvårdsverket 2011). 10 stationer per plats inventerades, varav 5 dominerades av hårbotten (*1170 rev*) och 5 av mjukbotten (*1110*

sandbankar/1160 vikar och sund). Dykare markerade en 5x5 meter bred ruta som filmades i sin helhet. Tillbaka på kontoret tolkades filmerna med totalt tre videometoder. Fri tolkning av hela filmen där täckningsgrader bedömdes i en kontinuerlig skala (Fri) samt två bildmetoder. Syftet med bildmetoder är att ge tolkaren stöd vilket förväntas öka repeterbarheten genom att minska skillnader inom och mellan personer (Sundblad m.fl. 2013a). Bildmetoderna baserades på 5 i förväg utslumpade bilder från varje film, dvs. fem stopp per film. Dessa stopp tolkades med stöd av 100 punkter (Punkt) respektive 25 rutor (Rut). Utförliga beskrivningar återfinns i Gullström m.fl. (manus) och i delarbetsrapporterna Berglund m.fl. (2012) och Blomqvist m.fl. (2012).

För denna studie valdes videofilmer från studierna ovan ut för vidare analys kompletterat med test av ytterligare en bildmetod som visat sig fungera väl i andra jämförelser (Sundblad m.fl. 2013a). Den kompletterande bildmetoden bestod av en kvalitativ analys av diversitet genom hela filmen samt en kvantitativ tolkning bestående av 10 punkter på varje av 10 utslumpade stopp (10p10s) (Sundblad m.fl. 2013a, c). Videofilmer från Västerbotten (Snöanskärgården), Östergötland (Kärrfjärden) och Västra Götaland (Orust-Tjörn) valdes ut för att dessa områden representerade olika kuststräckor och för att den mest lämpliga analysupställningen återfanns i dessa områden (Gullström m.fl. manus, Tabell 1).

För att kunna jämföra skillnader mellan och inom personer har alla fyra metoder repeterats av två avläsare, dvs. varje avläsare har tolkat alla filmer/bilder med samma metod två gånger. Avläsare har varierat mellan metoder och län. Uppställningen med avläsare och repetitioner varierade delvis mellan län (Tabell 1).

Tabell 1. Antal avläsare och repetitioner per metod och län. *n avl.* = antal avläsare, *n rep.* = antal repetitioner.

	Västerbotten		Östergötland		Västra Götaland	
	n avl.	n rep.	n avl.	n rep.	n avl.	n rep.
Fri tolkning	2	2*	2	2	2	2
Punkt	2	2*	2	2	2	1
Rut	2	2*	2	2	2	1
10p10s	2	2	2	2	2	2

*Ena avläsaren repeterade 1 gång

2.1. Taxonomi och diversitet

Återfunna taxa delades in i grupper och analyserades utifrån diversitet och täckningsgrad. Syftet med indelningen var att preliminärt utvärdera olika funktionella och strukturella grupper samt att få jämförbara variabler mellan de undersökta naturtyperna och länen.

Två diversitetsmått (totalt antal taxa av flora och fauna) samt tolv grupper med avseende på totaltäckningsgrader inkluderades i analyserna. Täckningsgrader delades

in i: i) Filamentösa alger, ii) Icke-filamentösa alger, iii) Fanerogamer, iv) Kransalger, v) Läderformade alger, vi) Grönalger, vii) Brunalger, viii) Rödalger, ix) Totaltäckningsgrad (beräknad som summa täckning), x) Bevuxet substrat (beräknad som inversen av andelen bar botten) samt Typiska arter för xi) *1110 sandbankar* eller *1160 vikar och sund* beroende på län och xii) *1170 rev* i alla tre län (Naturvårdsverket 2011).

Utgående från medeltäckningsgraderna per naturtyp, län och metod valdes ett antal grupper ut för vidare analys (Tabell 2). Urvalet av grupper gjordes för att möjliggöra jämförelser över alla faktorer (naturtyp, län och metod). Vegetationsdiversitet samt totaltäckning av filamentösa alger och (summa) totaltäckningsgrad var jämförbar över alla nivåer, medan totaltäckning av fanerogamer, brunalger och typiska arter analyserades per naturtyp.

Tabell 2. Medeldiversitet (*n taxa*) och täckningsgrad (%) med olika metoder per gruppering och län (AC=Västerbotten, E = Östergötland, O = Västra Götaland) samt naturtyp (1110 sandbankar/1160 vikar och sund, 1170 rev). Kursiverat bedömdes ej relevant och exkluderades från vidare analys, till exempel fanerogamer på rev. Av återstående grupper var det fem per naturtyp som bedömdes relevant för vidare analys och jämförelse mellan län (**fetmarkerade**). (*n=5 rutor per naturtyp*).

Grupp	Län	1110/1160				1170			
		Punkt	Rut	10p10s	Fri	Punkt	Rut	10p10s	Fri
Diversitet Flora (n)	AC	2	2	5	6	2	2	4	5
	E	3	3	6	5	2	2	5	4
	O	2	2	4	4	3	4	9	9
Diversitet Fauna (n)	AC	0.0	0.0	0.3	0.3	0.6	0.7	2.2	1.4
	E	0.4	0.6	1.1	0.8	0.4	0.6	1.3	0.9
	O	0.0	0.2	2.4	2.4	0.4	1.1	3.6	4.9
Filamentösa alger (%)	AC	10	8	25	30	71	69	85	74
	E	3	2	15	5	48	42	48	46
	O	2	1	3	5	10	7	48	51
Icke-filamentösa alger (%)	AC			0.2	1			0	1
	E	29	26	45	31	11	11	31	26
	O	2	2	13	12	26	29	32	56
Fanerogamer (%)	AC	28	26	36	38	1	1	1	3
	E	19	16	22	20	1	1	5	1
	O	33	42	70	66	2			
Kransalger (%)	AC	1	2	8	9				
	E								
	O								
Läderformade alger (%)	AC			0.2	1			0	0
	E	12	11	16	12	1	1	1	1
	O	0.1	0.9	9	8	22	24	30	41
Grönalger (%)	AC	1	0.5		7	2	0	0	13
	E	5	5	11	9	4	4	7	9
	O	0.2	0.1		0.1	1	2	2	8
Brunalger (%)	AC	0.1	0.03	0.2	2	40	40	37	31
	E	27	23	35	27	55	49	32	63
	O	2	2	13	12	23	24	36	53
Rödalger (%)	AC	1		0.1	1	0	1	0	5
	E							1	
	O		0.6	0.5	1.7	8	13	25	63
Totaltäckningsgrad (%) (kan överstiga 100)	AC	39	36	69	78	72	70	86	78
	E	51	44	81	56	60	54	85	73
	O	65	59	91	86	67	57	96	124
Bevuxet substrat (%) (max 100)	AC			53				86	
	E	74	67	72	54	84	80	80	74
	O			83				88	
Typiska arter (1170) (%)	AC	1	0.2	0.2	9	32	25	37	48
	E	23	21	37	23	11	9	29	18
	O	1	2	13	12	2	2	5	11
Typiska arter (1110/1160) (%)	AC	29	28	33	45	12	7	0	17
	E	17	13	19	18	5	3	5	1
	O	33	43	79	74	3	1	3	6

2.2. Statistiska analyser

Repeterbarhet har analyserats genom att jämföra medelvärden ($\pm$ SE) per avläsare, repetition och metod, för varje naturtyp och län.

Osäkerhet och precision beräknades via bidraget från olika varianskomponenter, vilket i likhet med Gullström m.fl. (manus) skattades med en "restricted maximum likelihood" metod (REML) i programmet R via biblioteket "lme4" (R Development Core Team 2010, Bates m.fl. 2011). En bakgrund till dessa typer av analyser återfinns i Lindegarth m.fl. (2013). Analyserna, som här presenteras i mer detalj, gjordes per län och beroende på uppställning (metod) användes olika modeller, där "N" var en fix faktor (två nivåer av naturtyp) medan övriga modellerades som "random" termer. Beroende på metod var följande faktorer inkluderade, där N2000 motsvarar naturtyperna *1170 rev* eller *1110 sandbankar/1160 vikar och sund*:

Faktor	Nivåer
N = N2000	a
R = Ruta	b
A = Avläsare	c
Rep = Repetition	d
St = Stopp	n

Följande terminologi i Gullström m.fl. (manus) passades följande modeller:

$$Y_{Fri} = \mu + "N" + R(N) + A + A * N + R(N) * A + \varepsilon$$

Där residualen (ε) innefattade variationen mellan repetitioner inom ruta.

$$Y_{10p10s} = \mu + "N" + R(N) + A + A * N + R(N) * A + Rep(A * R(N)) + \varepsilon$$

Där residualen innefattade variationen mellan stopp.

$$Y_{Punkt \& Rut} = \mu + "N" + R(N) + A + A * N + R(N) * A + St(R(N)) + A * (St(R(N))) + \varepsilon$$

Där residualen innefattade variationen mellan repetitioner inom stopp.

Eftersom Punkt- och Rutmetoderna i Västra Götaland gjordes med endast en repetition per avläsare fick en annan modell användas i det området:

$$Y_{Punkt \& Rut \text{ med 2 avläsare och 1 repetition}} = \mu + "N" + R(N) + A + A * N + R(N) * A + St(R(N)) + \varepsilon$$

Där residualen då innefattade både variationen inom person (indirekt) samt interaktionen mellan avläsare och stopp.

Eftersom dessa metoder i praktiken generellt kommer att tolkas av en person en gång var vi intresserade av den totala osäkerheten (variansen) associerad med en ruta som inventeras av en avläsare utan repetition. Detta beräknades med hjälp av varianskomponenter enligt följande:

$$s^2_{Fri} = \frac{s^2_{\varepsilon}}{cd} + \frac{s^2_{R(N)} * s^2_A}{c}$$

$$s^2_{10p10s} = \frac{s^2_{\varepsilon}}{cdn} + \frac{s^2_{Rep}}{cd} + \frac{s^2_{R(N)} * s^2_A}{c}$$

$$s^2_{Punkt \& Rut} = \frac{s^2_{\varepsilon}}{cdn} + \frac{s^2_A * s^2_{St(R(N))}}{cn} + \frac{s^2_{St(R(N))}}{n} + \frac{s^2_{R(N)} * s^2_A}{c}$$

Där de två första termerna för Punkt och Rut slås samman när det endast är en repetition.

För beräkningen av den totala osäkerheten associerad med en ruta som inventeras av en avläsare utan repetition sattes således b=c=d=1 samt n=5 för Punkt och Rut respektive n=10 för 10p10s. Osäkerheten behöver dock relateras till sitt medelvärde för att vara jämförbart varför vi använde variationskoefficienten uttryckt som roten ur variansen genom medelvärdet (CV = SD/medel) per naturtyp och län som ett mått på precision.

Nestade anovor användes för att få en övergripande bild över vilken nivå (naturtyp, län eller metod) som mest förklarade skillnader i precision (Quinn & Keough 2002).

3. RESULTAT OCH DISKUSSION

3.1. Taxonomisk detaljnivå och repeterbarhet

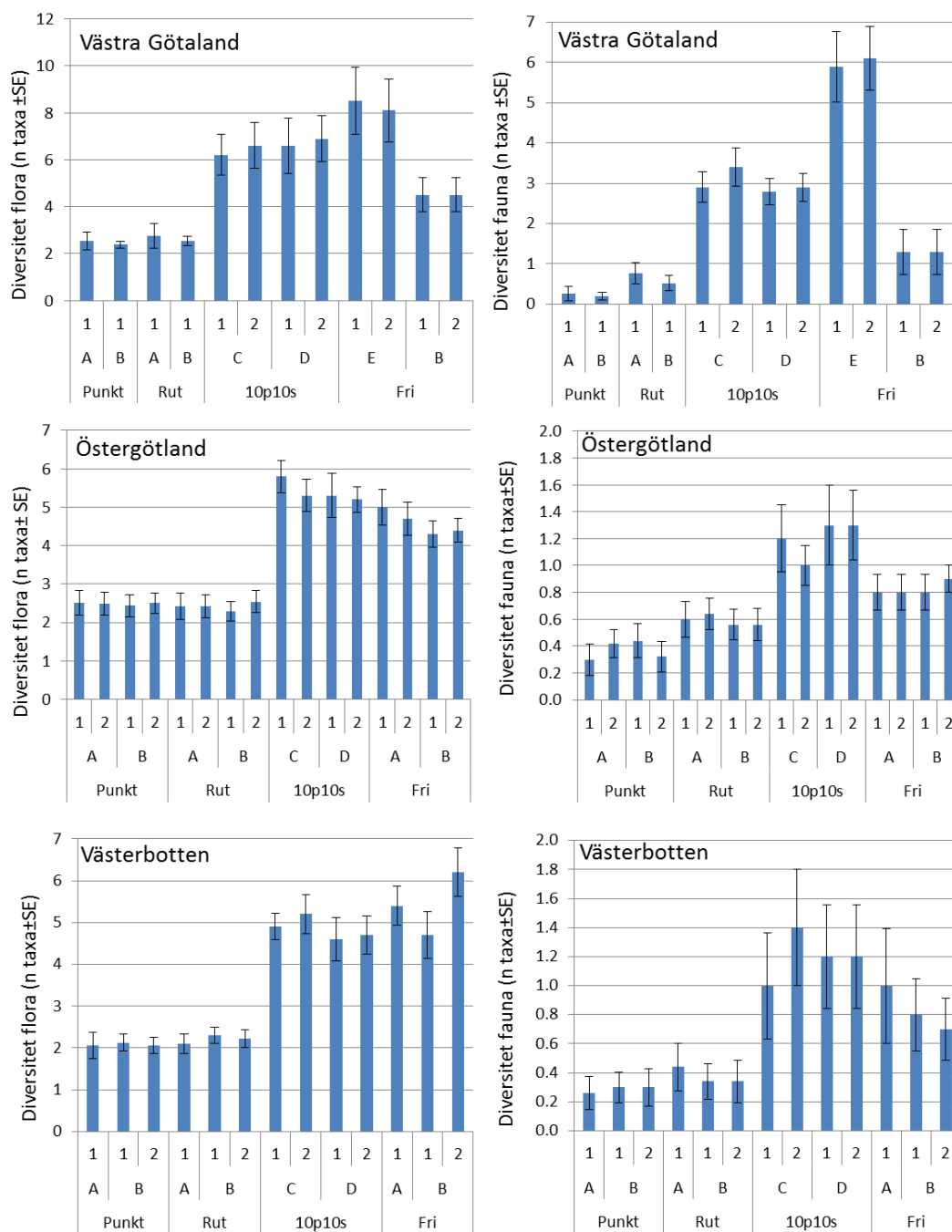
Totalt antal observerade taxa var högre på västkusten än ostkusten, både med avseende på flora och fauna samt typiska arter (Tabell 3).

Tabell 3. Totalt antal funna taxa per län och gruppindelning (flora, fauna och typiska arter för naturtyperna 1110 sandbankar/1160 vikar och sund och 1170 rev)).

	Diversitet		Typiska arter	
	Flora	Fauna	1110/1160	1170
Västerbotten	33	14	4	8
Östergötland	31	4	12	8
Västra Götaland	62	43	11	14

Det var stora skillnader i diversitet mellan metoder. Punkt- och Rutmetoderna, som baserades på fem bilder per film, hittade i genomsnitt 2-3 gånger färre vegetationstaxa än Fri och 10p10s, som inkluderade hela filmens diversitet. Skillnaden i fauna var ännu större, 3-6 gånger färre med endast fem konstanta stopp (Fig 1). Dessa skillnader berodde dock på att endast en mindre del av filmerna analyserades med Punkt- och Rutmetoderna och det är högst troligt att samma diversitet hade nåtts om en kvalitativ tolkning av resterande film hade genomförts. En sådan jämförelse var möjlig för 10p10s där diversitet dels tolkades kvalitativt för hela filmen samt med 10 stopp. Diversiteten i endast 10 stopp resulterade i 2.0 (± 0.2 SE) vegetationstaxa i Östra Götaland, 2.0 (± 0.2 SE) vegetationstaxa i Östergötland och 1.4 (± 0.1 SE) vegetationstaxa i Västerbotten. Motsvarande antal vegetationstaxa när hela filmen analyserades var 6.6 (± 0.9 SE) i Västra Götaland, 5.4 (± 0.3 SE) i Östergötland och 4.9 (± 0.3 SE) i Västerbotten (n=10 filmer). Skillnaden, ca 3 gånger fler taxa per station om hela filmen inkluderades, motsvarade alltså skillnaden som noterades för endast fem stopp med Punkt och Rut i förhållande till Fri tolkning och hela 10p10s.

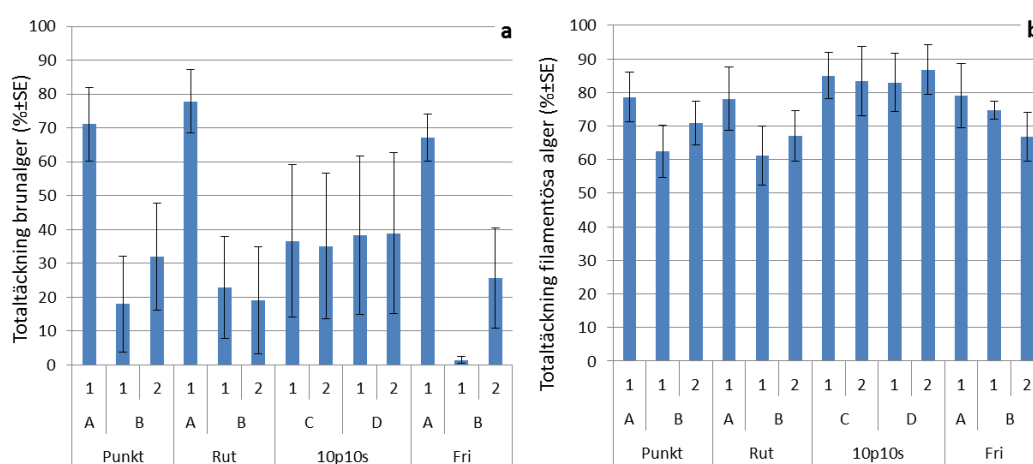
Repeterbarhet analyserades med avseende på skillnader (och likheter) mellan och inom avläsare, per metod, län och där relevant även naturtyp för ett urval grupper. Vid tillfällen då metodologiska skillnader verkade finnas kunde dessa i majoriteten av fallen härledas till, utöver ovanstående problematik för diversitet, avläsares individuella taxonomiska detaljnivå.



Figur 1. Diversitet per metod, avläsare och repetition. Avläsare (A:E) har varierat mellan län. Punkt- och Rutmetoderna i Västra Götaland utfördes med en (1) repetition (siffror under staplar). (n = 10 rutor, dvs oavsett naturtyp).

Ett illustrativt exempel på problematiken kring avläsares taxonomiska detaljnivå var totaltäckning brunalger i Västerbotten (Fig 2a). Avläsare A noterade vid ett flertal tillfällen *Pylaiella littoralis*, *Sphacelaria* spp. samt filamentös brunalg medan avläsare B istället noterat detta som den mer generella gruppen filamentösa alger. Dessutom, vid repetition 2 för avläsare B, så återfanns vid ett flertal tillfällen både *P. littoralis* och *Sphacelaria* spp., vilket ytterligare komplicerade metodologiska slutsatser (avläsare A

utförde endast 1 repetition). Även för avläsare C och D, som använde 10p10s metoden, varierade den taxonomiska detaljnivån mellan komplexet *Pylaiella littoralis/Ectocarpus* spp. och den mer generella gruppen filamentösa alger. Dock visade det sig att båda dessa utförare hade noterat komplexet för samma tre rutor, vilket då inte heller ledde till några skillnader med avseende på repeterbarhet (Fig 2a). Analyser av repeterbarhet var således väldigt beroende av avläsares individuella taxonomiska detaljnivå. Denna effekt förväntades avta med minskad taxonomisk komplexitet i och med att grupperna blev mer lätta att känna igen. En analys av samma rutor, men för gruppen filamentösa alger i stället för brunalger, visade på en ökad repeterbarhet med lägre taxonomisk detaljnivå (Fig 2b). Liknande problematik uppstod för flertalet grupperingar vilket gjorde att skillnader i repeterbarhet mellan metoder främst kunde analyseras för lättidentifierade och grövre taxonomiska grupper som totaltäckningsgrad (summa) och filamentösa alger (Bilaga 1).



Figur 2. Repeterbarhet med olika metoder, avläsare och repetitioner för totaltäckning brunalger (a) och filamentösa alger (b) i Västerbotten ($n=5$ rutor klassade som 1170 rev). Skillnader i repeterbarhet för brunalger berodde i stor utsträckning på taxonomisk detaljnivå hos avläsare (a). Denna effekt verkade avta vid mer generella grupperingar (b). Analyser av repeterbarhet baserades därför på ett fåtal grövre grupper.

Slutsatser taxonomisk detaljnivå och repeterbarhet

- Viktigaste frågan var till vilken taxonomisk nivå utförare vågat/kunnat skatta.
- Skillnader mellan avläsare (och metoder) gällande diversitet berodde på hur stor del av filmen som analyserats. Diversiteten blev mellan 2 och 6 gånger högre om hela filmen analyserades jämfört med om endast 5 eller 10 stopp användes.
- Skillnader mellan avläsare (och därmed metoder) gällande täckningsgrader berodde i stort sett uteslutande på hur avläsare hade definierat taxonomin.
- *Taxonomisk kvalitet, d.v.s. vilken taxonomisk nivå utförare vågar/kan skatta, går således inte att bortse från och är den viktigaste aspekten att definiera för att i framtiden få jämförbara data.*
- Ur det taxonomiska perspektivet blev därför totaltäckningsgrad den mest relevanta variabeln eftersom den ansågs minst beroende av detaljnivån. Även

totaltäckning av filamentösa alger ansågs relevant att jämföra eftersom växtformen är relativt lätt att identifiera.

- Totaltäckningsgraden visade dock inga direkta systematiska skillnader mellan metoder, utom i en aspekt:
- Det fanns en systematisk skillnad för Punkt- och Rutmetoderna, med generellt lägre medeltäckningsgrader jämfört med Fri och 10p10s.
- Med 10p10s, dvs. 10 stopp istället för 5, försvann i stort sett denna skillnad vid jämförelse mot Fri tolkning (ej visat här, men skillnad mot dyk kvarstod, men då mest på hårdbottendominerade rutor medan *Zostera* sp. i Västra Götaland inte uppvisade några problem (Gullström m.fl. manus)).
- Inte heller totaltäckning av filamentösa alger visade några direkta systematiska skillnader i repeterbarhet mellan metoder.
- 10p10s avvek delvis mellan avläsare vilket berodde på olika tillvägagångssätt. En avläsare tolkade konsekvent endast det översta lagret medan andra avläsaren tolkade i flera lager och inkluderade underliggande vegetation. Metoden behöver således noggrant beskrivas eftersom skillnaden i att endast tolka det översta lagret jämfört med underliggande vegetation ledde till systematiska skillnader över flera filmer. Sedan dessa analyser genomfördes har dock rekommendationen att tolka flera lager tillkommit (Sundblad m.fl. 2013c).
- Fri tolkning och 10p10s hade en likvärdig repeterbarhet.

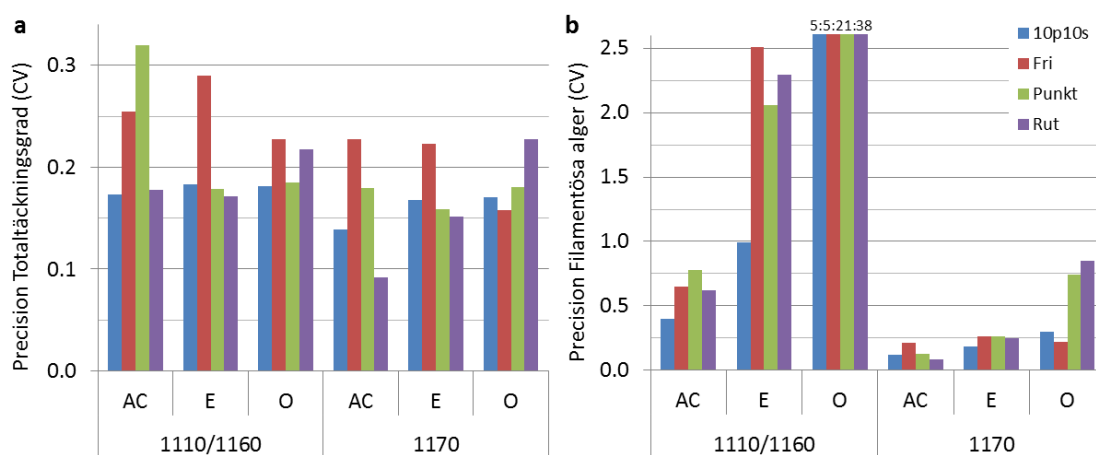
Den goda överensstämmelsen i repeterbarhet för Fri och 10p10s avvek från en tidigare jämförelse där det tydligt framkom att 10p10s var mindre beroende av avläsare och resulterade i mer precisa skattningar än Fri tolkning (Sundblad m.fl. 2013a). En möjlig förklaring till dessa skillnader mellan projekt hade kunnat vara erfarenheten hos avläsare, men den har varit god hos alla deltagande tolkare. Största skillnaderna mellan dessa två studier var att i denna studie var väderförhållandena vid insamling goda och filmningen genomfördes samtidigt som dykning och inom ett begränsat djupintervall. I den tidigare studien, som genomfördes i Koster och Ytre Hvalers nationalparker, var väderförhållandena svåra med kraftiga vindar och vågor och filmerna var både kortare i tid och av en generellt mer svårtolkad kvalitet. En mer svårtolkad kvalitet kan förväntas ha påverkat avläsare att oftare bidra med kvalificerade gissningar än om lugna förhållanden med god sikt rått.

3.2. Precision

Precisionen om en ruta inventeras en gång av en person jämfördes mellan naturtyp, län och metod. Generellt var naturtyp viktigare än län, och län viktigare än metod för att förklara skillnader i precision vilket visade att alla metoder har potential att fungera i praktiska sammanhang. Baserat på variansanalys (anova) var naturtyp den förklaringsvariabel som hade störst förklaringsgrad och genomgående uppvisade en signifikant effekt. Län och metod var av mer varierande betydelse och bidrog inte alltid signifikant till att förklara skillnader i precision för ett flertal taxa.

Jämförelsen av precision mellan metoder påverkades av taxonomiska detaljnivån och fokuserades därför främst på totaltäckningsgrad (summa) och totaltäckning av

filamentösa alger (Fig 3). Precisionen i skattningen av totaltäckningsgrad var generellt lägst för Fri tolkning jämfört med metoder med tolkningsstöd (Fig 3a). Av metoderna med tolkningsstöd uppvisade 10p10s den mest stabila precisionen över naturtyper och län, även om den inte alltid var mest precis (lägst CV). För filamentösa alger framstod 10p10s som mer precis än övriga metoder på mjukbotten (*1110 sandbankar/1160 vikar och sund*) medan alla metoder framstod som tillräckligt precisa i *1170 rev*. Generellt var precisionen i skattningen av filamentösa alger lägre på mjukbottendominerade rutor (*1110 sandbankar/1160 vikar och sund*) jämfört med hårbottendominerade rutor (*1170 rev*), vilket delvis beror på skillnader i medelvärden (Tabell 1). Medelvärdet kan ha betydelse trots att det tas hänsyn till i beräkningen av precisionen. Generellt sett ökar precisionen med ökat medelvärde och detta verkar vara oberoende av metod och olika djupstrata (Svensson m.fl. 2013, Sundblad m.fl. 2013a). Det behövs således en viss försiktighet i tolkningen av dessa resultat. Det bör även noteras att Punkt- och Rutmetoderna uppvisade en relativt god precision trots generellt lägre medelvärden.



Figur 3. Precision med olika metoder för totaltäckning (a) och filamentösa alger (b) per naturtyp (1110 sandbankar/1160 vikar och sund, 1170 rev) och län (AC= Västerbottens län, E= Östergötlands län, O= Västra Götalands län).

Precisionen jämfördes även för totaltäckningsgrad av andra taxonomiska grupper (typiska arter, brunalger på hårbotten samt kärlväxter på mjukbotten). Inga konkreta slutsatser kunde dock dras från dessa då taxonomisk detaljnivå påverkade medelvärdena i sådan omfattning att jämförelsen mellan metoder inte kunde anses rättvis. Denna problematik kan illustreras av Punkt- och Rutmetoderna i Västra Götaland där de framstår som mindre precisa än övriga metoder på hårbotten (Fig 3b), vilket berodde på väldigt låga medelvärden (Tabell 1).

Slutsatser precision

- Jämförelser av precision var endast relevant för lätt igenkända, summerande grupper, som summa totaltäckningsgrad, totaltäckning filamentösa alger samt i viss mån även kärlväxter på mjukbotten (*1110 sandbankar, 1160 vikar och sund*).
- Tillräcklig precision kunde nås med alla metoder. Skillnader i precision förklarades främst av naturtyp, följt av län och slutligen metod.
- Det var generellt sett små skillnader i precision mellan metoder, men även om skillnaden var liten så antydde resultaten att 10p10s hade en något högre

precision i fallet då en ruta inventeras av en avläsare utan repetition. Denna slutsats baserades på följande.

- För variabeln summa totaltäckning hade 10p10s konsekvent en hög precision medan Fri tolkning hade en sämre precision i 5/6 fall. Skillnaden var dock inte stor, 5-11%. Punkt- och Rutmetoderna var i flera fall jämförbara med 10p10s men endast för vissa naturtyper och län. På hårdbotten (1170 rev) i Västra Götaland uppvisade 10p10s, Fri och Punkt likvärdig precision medan Rut hade en något lägre precision.
- För totaltäckning av filamentösa alger var 10p10s mer precis än övriga metoder på mjukbotten (20-100% skillnad i precision), medan metoderna var jämförbara på hårdbotten (<10% skillnad).
- Även Rut- och i viss mån Punktmetoden uppvisade i många fall en precision jämförbar med eller överstigande 10p10s. Detta kan dock delvis antas bero på uppställningen och beräkningen av varianskomponenter.

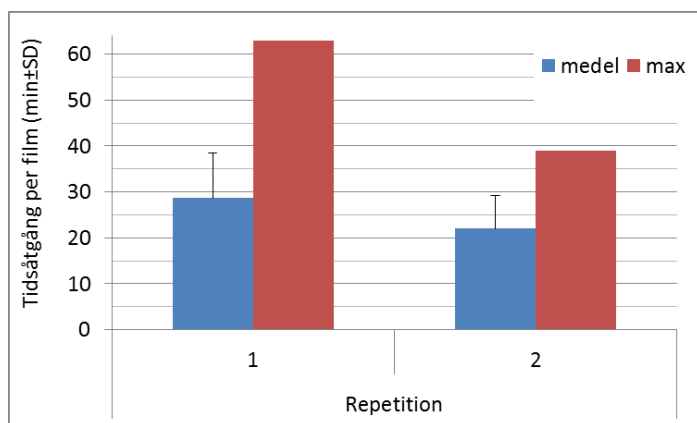
3.3. Kostnad

Jämförelsen av kostnad, mätt som tidsåtgång, visade på vissa skillnader. Tidsåtgången var dock delvis beroende av utförare (en högre taxonomisk detaljnivå tar längre tid) vilket gör långtgående slutsatser svåra. Inte oväntat var Fri tolkning något snabbare än Punkt, Rut och 10p10s, åtminstone i Västerbotten och Östergötland, medan ingen skillnad noterades i Västra Götaland (Tabell 4). Skillnaden i tidsåtgång var dock liten, varför vi inte ser någon anledning att förkasta någon metod beroende på kostnaden.

Tabell 4. Tidsåtgång (minuter per film) per metod och län (AC= Västerbottens län, E= Östergötlands län, O= Västra Götalands län). Avläsare och metoderfarenhet har varierat mellan län och metoder.

	AC	E	O	Medel
Punkt	25	15	34	25
Rut	25	21	31	26
10p10s	26	22	28	25
Fri	18	10	31	19

Den fria metodiken var något som alla utförare varit vana vid, medan tolkning med stöd var en ny erfarenhet. En mer utförlig analys av 10p10s visade att alla avläsare blev snabbare vid andra repetitionen. I genomsnitt minskade tidsåtgången för en ruta med 7 minuter (23% snabbare) men upp till nästan 40% minskning i tid noterades vid en andra avläsning (Fig 4). Det är dock viktigt att poängtera att den faktiska tidsåtgången i detta projekt inte behöver vara representativ för hur metoderna kommer att användas i praktiken eftersom tolkningen har gjorts för filmer som försökt filma en 5x5 meter stor ruta. I uppdraget ingick det att noggrant filma hela rutan, vilket ledde till att filmernas längd kraftigt varierade (ca 3-25 minuter). Tidsåtgång i förhållande till provtagningsyta utvärderas i parallella projekt och mer korrekta bedömningar av kostnaden återfås i kommande rapporter (Sundblad m.fl. 2013b).



Figur 4. Kostnaden, mätt som tidsåtgång, per repetition med 10p10s.

TACK

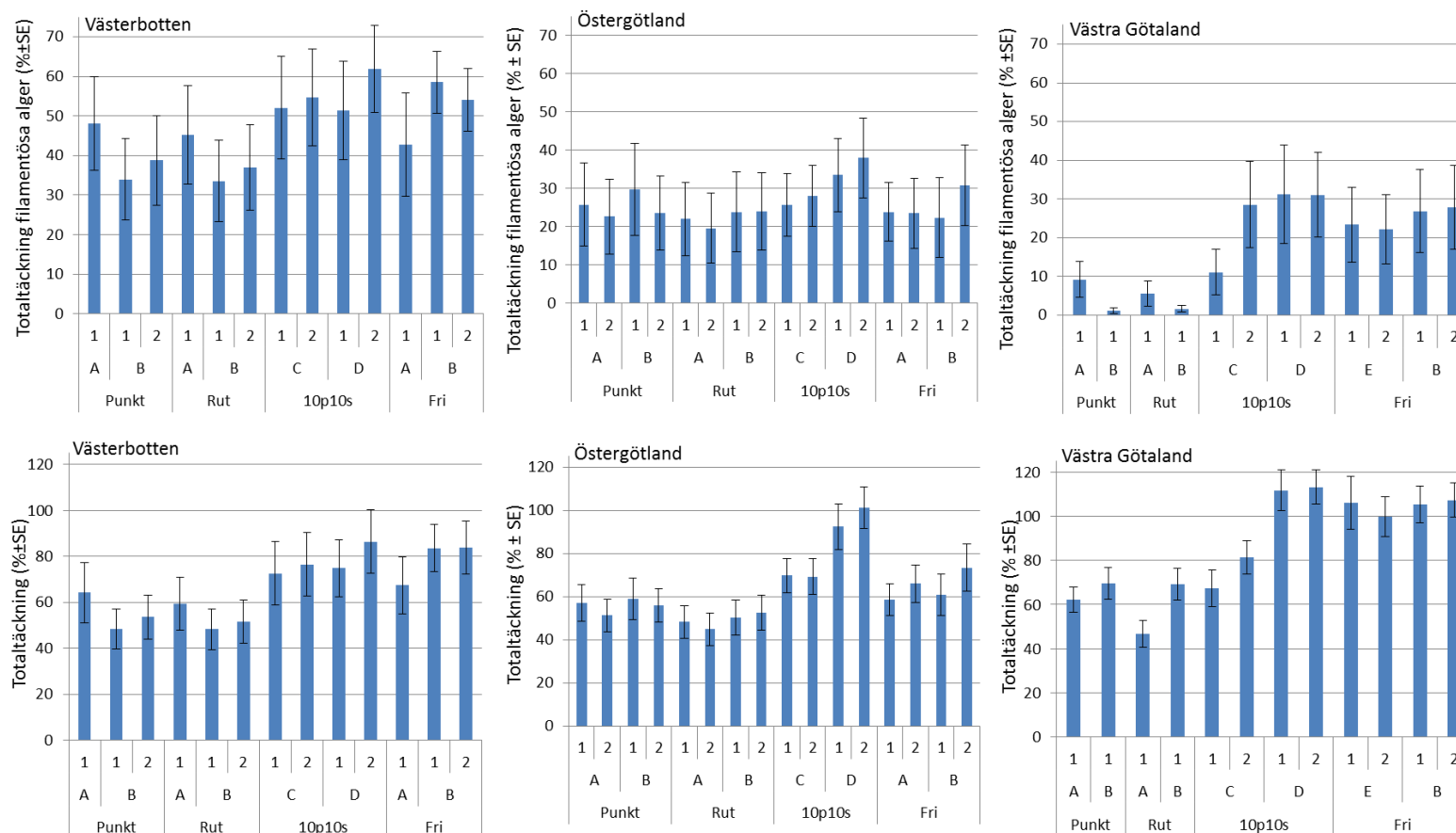
Vi vill uppmärksamma personer och organisationer som bidragit till insamlande av material till denna studie: Mats Blomqvist (Hafok AB), Susanne Qvarfordt (Sveriges Vattenekologer AB) och Sandra Andersson (Marine Monitoring AB) i samarbete med forskningsprojektet WATERS för insamling i Västra Götaland och Östergötland. Johnny Berglund, Patrik Stenroth, Yvonne Strömberg och Carlos Paz von Friesen vid Länsstyrelsen i Västerbotten för insamling i Snöanskärgården.

REFERENSER

- Bates, G., M. Maechler, B. Bolker. 2011. Lme4: Linear mixed-effects models using S4 classes. R package version 0.999375-42. <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>.
- Berglund, J., P. Stenroth, Y. Strömberg, C. Paz von Friesen. 2012. Utvärdering av undervattensvideo (dropvideo) i jämförelse med dykning som visuell metod för uppföljning av marina naturtyper. Jämförande metodstudie i Västerbottens län. Rapport från Länsstyrelsen i Västerbotten. Diarienummer 502-5933-2012.
- Blomqvist, M., S. Qvarfordt, S. Andersson. 2012. Utvärdering av undervattensvideo (dropvideo) i jämförelse med dykning som visuell metod för uppföljning av marina naturtyper. Metodbeskrivning och erfarenheter från fält- och analysarbete utfört i samband med Waters gradientstudier i Västra Götaland och Östergötland. Arbetsrapport 2012-10-17. Hafok AB. 17 sid.
- 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. Naeslund, C. Halling, M. Lindegarth. Manus. Utvärdering av visuella undervattensmetoder för uppföljning av marina naturtyper och typiska arter: variation, precision och kostnader. Havs och Vattenmyndigheten & Naturvårdsverket.
- Johansson, M. 2010. Biogeografisk uppföljning -förslag till variabler, indikatorer och datainsamling för delsystem Hav. Delsystemrapport, hav, version 2.2, 2010-11-30

- Lindegarth, M., J. Carstensen, R. K. Johnson. 2013. Uncertainty of biological indicators for the WFD in Swedish water bodies: current procedures and a proposed framework for the future. WATERS Report no. 2013:1. 70pp.
- Naturvårdsverket, 2011. Vägledningar för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. NV-04493-11.
- Naturvårdsverket. Manus. Visuella undervattensmetoder för uppföljning av marina naturtyper och typiska arter. Version 0:1, 2013-02-13.
- Quinn, G. P. and M. J. Keough. 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press, New York.
- 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., J. Berglund, M. Naeslund, C. Halling, K. Dahlgren. 2013b. Utvärdering av provtagningsyta med undervattensvideo – diversitet, precision och kostnad. AquaBiota Rapport 2013:08.
- 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.

BILAGA 1



Figur B1. Repeterbarhet med olika metoder, avläsare och repetitioner för totaltäckning filamentösa alger (övre raden) och summa totaltäckning (nedre raden) per län (n=10 rutor). Avläsare (A:E) har varierat mellan län. Punkt- och Rutmetoderna i Västra Götaland utfördes med en (1) repetition (siffror under staplar).



www.aquabiota.se

