

**FORSKNINGSRAPPORTER
FRÅN
HUSÖ BIOLOGISKA STATION**

No (140) 2015



Tony Cederberg, Claes Björkholm & Benjamin Weigel

Bottenfaunan i Ålands skärgård 2013

(The benthic fauna of the Åland archipelago 2013)

Åbo Akademi

I publikationsserien **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** rapporteras forskning utförd i anknytning till Husö biologiska station. Serien utgör en fortsättning på serierna **Husö biologiska station Meddelanden** och **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Utgivare är Husö biologiska station, Åbo Akademi. Författarna svarar själva för innehållet. Förfrågningar angående serien riktas till stationen under adress: Bergövägen 713, AX-22220 Emkarby; telefon: 018-37310; telefax: 018-37244; e-post huso@abo.fi. (Även: Åbo Akademi, Miljö- och marinbiologi, BioCity, Artillerigatan 6, 20520 Åbo).

The series **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** contains scientific results and processed data from research activities of Husö biological station, Biology, Åbo Akademi University. The authors have full responsibility for the contents of each issue. The series is a sequel to the publications **Husö biologiska station Meddelanden** and **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Inquiries should be addressed to Husö biological station, Åbo Akademi University. Address: Bergövägen 713, AX-22220 Emkarby, Finland; phone: +358-18-37310; telefax: +358-18-37244; e-mail: huso@abo.fi (Also Åbo Akademi University, Environmental and Marine biology, BioCity, Artillerigatan 6, FIN-20520 Turku, Finland)

Redaktör/Editor: Martin Snickars

ISBN 978-952-12-3212-1

ISSN 0787-5460

Bottenfaunan i Ålands skärgård 2013

(The benthic fauna of the Åland archipelago 2013)

Tony Cederberg, Claes Björkholm & Benjamin Weigel

Husö biologiska station, Åbo Akademi

22220 Emkarby, Åland, Finland

Abstract

In the summer of 2013 a study of the benthic fauna in the Åland archipelago was conducted. The aim was to obtain an overview of the benthic fauna in the region and to describe changes over time (2006 vs. 2013). In total, 39 stations were sampled for zoobenthos and hydrography. Twenty-seven of the stations in this study were also sampled in 2006, while the remaining 12 stations have been sampled in studies prior to 2006. The 39 stations were located around the main island of Åland and the depth of the stations ranged between 5 and 37 meters.

Since the previous baseline-study in 2006 there has been a decrease in abundance and an increase in the average weight of the individuals at sheltered stations. At exposed stations an increase in biomass, number of species and average weight of the individuals was found. Macoma balthica increased in abundance at exposed stations. No marked changes in the overall length distribution of M. balthica were found between 2006 and 2013. However, at some stations, especially those in connection with Lumparn, there were some indications pointing towards reproductive disturbance among M. balthica.

In 2013 the ecological status was good or high at the majority of the stations. Only three stations located north of Lumparn embayment had a moderate or worse ecological status. Other findings in this study largely support the results of the ecological status classification. The situation at some of the stations in the Lumparn area is a cause of concern. However, at the station Ål Bergö somewhat contradicting findings were found. While the ecological status in 2013 was good, the oxygen level in the bottom water was below the limit of hypoxia (2mg/l). Special attention should be given to the Lumparn area as well as the area around Ål Bergö in future studies.

A revision of the exposure classification can give better representation of large scale changes in the benthic fauna communities of Åland. Therefore, a proposition on exposure class classification to be used in future baseline studies is also given in this report.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
2 Material och Metoder	1
2.1 Undersökningsområde	1
2.2 Provtagningsmetodik.....	4
2.2.1 Hydrografi	4
2.2.2 Sediment	4
2.2.3 Bottenfauna	4
2.3 Numerisk analys.....	5
3 Resultat.....	6
3.1 Hydrografi.....	6
3.2 Sediment	7
3.3 Bottenfauna.....	9
3.3.1 Jämförelse mellan 2006 och 2013	10
3.4 Diversitetsindex.....	14
3.5 Östersjömusslans längdfördelning.....	16
3.6 Ekologisk status	22
4 Diskussion	23
4.1 Hydrografi.....	23
4.2 Sediment	24
4.3 Bottenfauna.....	24
4.4 Diversitetsindex.....	25
4.5 Östersjömusslans längdfördelning.....	25
4.6 Ekologisk status	26
5 Framtida studier	27
6 Konklusioner	29
7 Litteratur.....	29

1 Inledning

Under sommaren 2013 utfördes en uppföljningsstudie av bottenfaunan i den åländska skärgården bl. a. i syfte att skapa en övergripande baslinje för faunan och dess tillstånd. Bottenfaunan i den åländska skärgården har varit föremål för ett flertal studier, bl.a. HELMINEN (1974), WESTERBERG (1978), ERIKSSON & LEPPÄKOSKI (1983), BLOMQVIST & BONSDORFF (1986), BONSDORFF et al. (1991), NORKKO & BONSDORF (1994), WISTBACKA (1994), ÖSTMAN & BLOMQVIST (1997), PERUS et al. (2001) och NYGÅRD (2007). De senaste studierna (NORKKO & BONSDORF 1994, PERUS et al. 2001 och NYGÅRD 2007) har koncentrerat sig på djupa bottnar (20-40 m) i övergångszonen mellan kust och öppet hav då det vid tidpunkten ansågs vara viktigt med basundersökningar i ovannämnda områden med tanke på kommande övervakningsprogram av kustvatten (BONSDORFF et al. 2003). Den nuvarande övervakningen och klassificeringen av kustvatten lägger även stor vikt på mer skyddade och grunda lokaler (< 10 m) (AROVIIITA et al. 2012).

Enligt EU:s ramvattendirektiv (2000/60/EG) skall bottenfaunans sammansättning utgöra en av klassificeringsparametrarna vid bedömning av vattenmiljöns tillstånd i kustvatten. Bottenfaunan anses vara en god indikator på vattenkvaliteten eftersom många bottenfaunaarter är långlivade och relativt stationära. Ofta består bottenfaunan av både känsliga och toleranta arter, vilket innebär att det t.ex. är möjligt att upptäcka förändringar över tid i fysikalisk-kemiska förhållanden (t.ex. syrehalt och näringsämnen). Övergödning är idag ett utbrett problem i Östersjön, även i den åländska skärgården (BONSDORFF et al. 1997a och BONSDORFF et al. 1997b). Effekterna av de förhöjda närsaltshalterna kan bl.a. ses som förändringar i bottenfaunasamhällets abundans, biomassa och artsammansättning (DIAZ & ROSENBERG 1995, GRAY et al. 2002).

2 Material och Metoder

2.1 Undersökningsområde

Undersökningen utfördes på 39 stationer som var placerade kring fasta Åland (fig. 1). Stationerna representerar förhållanden från öppet hav till skyddade vikar. Samtliga stationer har ingått i tidigare undersökningar (t.ex. NORKKO & BONSDORFF 1994, PERUS et al. 2001, VILLNÄS 2004 och NYGÅRD 2007). Djupet vid provtagningsstationerna varierar från 3 till 37 meter. Stationerna delades in i exponeringsklasserna: skyddad och exponerad (fig. 1 och tab. 1). Stationernas exponeringsklassindelning för de stationer som besöktes föregående gång år 2006 följer indelningen i NORKKO & BONSDORFF (1994) och NYGÅRD (2007), medan stationer som inte besöktes år 2006 har en exponeringsklassindelning som följer WEIGEL et al. (2015).



Figur 1. Karta över undersökningsområdet och de besökta stationernas läge. ● = skyddad station, ■ = exponerad station.

Figure 1. An overview map of the study area and the location of the visited stations. ● = sheltered station, ■ = exposed station.

Tabell 1. Provtagningsstationernas koordinater (WGS 84, hddd° mm.mmm'), djup, sedimenttyp, skärgårdstyp och exponeringsgrad. Sedimenttyperna anges som gjyttja (M), lera (C), sand (S), grus (G) och växtrester (V)

Table 1. Sampling stations with coordinates (WGS 84, hddd° mm.mmm'), depth, sediment type, archipelago type and the degree of exposure. Sediment types are listed as mud (M), clay (C), sand (S), gravel (G) and containing debris of vegetation (V).

Station	Koordinater		Djup (m)	Sedimenttyp	Skärgårdstyp	Exponering
	Lat.	Long.				
Bruksviken yttre	60° 14.160'	20° 02.000'	14	M	Inner	Skyddad
Dånö 2	60° 25.750'	19° 45.120'	36,6	M,S,V	Mellan	Skyddad
Dånö 4	60° 22.890'	19° 46.090'	21,8	M	Mellan	Skyddad
Fish 15	60° 01.460'	19° 58.395'	7	M,S	Ytter	Skyddad
Fish 9	60° 20.081'	19° 46.935'	10	M	Inner	Skyddad
Hjortösund	60° 16.760'	19° 58.790'	9	M	Inner	Skyddad
Klobbfjärden	60° 18.688'	19° 48.436'	11,7	C,M	Inner	Skyddad
Kuggsund	60° 16.240'	20° 01.640'	26,4	M	Inner	Skyddad
Kärringsund s.	60° 14.040'	19° 32.550'	5,4	M,S,V	Ytter	Skyddad
L 22	60° 07.900'	20°10.110'	22,8	S,M,C	Inner	Skyddad
Postafjärden	60° 13.940'	19° 48.110'	7	C,M	Inner	Skyddad
Prästö	60° 13.130'	20° 17.110'	34,6	C,M	Mellan	Skyddad
Slemmern yttre	60° 05.440'	19° 58.160'	5	M,C	Inner	Skyddad
Slottsundet	60° 13.760'	20° 04.860'	3,4	M	Inner	Skyddad
Ål Bergö	60° 17.760'	19° 48.200'	27,1	M,C	Inner	Skyddad
Ål Dånö	60° 24.494'	19° 44.851'	25	M,C	Mellan	Skyddad
Ål Järsö	60° 01.620'	20° 02.300'	20,1	M	Mellan	Skyddad
Ål Lumparn	60° 08.840'	20° 04.860'	19,2	M,C	Inner	Skyddad
Ål Mariehamn	60° 05.120'	19° 55.830'	18,8	M,S	Ytter	Skyddad
Bockholm	60° 18.410'	20° 18.660'	26,8	M,S,C	Mellan	Exponerad
Degersand	60° 07.890'	19° 35.580'	21,4	C,S	Ytter	Exponerad
Eckerö 1	60° 14.560'	19° 27.260'	31,5	S,M	Ytter	Exponerad
Föglö	60° 00.508'	20° 15.080'	25,8	G,C,M	Ytter	Exponerad
Gumholm	60° 20.650'	19° 44.500'	15,3	M,S,G	Mellan	Exponerad
Hammarudda	60° 06.280'	19° 44.070'	21	S,M,G	Ytter	Exponerad
Korpskär	60° 23.970'	20° 03.500'	24,5	M,G	Ytter	Exponerad
Långnäs	60° 06.150'	20° 19.600'	28	C,M,G	Mellan	Exponerad
Mextra 1	60° 02.360'	19° 56.690'	28,3	-	Ytter	Exponerad
Mextra 3	59° 59.320'	20° 03.720'	31,5	G	Ytter	Exponerad
Möckelö	60° 04.680'	19° 53.460'	19,4	S,M	Ytter	Exponerad
Rödsjär	60° 09.070'	19° 38.720'	22,5	M,S	Ytter	Exponerad
Saltflyttan	60° 25.640'	19° 46.820'	28,8	S	Ytter	Exponerad
Silverskär	60° 22.000'	20° 08.700'	27,7	M	Ytter	Exponerad
Tingö	60° 11.037'	20° 03.199'	13,2	M,C	Inner	Exponerad
Ådskär	60° 20.000'	19° 30.820'	26,2	S,C	Ytter	Exponerad
Ål Eckerö	60° 13.100'	19° 29.020'	28,4	S,M	Ytter	Exponerad
Ål Vårdö	60° 14.300'	20° 27.250'	20,1	M	Ytter	Exponerad
Ål Äppelö	60° 22.072'	19° 40.814'	33,5	M	Ytter	Exponerad
Äppelö 4	60° 23.770'	19° 38.240'	33,5	S	Ytter	Exponerad

2.2 Provtagningsmetodik

Bottenfaunaprovtagningen i fält pågick under tiden 5-19.6.2013. I fall där det förväntade djupet på en station inte stämde överens med koordinaterna från tidigare undersökningar (NORKKO & BONSDORFF 1994, NYGÅRD 2007) justerades positionen tills det uppmätta djupet stämde överens med djupen angivna i NORKKO & BONSDORFF (1994) och NYGÅRD (2007). Koordinaterna i tabell 1 anger således den slutliga geografiska punkt som antecknades för respektive station sommaren 2013.

2.2.1 Hydrografi

Vid varje station togs hydrografiska prov från både ytvatten (en meter under ytan) och bottenvatten (en meter över botten, max 30 m). Med hjälp av en YSI Pro Plus-fältmätare bestämdes: temperatur (°C), salinitet (‰) och pH. Med en YSI ODO-fältmätare bestämdes syremättnadsgraden (%) och syrehalt (mg/l). Med YSI ODO-fältmätaren registrerades även temperaturen och ifall det förekom skillnader mellan temperaturmätningen med YSI Pro Plus togs ett medeltal av de uppmätta temperaturerna. Vid varje station noterades även siktdjupet med hjälp av en secchiskiva (Ø 25 cm).

För en del stationer kan inga pH-värden redovisas p.g.a. problem med mätinstrumentet.

2.2.2 Sediment

Sedimenttypen noterades i fält i samband med bottenfaunaprovtagningen. De möjliga sedimenttyperna var: gyttja (M), lera (C), sand (S), grus (G) och växtrester (V). För att utreda ifall sedimentet var syrefattigt och svavelvätehaltigt noterades även sedimentets lukt genast i fält varefter prov för bestämning av organisk halt togs tillvara. I laboratorium på Husö biologiska station bestämdes sedimentens organiska halt (%) genom mätning av glödgningsförlust. Sedimentproven torkades först 24 h i 100 °C och brändes sedan 3h i 500 °C varefter glödgningsförlusten räknades ut som procent (%) av torrs substans.

2.2.3 Bottenfauna

Bottenfaunaproven togs med en Ekman-Birge bottenhämtare (17x17 cm; 289 cm²) och sållades i fält genom ett såll med maskstorleken 0,5 mm. Därefter konserverades bottenfaunaproven i hexaminbuffrad 4 % formalinlösning i minst 14 dygn. Bottenfaunaproven sorterades under preparationsmikroskop i laboratorium. Vid sorteringen eftersträvades så noggrann identifiering som möjligt, helst på artnivå. Ifall en identifiering på artnivå inte kunde uppnås, identifierades närmaste familj eller ordning. För vidare analyser bestämdes de olika identifierade gruppernas våtvikt (g) med en analysvåg. Även individantalet för de olika identifierade grupperna registrerades. I samband med genomgången av bottenfaunaproven mättes även skullängden (1 mm noggrannhet) hos påträffade östersjömusselindivider.

2.3 Numerisk analys

I resultatdelen anges resultaten för abundans (ind./m²), biomassa (g/m²) artantal (arter/sampel) och medelvikt (g/ind.) som medelvärden ± medeltalets medelfel; S.E.

För att få ett mått på den biologiska mångfalden på stationerna beräknades Shannon-Wieners diversitetsindex (SHANNON 1948), medan arternas jämnhet fastställdes enligt Pielous jämnhetsindex (MULDER et al. 2004). Vid beräkning av Shannon-Wieners diversitetsindex användes den naturliga logaritmen och formeln:

$$H' = \sum_{i=1}^R p_i * \ln p_i$$

där p_i = andelen individer av det totala antalet individer av art i .

Pielous jämnhetsindex beräknades med hjälp av formeln:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

där H' är resultatet från Shannons-Wieners diversitetsindex och H'_{max} är naturliga logaritmen av det totala antalet arter vid stationen.

För att upptäcka eventuella skillnader i organisk halt, abundans, biomassa, artantal och medelvikt mellan åren 2006 och 2013 användes parvisa t-test. Vid behov transformerades data genom endera logaritm- ($\log_{10}(x+1)$), kvadratrot- ($x^{(1/2)}$) eller inverstransformering ($1/x$). Ifall kraven för t-testet inte kunde uppnås med hjälp av ovannämnda transformeringar utfördes den parvisa jämförelsen med det icke parametriska Mann-Whitney U-testet. En signifikansnivå på $p < 0,05$ ansågs visa signifikanta skillnader. De parvisa t-testen och Mann-Whitney U-testen utfördes med hjälp av statistikprogrammet IBM SPSS Statistics v. 21.

Bottenfaunasamhällets struktur och eventuella skillnader däri mellan åren 2006 och 2013 undersöktes vidare med hjälp av en SIMPER-analys. För att ytterligare belysa skillnader och likheter i bottenfaunasamhällets struktur mellan de olika åren (2006 och 2013) utfördes en multidimensionell skalning (MDS-analys) (CLARKE 1993, CLARKE & WARWICK 2001). Vid MDS-analysen behandlades skyddade och exponerade stationer separat. SIMPER-, och MDS-analyserna utfördes med hjälp av programmet PRIMER version 6.1.16 (CLARKE & GORLEY 2006) på kvadratrottransformerat abundansdata. Datas likhet analyserades med hjälp av Bray-Curtis similaritet.

Bottenfaunans ekologiska status fastställdes med hjälp av de finska riktlinjerna för statusklassificering av bottenfauna. Gällande referens- och gränsvärden för Skärgårdshavets inner-, mellan- och ytterskärgård användes för de åländska stationerna (AROVITA et al. 2012). En bidragande orsak till valet av referens- och gränsvärden är det faktum att Ålands östra kustvatten står i direkt kontakt med Finlands västra del av Skärgårdshavet. Även NYGÅRD (2007) använde sig av referens- och gränsvärden för Skärgårdshavet

eftersom dessa ansågs vara lämpliga och motsvara de åländska kustvattenförhållandena. Både data från 2006 (NYGÅRD 2007) och 2013 klassificerades enligt den senaste finska klassificeringsmetodiken. Vid fastställandet av stationernas skärgårdstyp togs den åländska skärgårdstypindelningen till hjälp (ÅLR 2009). Typindelningen av stationerna framgår av tab. 1. I den finska klassificeringsmetodiken av bottenfauna tar man även i beaktande stationernas djup. Stationer med ett djup som är mindre och mera än tio meter klassificeras med olika referensvärden (AROVITA et al. 2012). Klassificeringen av bottenfaunan utfördes med hjälp av BBI-indexet (Brackish water Benthic Index) som har tagits fram speciellt för Östersjön (PERUS et al. 2007). BBI beräknas enligt formeln:

$$BBI = \frac{\left[\left(\frac{BQI}{BQI_{max}} \right) + \left(\frac{H'}{H'_{max}} \right) \right]}{2} * \frac{\left[\left(1 - \frac{1}{AB_{tot}} \right) + \left(1 - \frac{1}{S} \right) \right]}{2}$$

3 Resultat

3.1 Hydrografi

Siktdjupet på de skyddade stationerna varierade från 1,6 m vid Slottssundet till 6,6 m vid Ål Lumparn. Bland de exponerade stationerna hade Tingö det minsta siktdjupet med 2,4 m. Stationen Ål Äppelö hade det största siktdjupet av alla stationer som besöktes 2013. Siktdjupet vid Ål Äppelö var 8,5 m. På de flesta stationerna fanns det en klar skillnad i temperatur i ytvattnet och bottenvattnet. De största skillnaderna i temperaturen på ytvattnet och bottenvattnet fanns vid Kuggsund, Ål Bergö och Gumholm. Syremättnadsgraden i bottenvattnet vid de flesta stationerna låg kring 80 % eller mer. Vid Ål Bergö var dock syremättnadsgraden endast 3 %. Även stationerna Bruksviken yttre och Kuggsund hade en något lägre syremättnadsgrad jämfört med övriga stationer. I tabell 2 presenteras en sammanställning över de hydrografiska parametrarna från år 2013.

Tabell 2. Hydrografisk data från samtliga stationer besökta år 2013.

Table 2. The hydrographical data of all the stations visited in 2013.

	Station	Siktdjup (m)	Temperatur (°C)		Salinitet (‰)		Syrehalt (mg/l)		Syremättnad (%)		pH	
			Yta	Botten	Yta	Botten	Yta	Botten	Yta	Botten	Yta	Botten
Skyddade	Bruksviken y.	2,6	14,8	7,3	5,6	5,8	10,7	3,6	110	32	8,9	8,3
	Dånö 2	4,4	14,0	4,4	5,9	6,1	10,7	10,5	108	84	8,5	8,7
	Dånö 4	3,3	14,8	5,1	5,8	6,0	10,4	10,3	107	84	8,5	8,5
	Fish 15	6,0	14,6	11,0	6,3	6,3	10,6	10,3	108	97	-	-
	Fish 9	3,4	14,7	10,0	5,9	5,8	10,1	9,9	103	91	8,5	8,5
	Hjortösund	1,7	13,8	8,7	5,7	5,7	9,8	5,9	98	52	8,4	8,7
	Klobbafjärden	3,0	16,6	9,1	5,2	5,7	9,8	9,2	104	83	8,6	8,6
	Kuggsund	2,0	16,1	4,0	5,3	5,7	11,1	4,7	117	38	9,0	8,4
	Käringsund s.	4,9	13,5	7,3	6,1	6,4	11,2	12,2	111	105	-	-
	L 22	6,2	15,4	5,6	5,9	6,0	10,4	10,2	101	85	8,8	8,7
	Postafjärden	1,7	16,4	15,8	5,1	5,1	9,0	8,7	94	90	8,3	8,2
	Prästö	4,4	14,4	7,6	5,9	6,0	10,6	10,1	108	88	-	-
	Slemmern y.	1,9	16,0	14,8	6,2	6,2	10,0	9,3	105	95	8,7	9,0
	Slottsundet	1,6	14,7	13,8	5,5	5,8	9,9	9,5	102	95	9,7	9,0
	Ål Bergö	2,8	17,3	6,5	5,2	5,7	9,8	0,4	106	3	8,6	8,3
	Ål Dånö	3,0	13,9	5,9	5,9	6,0	10,7	10,0	107	83	8,6	8,6
Ål Järsö	5,8	14,9	9,1	6,3	6,4	10,5	8,6	107	77	8,5	8,0	
Ål Lumparn	6,6	15,4	6,3	5,9	6,0	10,4	10	108	85	9,4	10,0	
Ål Mariehamn	3,3	12,0	11,5	6,3	6,3	10,5	10,3	101	98	-	-	
Exponerade	Bockholm	6,0	13,5	5,0	5,9	6,0	10,5	10,9	105	89	8,3	8,0
	Degersand	7,0	10,4	2,8	5,8	6,7	11,2	11,3	104	88	8,5	8,7
	Eckerö 1	6,5	11,1	2,6	6,0	6,8	11,5	10,8	109	84	-	-
	Föglö	7,3	12,8	9,1	6,3	6,6	10,8	9,5	105	86	8,6	8,4
	Gumholm	4,0	15,6	5,2	5,9	6,0	10,3	10,7	106	88	8,4	8,6
	Hammarudda	7,5	9,4	5,6	6,1	6,1	11,3	11,1	102	93	-	-
	Korpskär	7,3	12,4	5,4	5,9	6,0	11,2	11,4	109	97	8,5	8,5
	Långnäs	5,3	13,9	12,5	6,2	6,4	10,5	10,0	105	97	8,5	8,5
	Mextra 1	5,0	13,7	5,2	6,3	6,6	10,7	10,7	107	88	9,1	8,8
	Mextra 3	6,5	14,1	6,9	6,3	6,8	10,6	7,4	108	60	8,2	8,4
	Möckelö	6,0	12,6	7,6	6,2	6,4	11,0	10,8	107	94	-	-
	Rödsjär	7,0	9,9	3,3	6,1	6,7	11,0	11,1	101	88	8,4	8,5
	Saltflyttan	6,0	11,6	5,3	5,9	6,0	11,5	11,6	110	95	8,5	8,8
	Silverskär	7,3	11,7	5,9	5,9	6,0	11,2	11,4	108	95	8,6	8,2
	Tingö	2,4	14,3	10,4	5,7	6,0	10,3	10,4	105	97	8,6	8,6
	Ådskär	8,4	9,7	4,9	6,0	6,2	11,9	11,0	109	90	8,8	8,9
	Ål Eckerö	6,6	11,6	3,7	6,0	6,6	11,3	7,9	108	63	-	-
Ål Vårdö	7,9	12,7	9,7	6,0	6,3	11,1	10,1	108	92	8,1	8,2	
Ål Äppelö	8,5	13,2	4,1	6,0	6,1	11,0	9,8	109	77	-	-	
Äppelö 4	8,0	10,3	3,8	6,0	6,1	11,7	10,5	109	83	-	-	

3.2 Sediment

Den organiska halten i bottensedimentet på de skyddade stationerna år 2013 var i medeltal 9,0 % medan den organiska halten på de exponerade stationerna var 5,0 %. Bland de skyddade stationerna år 2013 var

den organiska halten lägst på Fish 9 medan Ål Järsö hade den högsta halten. Den organiska halten på Ål Järsö var den högsta av samtliga besökta stationer 2013. Bland de exponerade stationerna hade Degersand och Hammarudda de lägsta organiska halterna i bottensedimentet med halter som understiger en procent. Degersand och Hammarudda var samtidigt de enda stationerna som besöktes 2013 där den organiska halten i bottensedimentet understeg en procent. Stationen Ål Äppelö var den station bland de exponerade som hade den högsta organiska halten i bottensedimentet 2013 (tab. 3).

Även om den organiska halten i sedimentet uppvisade en påtaglig variation mellan enskilda stationer bland både skyddade och exponerade stationer, kunde någon statistisk skillnad ($p < 0,05$) inte påvisas mellan 2006 och 2013.

Tabell 3. Den organiska halten i bottensedimentet vid stationerna år 2006 och 2013.

Table 3. The organic content of the bottom samples at the stations in 2006 and 2013.

	2006	2013		2006	2013	
Station	(%)	(%)	Station	(%)	(%)	
Skyddade	Dånö 2*	10,9	13,5	Bockholm	2,3	8,7
	Dånö 4	9,8	11,1	Degersand	0,6	0,8
	L 22	6,8	8,2	Eckerö 1	1,2	1,2
	Prästö	7,4	3,8	Föglö	9,1	6,2
	Ål Bergö	9,2	8,6	Hammarudda	1,7	0,6
	Ål Dånö	10,5	9,6	Korpskär	4,1	10,0
	Ål Järsö	12,2	15,2	Långnäs	4,0	5,1
	Ål Lumparn	7,0	7,6	Mextra 1	4,8	2,9
	Ål Mariehamn	7,3	7,1	Mextra 3	3,0	7,2
	Fish 15	-	13,4	Rödsjär	1,6	1,7
	Fish 9	-	3,0	Saltflyttan	1,0	1,1
	Bruksviken yttre	-	10,1	Silverskär	6,6	10,4
	Hjortösund	-	9,0	Ådskär	0,9	1,2
	Kärringsund södra	-	13,7	Ål Eckerö	1,9	2,4
	Klobbfjärden	-	4,0	Ål Vårdö	7,3	10,0
	Kuggsund	-	10,4	Ål Äppelö	12,2	13,9
	Postafjärden	-	8,0	Äppelö 4	1,1	1,1
Slemmern yttre	-	4,4	Gumholm	-	6,7	
Slottsundet	-	10,5	Tingö	-	5,8	

*Dånö 2 provtogs två gånger 2013. Det angivna värdet anger ett medelvärde av dessa två provtagningar.

3.3 Bottenfauna

Det totala antalet identifierade bottenfaunaarter och -grupper uppgick till 41 st. Östersjömussla påträffades vid 37 av de 39 stationer och var den art som påträffades vid flest stationer. *Marenzelleria* spp. var den näst mest utspridda arten och påträffades på sammanlagt 36 stationer under 2013 (fig. 2).

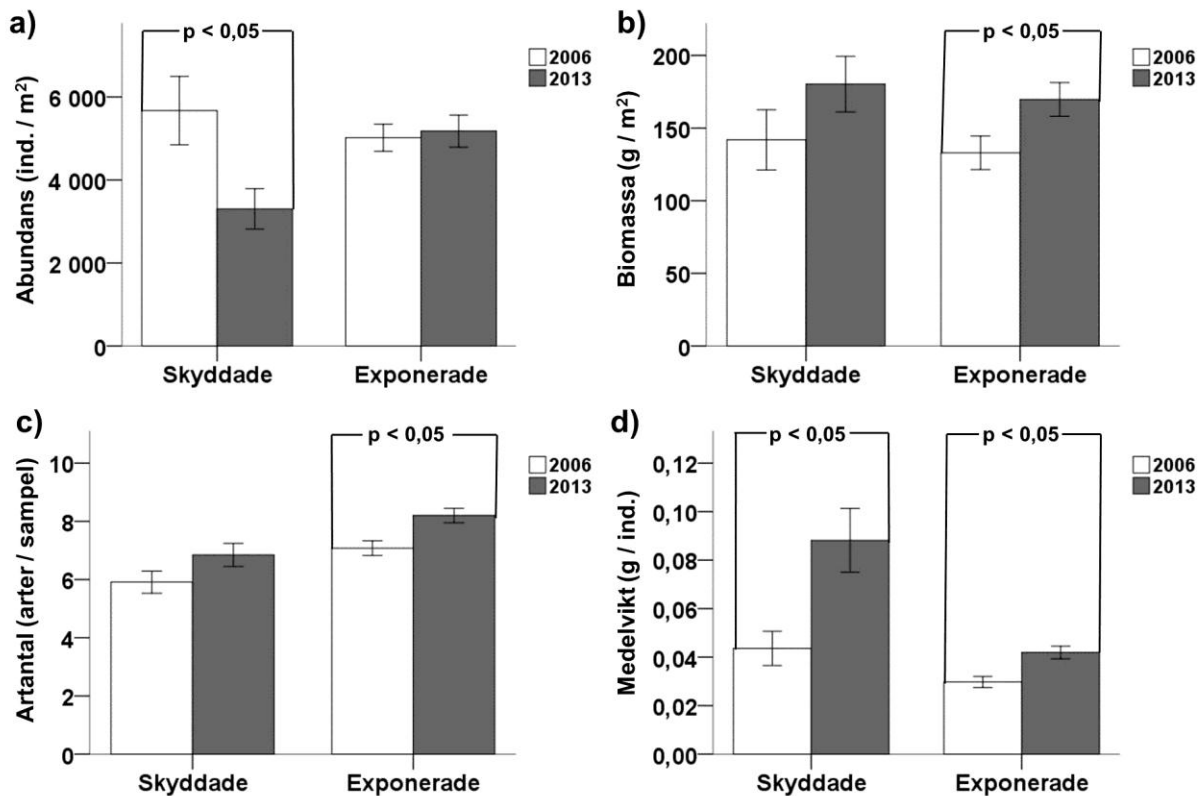
Bland de skyddade stationerna var östersjömusslan den mest utspridda arten och påträffades på sammanlagt 17 av de 19 skyddade stationerna. *Marenzelleria* spp. och *Potamopyrgus antipodarum* påträffades på 16 stationer, medan *Oligochaeta* spp. på 15 skyddade stationer. Sammanlagt identifierades 34 olika arter/grupper på de skyddade stationerna 2013. Flest identifierade arter bland de skyddade stationerna påträffades vid Kärringsund södra (sammanlagt 19 arter). På både Dånö 2 och Ål Mariehamn påträffades 18 arter. Antalet påträffade arter var lägst vid Hjortösund och Klobbafjärden där endast fem arter påträffades. (fig. 2).

Östersjömussla och *Marenzelleria* spp. var de två enda arterna som påträffades vid samtliga 20 exponerade stationer som besöktes 2013. Övriga allmänt förekommande arter på de exponerade stationerna var *Halicryptus* spp., *Oligochaeta* spp. och *Ostracoda* som alla påträffades på 18 exponerade stationer. Sammanlagt identifierades 38 olika arter på de exponerade stationerna 2013. Den största artrikedomen bland de exponerade stationerna 2013 påträffades vid Hammarudda (22 arter). Även vid Eckerö 1 var artrikedomen hög med 21 arter. Den lägsta artrikedomen bland de exponerade stationerna 2013 var vid Ål Äppelö där endast sex olika arter påträffades (fig. 2).

Medelvikten för bottenfaunaindividerna uppvisade också en signifikant förändring (t-test: $t(88) = -3,431$, $p = 0,001$) på de skyddade stationerna mellan 2006 och 2013. I detta fall var bottenfaunaindividernas medelvikter signifikant högre år 2013 än 2006. Artantalet och biomassan uppvisade inga signifikanta skillnader mellan 2006 och 2013 (fig. 3 och tab. 4).

För de exponerade stationerna uppvisar abundansen mellan 2006 och 2013 inte någon signifikant förändring (t-test: $t(178) = -0,409$, $p = 0,683$). SIMPER-analysen gav en dissimilaritet på 46,3 % mellan 2006 och 2013. Till dissimilariteten bidrog en ökning av *M. affinis* med 16,0 %, en nedgång av *Marenzelleria* spp. med 14,7 % och en minskning av *Oligochaeta* spp. med 11,9 %.

Biomassan, artantalet och medelvikten uppvisade en signifikant ökning på de exponerade stationerna mellan 2006 och 2013 (biomassa: Mann-Whitney U = 2905,0, $p = 0,001$, artantal: t-test: $t(178) = -3,440$, $p = 0,001$ och medelvikt: t-test: $t(178) = -3,806$, $p < 0,000$) (fig. 3 och tab. 4).



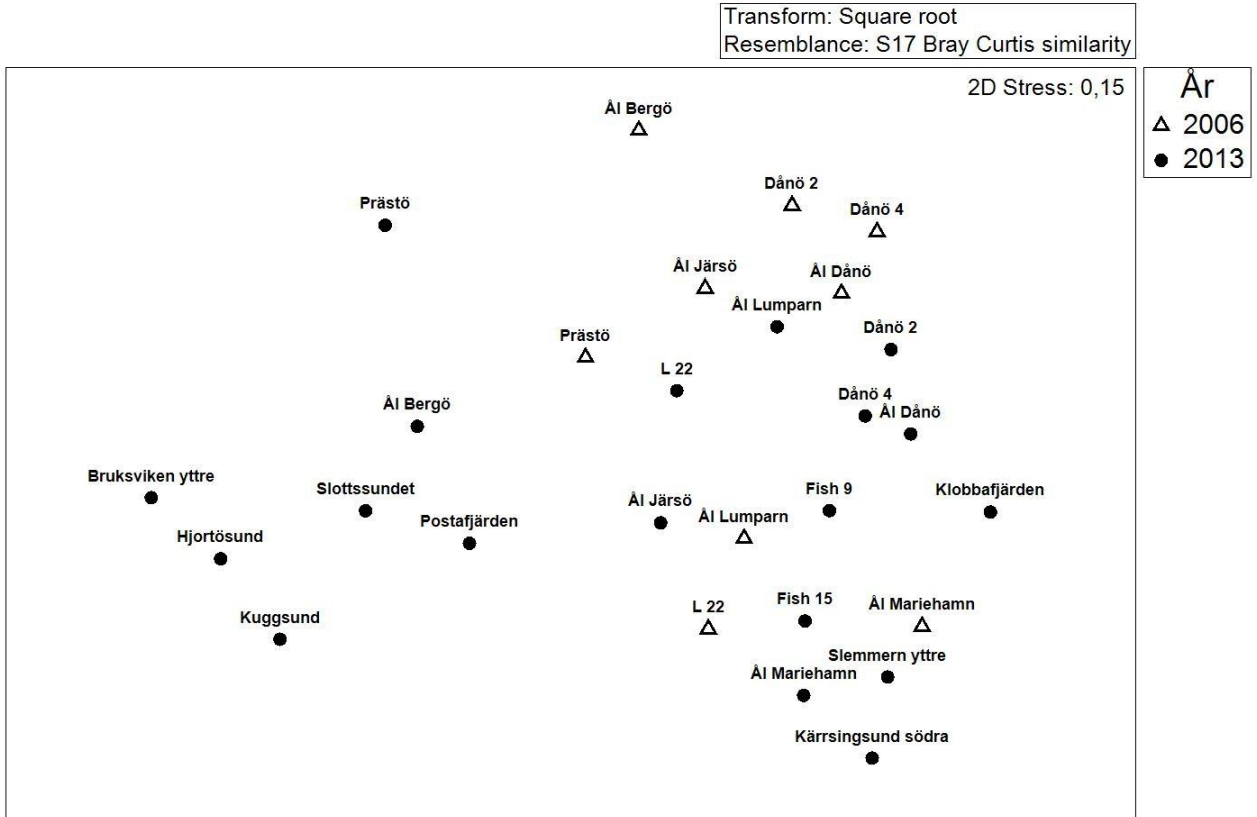
Figur 3. Bottenfaunans a) abundans (ind./m²), b) biomassa (g/m²), c) artantal (arter/sampel) och d) medelvikt (g/ind.) för både skyddade och exponerade lokaler år 2006 och 2013. Värdena anges som stationernas medeltal, felstaplarna anger medeltalets medelfel (S.E.). Notera att endast data från stationer som besöktes både 2006 och 2013 ingår i denna jämförelse.

Figure 3. The a) abundance (ind./m²), b) biomass (g/m²), c) number of species (species per sample) and d) average weight (g/ind.) at both sheltered and exposed stations in 2006 and 2013. The values are given as the average value of the station, error bars represent the standard error of mean (S.E.). Only data from stations visited in both 2006 and 2013 is included in this comparison.

Tabell 4. Statistisk jämförelse av abundans (ind./m²), biomassa (g/m²), artantal (arter/sampel) och medelvikt (g/ind.) för både skyddade och exponerade lokaler mellan åren 2006 och 2013. M-W = Mann-Whitney U-test, N₂₀₀₆ = antalet observationer från 2006, N₂₀₁₃ = antalet observationer från 2013. Statistiskt signifikanta skillnader (*p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001) är indikerade med asterisk.
*Table 4. Statistic comparison of abundance (ind./m²), biomass (g/m²), number of species (species per sample) and average weight for both sheltered and exposed stations between the years 2006 and 2013. M-W = Mann-Whitney U-test. N₂₀₀₆ = number of observations from 2006, N₂₀₁₃ = number of observations from 2013. Statistically significant differences (*p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001) are indicated with an asterisk.*

Exponering	Testparameter	t/N ₂₀₀₆	df/N ₂₀₁₃	U	Sig.	Test
Skyddade	Abundans (ind./m ²)	2,306	88		0,023*	t-test
	Biomassa (g/m ²)	-1,627	88		0,107	t-test
	Artantal (arter/sampel)	-1,858	88		0,066	t-test
	Medelvikt (g/ind.)	-3,431	88		0,001**	t-test
Exponerade	Abundans (ind./m ²)	-0,409	178		0,683	t-test
	Biomassa (g/m ²)	90	90	2905,0	0,001**	M-W
	Artantal (arter/sampel)	-3,440	178		0,001**	t-test
	Medelvikt (g/ind.)	-3,806	178		0,000***	t-test

De skyddade stationerna norr om Lumparn (Bruksviken yttre, Hjortösund, Kuggsund, Slottssundet och Postafjärden), Ål Bergö och Prästö avviker från övriga skyddade stationer i fråga om bottenfaunasamhällets sammansättning under 2013 enligt MDS-analysen (fig. 4). Mellan 2006 och 2013 har den tydligaste förändringen ägt rum på Ål Bergö. Även vid Prästö, L 22, Ål Lumparn, Ål Järsö kan man se förändringar i bottenfaunasamhällets sammansättning mellan 2006 och 2013. Vid Dånöstationerna (Dånö 2, Dånö 4 och Ål Dånö) och Ål Mariehamn har inga större förändringar i bottenfaunasamhällets sammansättning, mellan åren 2006 och 2013, ägt rum.



Figur 4. En MDS-analys för skyddade stationer åren 2006 och 2013. Avståndet mellan punkterna anger stationernas relativa likhet. MDS-analysen baserar sig på bottenfaunasamhällets sammansättning (abundans).

Figure 4. A MDS-plot for the sheltered stations in 2006 and 2013. The distance between the stations represent the relative similarities based on abundance.

Enligt MDS-analysen på bottenfaunasamhällets sammansättning för de exponerade stationerna skiljer sig stationerna Degersand, Långnäs och Hammarudda från övriga exponerade stationer (fig. 5). Skillnaderna mellan 2006 och 2013 för enskilda stationer är överlag små med undantag av Degersand och Mextra 1.

Denna minskning skedde vid Silverskär, Ådskär, Ål Mariehamn och Äppelö 4. Den tydligaste minskningen hade skett vid Äppelö 4, där Shannon-Wieners diversitetsindex sjönk från 1,47 år 2006 till 1,06 år 2013 medan Pielous jämnhetsindex sjönk från 0,64 till 0,51 (tab. 5).

Tabell 5. Shannons-Wieners diversitetsindex och Pielous jämnhetindex för skyddade stationer åren 2006 och 2013. Värderna för 2006 har erhållits från NYGÅRD (2007).

Table 5. Shannon-Wiener's diversity index and Pielou's evenness for the years 2006 and 2013 at sheltered stations. Values for 2006 have been obtained from NYGÅRD (2007).

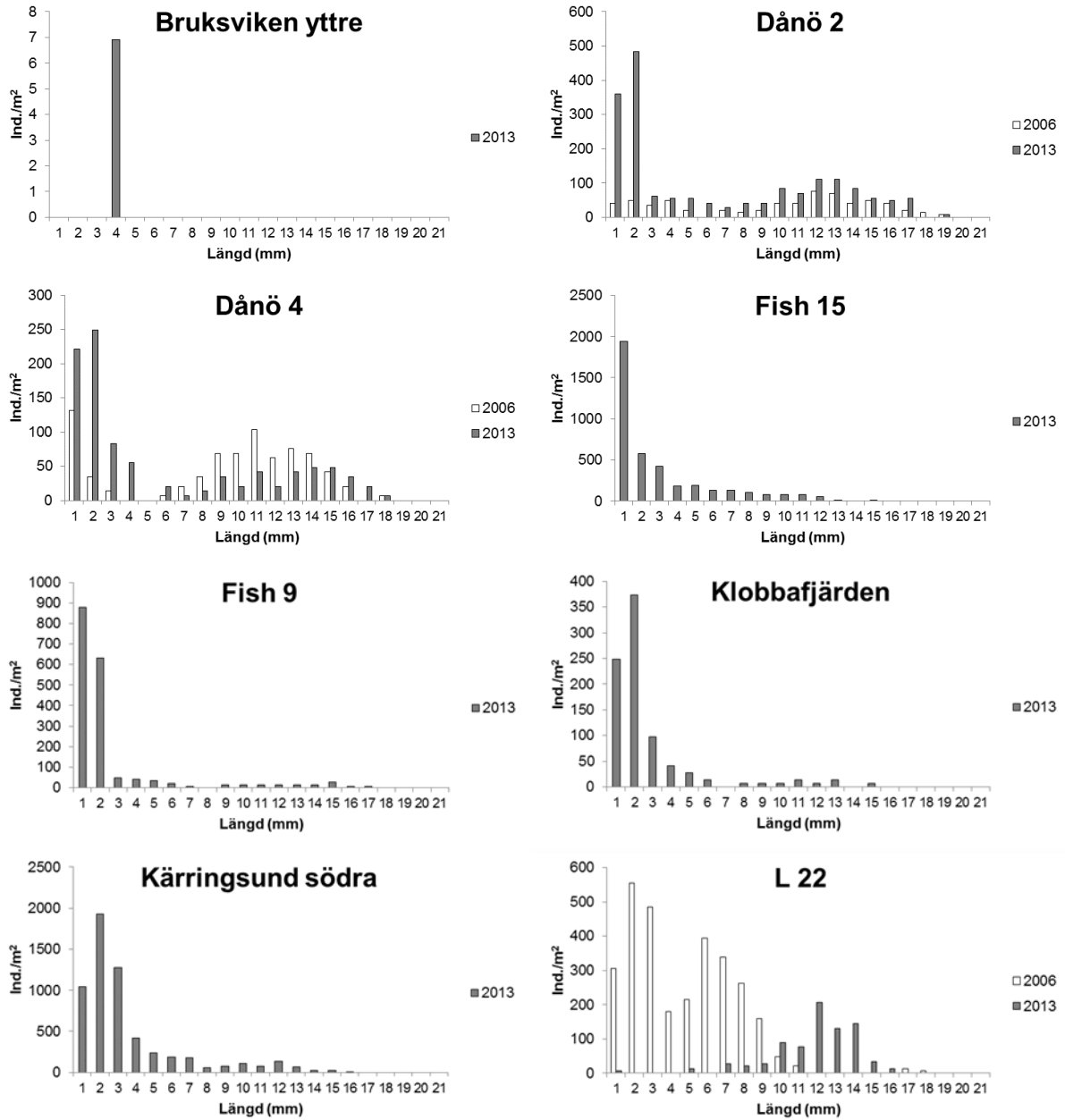
	Station	2006		2013	
		Shannon H'	Pielous J'	Shannon H'	Pielous J'
Skyddade	Dånö 2	0,69	0,25	1,37	0,47
	Dånö 4	0,37	0,15	1,07	0,51
	L 22	1,15	0,50	1,2	0,58
	Prästö	1,73	0,75	1,87	0,85
	Ål Bergö	0,42	0,22	1,55	0,71
	Ål Dånö	0,78	0,44	1,09	0,42
	Ål Järsö	0,99	0,51	1,52	0,63
	Ål Lumparn	1,02	0,43	1,04	0,47
	Ål Mariehamn	1,60	0,56	1,56	0,54
	Fish 15	-	-	1,53	0,56
	Fish 9	-	-	0,84	0,37
	Bruksviken yttre	-	-	0,42	0,23
	Hjortösund	-	-	1,07	0,67
	Kärringsund södra	-	-	1,60	0,54
	Klobbafjärden	-	-	1,00	0,62
	Kuggsund	-	-	0,79	0,41
	Postafjärden	-	-	1,50	0,65
	Slemmern yttre	-	-	1,38	0,56
	Slottsundet	-	-	1,53	0,64
	Exponerade	Bockholm	0,99	0,38	1,25
Degersand		1,48	0,64	1,94	0,70
Eckerö 1		1,57	0,61	1,73	0,57
Föglö		1,38	0,71	1,43	0,62
Hammarudda		1,67	0,54	1,95	0,63
Korpskär		1,14	0,52	1,23	0,49
Långnäs		1,51	0,65	1,66	0,69
Mextra 1		1,56	0,593	1,45	0,66
Mextra 3		1,33	0,577	1,36	0,55
Möckelö		1,58	0,57	1,46	0,59
Rödsjär		1,82	0,69	2,01	0,72
Saltflyttan		1,12	0,45	1,31	0,48
Silverskär		1,15	0,56	1,04	0,42
Ådskär		1,54	0,7	1,35	0,58
Ål Eckerö		1,47	0,67	1,56	0,61
Ål Vårdö		1,26	0,44	1,62	0,63
Ål Äppelö		1,03	0,53	1,08	0,41
Äppelö 4		1,47	0,64	1,06	0,51
Gumholm		-	-	1,08	0,39
Tingö		-	-	1,69	0,68

3.5 Östersjömusslans längdfördelning

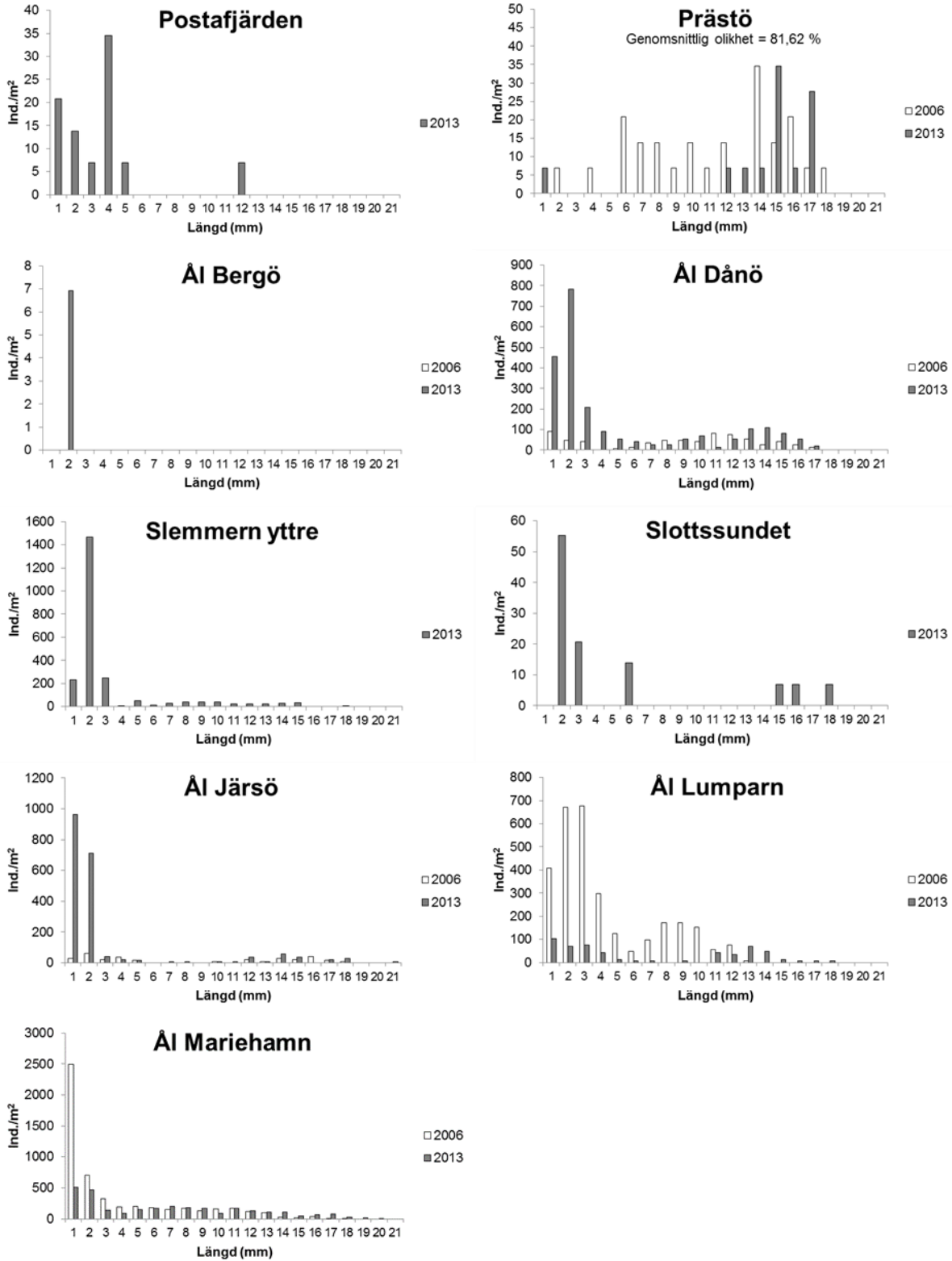
Vid endast två stationer påträffades inga östersjömusslor år 2013. De stationer där inga östersjömusslor påträffades var Hjortösund och Kuggsund. Vid stationerna Bruksviken yttre och Ål Bergö påträffades endast en östersjömusselindivid. Även vid stationerna Postafjärden och Slottssundet var det totala individantalet lågt. Täthetsmässigt påträffades det mest östersjömusslor 2013 på Kärringsund södra (5848 individer/m²). Även vid Fish 15, Dånö 4, Ål Dånö och Slemmern yttre var det totala antalet påträffade östersjömusselindivider högt år 2013 (fig 6.).

Östersjömusslans längdfördelning uppvisade stora skillnader mellan åren 2006 och 2013 på en del stationer (fig. 6-7). Till de stationer som skiljde sig mest mellan åren 2006 och 2013 hörde: L 22, Prästö och Ål Järsö. Vid L 22 och Prästö hade de minsta individerna nästan helt försvunnit år 2013 medan större östersjömusselindivider fortfarande påträffades. Vid Ål Järsö hittades det betydligt mer små individer (1-2 mm) år 2013 än år 2006. Dessa tre ovannämnda stationer är alla klassificerade som skyddade stationer (fig. 6).

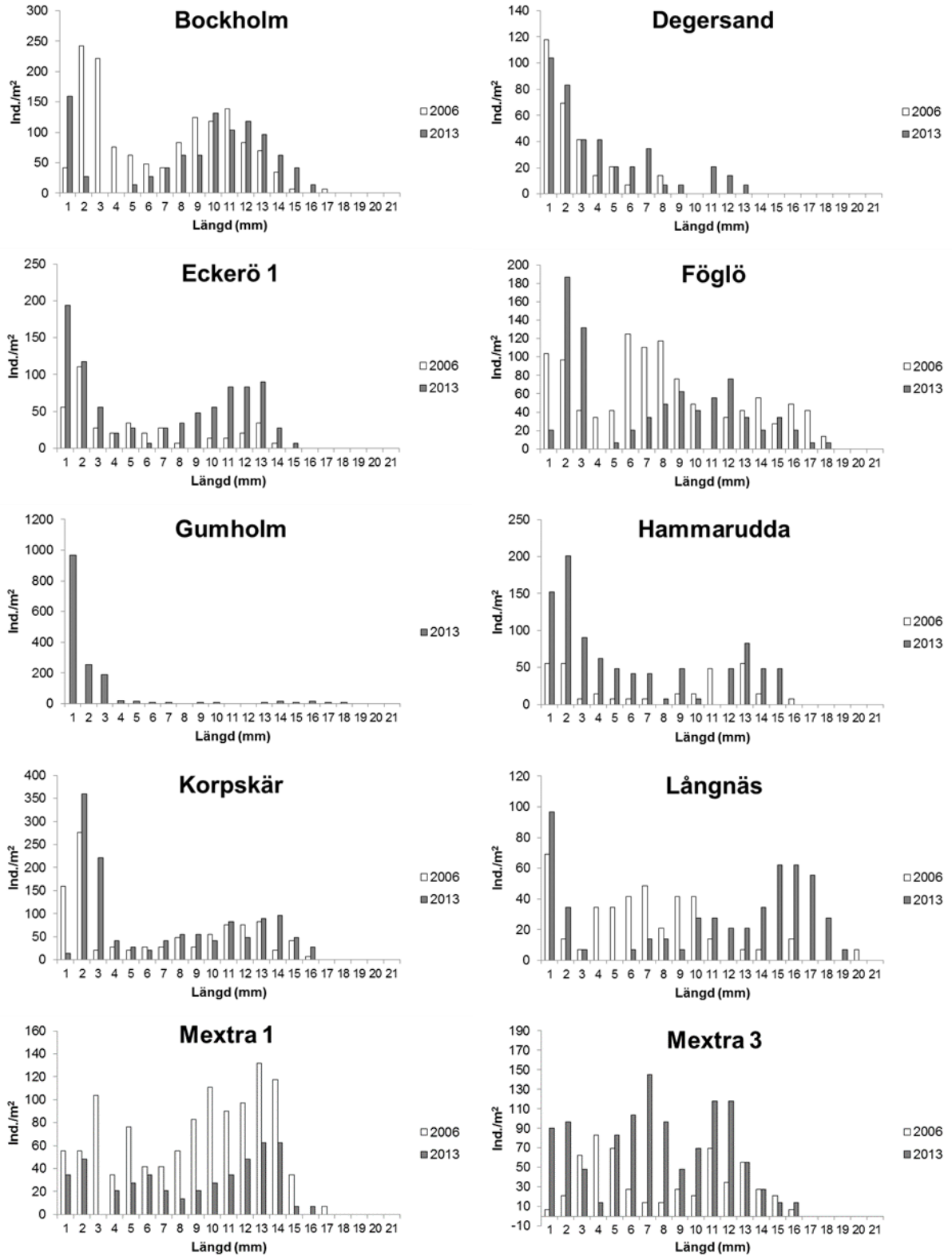
Bland de exponerade stationerna skiljde sig stationerna Långnäs, Äppelö 4 och Hammarudda mest i fråga om östersjömusslans längdfördelning mellan åren 2006 och 2013. Vid Långnäs påträffades ett betydligt mindre antal östersjömusslor i längderna 4-10 mm år 2013 jämfört med 2006. Vid Äppelö 4 och Hammarudda har östersjömusslan ökat tydligt i antal mellan 2006 och 2013. De tre stationerna vid Dånö (Dånö 2, Dånö 4 och Ål Dånö) hade en betydligt högre rekrytering år 2013 än 2006. Utöver förändringarna vid ovannämnda stationer bör även minskningen av antalet östersjömusslor vid Ål Lumparn noteras. (fig. 7).



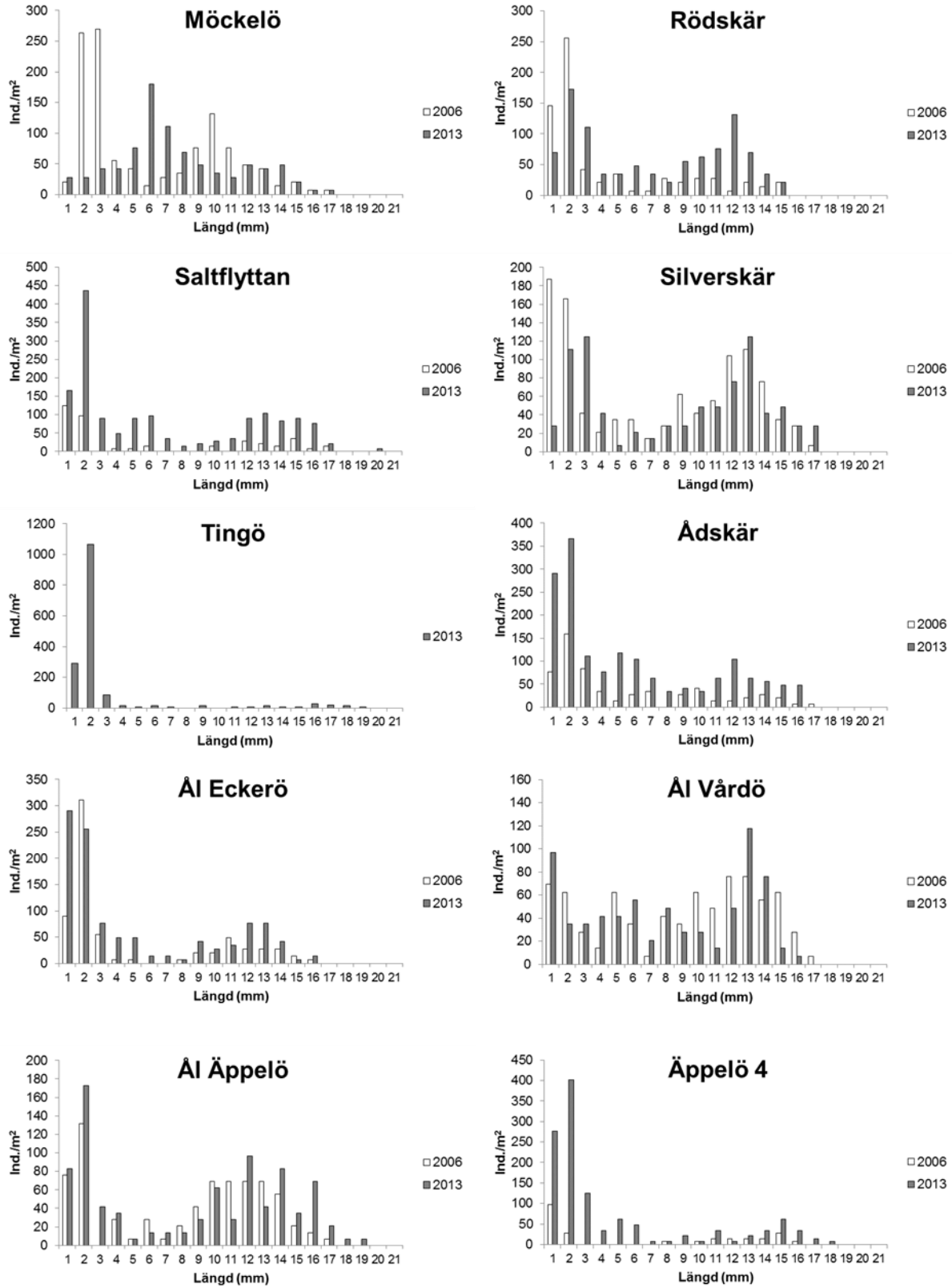
Figur 6. Östersjömusslans längdfördelning på skyddade stationer åren 2006 och 2013.
 Figure 6. The length distribution of *Macoma balthica* at sheltered stations in the years 2006 and 2013.



Figur 6 forts. Östersjömusslans längdfördelning på skyddade stationer åren 2006 och 2013.
 Figure 6 continued. The length distribution of *Macoma balthica* at sheltered stations in the years 2006 and 2013.



Figur 7. Östersjömusslans längdfördelning på exponerade stationer åren 2006 och 2013.
 Figure 7. The length distribution of *Macoma balthica* at exposed stations in the years 2006 and 2013.

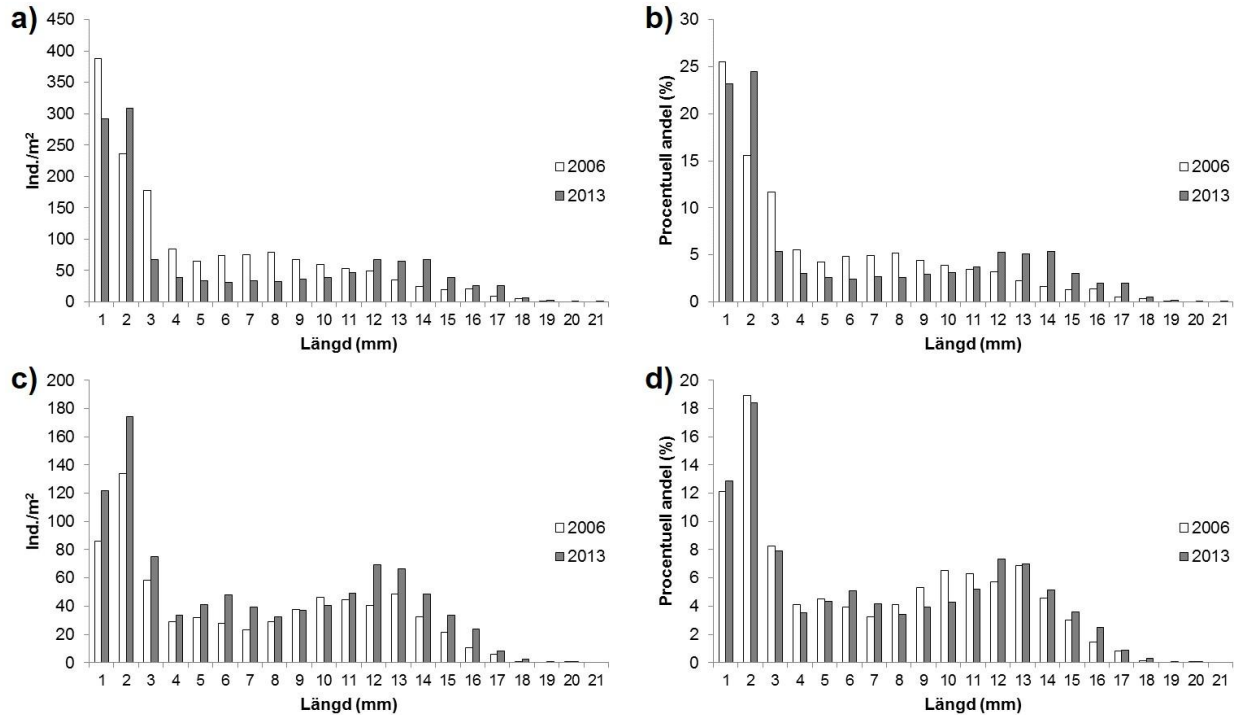


Figur 7 forts. Östersjömuslans längdfördelning på exponerade stationer åren 2006 och 2013.
 Figure 7 continued. The length distribution of *Macoma balthica* at exposed stations in the years 2006 and 2013.

Vid jämförelsen av östersjömusslans längdfördelning på exponerade och skyddade stationer mellan åren 2006 och 2013 ingår endast data från stationer som besöktes under båda åren. Således ingår inte data från stationerna: Bruksviken yttre, Fish 9, Fish 15, Gumholm, Hjortösund, Klobbafjärden, Kuggsund, Kärringsund södra och Tingö i jämförelsen nedan.

På de skyddade stationerna fanns år 2013 ungefär lika mycket 1-2 mm långa östersjömusslor som år 2006. Andelen östersjömusselindivider av längderna 3-10 mm hade däremot minskat sedan 2006. Stora östersjömusselindivider (11+ mm) påträffades det igen mer av 2013 än 2006 (fig. 8)

En liten ökning i abundans (ind./m²) kan urskiljas för de flesta av längdklasserna mellan 2006 och 2013 på de exponerade stationerna. Den procentuella fördelningen av de olika längdklasserna för östersjömusslan på de exponerade stationerna har dock inte ändrat i någon större grad mellan 2006 och 2013 (fig. 8)



Figur 8. Längdfördelningen hos Östersjömusslan på skyddade stationer (a-b) och exponerade stationer (c-d). Staplarna anger ett medeltal av samtliga stationer som tillhör respektive exponeringsklass.

Figure 8. The length distribution of the *Macoma balthica* at the sheltered stations (a-b) and at the exposed stations (c-d). The values are given as an average value amongst all stations within the two exposure classes.

3.6 Ekologisk status

Av de 39 stationer som besöktes 2013 hade elva stationer en hög ekologisk status medan 25 stationer tilldelades en god ekologisk status (tab. 6). Endast tre stationer tilldelades en ekologisk status som var sämre än god år 2013. Hjortösund klassificerades som måttlig och Kuggsund som otillfredsställande medan Bruksviken yttre fick en dålig status.

Jämfört med 2006 ökade den ekologiska statusen till 2013 vid fem stationer, vid sex stationer sjönk den ekologiska statusen medan på resterande 16 stationer skedde inga förändringar i ekologisk status. Den största förändringen ägde rum vid Ål Bergö där den ekologiska statusen steg från otillfredsställande år 2006 till god år 2013. Även vid Dånö 4 skedde en tydlig förbättring varvid den ekologiska statusen steg från måttlig år 2006 till god år 2013. I de fall där den ekologiska statusen sjönk (Föglö, Mextra 1, Mextra 3, Möckelö och Ådskär), sjönk statusen från hög år 2006 till god 2013 (tab. 6).

Tabell 6. Jämförelse av den ekologiska statusen mellan 2006 och 2013. Expo. = stationens exponeringsklass enligt: S = skyddad och E = exponerad. Vid klassificeringen har referensvärden för Skärgårdshavet använts (AROVITA et al. 2012).

Table 6. A comparison of the ecological status in 2006 and 2013. Expo. = the exposure class of the station given as: S = sheltered and E = exposed. The reference values for the Archipelago Sea were used in the status classification. AROVITA et al. (2012).

Skärgårdstyp (djupintervall)	Expo.	Station	Ekologisk Status 2006	Ekologisk Status 2013
Inner (<10 m)	S	Hjortösund	-	Måttlig
	S	Postafjärden	-	God
	S	Slemmerna yttre	-	Hög
	S	Slottssundet	-	God
Inner (10+ m)	S	L 22	God	God
	S	Ål Bergö	Otillfr.	God
	S	Ål Lumparn	God	God
	S	Bruksviken yttre	-	Dålig
	S	Fish 9	-	God
	S	Klobbfjärden	-	God
	S	Kuggsund	-	Otillfr.
	E	Tingö	-	Hög
Mellan (10+ m)	E	Bockholm	God	God
	S	Dånö 2	God	Hög
	S	Dånö 4	Måttlig	God
	S	Långnäs	Hög	Hög
	S	Prästö	Hög	Hög
	S	Ål Dånö	God	God
	S	Ål Järsö	God	Hög
	E	Gumholm	-	God
Ytter (<10 m)	S	Fish 15	-	God
	S	Kärringsund s.	-	God

Tabell 6 forts. Jämförelse av den ekologiska statusen mellan 2006 och 2013. Expo. = stationens exponeringsklass enligt: S = skyddad och E = exponerad. Vid klassificeringen ahr referensvärden för Skärgårdshavet använts (AROVITA et al. 2012).

Table 6 continued. A comparison of the ecological status in 2006 and 2013. Expo. = the exposure class of the station given as: S = sheltered and E = exposed. The reference values for the Archipelago Sea were used in the status classification. AROVITA et al. (2012).

Skärgårdstyp (djupintervall)	Expo.	Station	Ekologisk Status 2006	Ekologisk Status 2013
	E	Degersand	God	Hög
	E	Eckerö 1	Hög	Hög
	E	Föglö	Hög	God
	E	Hammarudda	Hög	Hög
	E	Korpskär	God	God
	E	Mextra 1	Hög	God
	E	Mextra 3	Hög	God
Ytter 10+ m)	E	Möckelö	Hög	God
	E	Rödsjär	Hög	Hög
	E	Saltflyttan	God	God
	E	Silverskär	God	God
	E	Ådskär	Hög	God
	E	Ål Eckerö	God	Hög
	E	Ål Mariehamn	God	God
	E	Ål Vårdö	God	God
	E	Ål Äppelö	God	God
	E	Äppelö 4	God	God

4 Diskussion

4.1 Hydrografi

Syrehalten var väldigt låg vid Ål Bergö 2013. När stationen besöktes sommaren 2013 låg syrehalten i bottenvattnet på 0,4 mg/l (syremättnad: 3 %), vilket är under gränsen (2 mg/l) för syrebrist (HELCOM 2013). Syremättnadsgraden i bottenvattnet vid Ål Bergö uppvisar en sjunkande trend sedan mitten av 1990-talet (jfr. NORKKO & BONSDORFF 1994, PERUS et al. 2001 & NYGÅRD 2007). Ingen regelbunden uppföljning med tätare provtagningsintervall av syre har dock utförts på Ål Bergö och således kan det inte uteslutas att den låga syrehalten som rådde på Ål Bergö sommaren 2013 skulle ha varit tillfällig. En noggrannare uppföljning av syresituationen i bottenvattnet på Ål Bergö och omkringliggande vattenområden (t.ex. Ivarskärsfjärden – Klobbfjärden) vore önskvärd eftersom man då kunde få en bättre uppfattning om syresituationen i området.

4.2 Sediment

Vid 19 av de 26 återbesökta stationerna hade den organiska halten i bottensedimentet ökat. Detta kan vara ett tecken på ökad eutrofiering. Den ökade produktionen av organiskt material som ökad eutrofiering ger upphov till tenderar att leda till ökad sedimentering på botten vilket i sin tur avspeglas som högre halter av organiskt material i bottensediment (STRUCK et al. 2000). När den organiska halten åren 2006 och 2013 undersöktes statistiskt konstaterades det att ingen signifikant förändring hade ägt rum på varken skyddade eller exponerade stationer. Även om det generellt in hade skett en signifikant förändring mellan 2006 och 2013 i fråga om organisk halt i bottensedimentet hade det på en del stationer skett märkbara förändringar. Den nästan trefaldiga ökningen av organisk halt på Gumholm är speciellt oroväckande och bör följas upp i framtiden.

4.3 Bottenfauna

Det totala antalet identifierade bottenfauna-arter och -grupper steg från 37 st. år 2006 till 41 st. år 2013. På motsvarande sätt som i undersökningen utförd av NYGÅRD (2007) var östersjömusslan och *Marenzelleria* spp. de mest utbredda arterna i denna studie.

Resultaten för denna undersökning gällande bottenfaunasamhällets abundans avviker från resultaten från tidigare undersökningar i området (t.ex. BONSDORFF & NORKKO 1994, BONSDORFF et al. 1997b, PERUS et al. 2001 & NYGÅRD 2007). I ovannämnda studier har abundansen tenderat att öka över tid. På de skyddade stationerna hade det mellan 2006 och 2013 skett en signifikant minskning ($p < 0,05$) i abundans. På de exponerade stationerna hade det inte skett några signifikanta förändringar sedan 2006 i fråga om abundans. Enligt SIMPER-analyserna var en minskning i abundans hos *Marenzelleria* spp. bland de viktigaste förklarande faktorerna till den minskade totalabundansen på både skyddade och exponerade stationer. Eftersom *Marenzelleria* spp. redan nu återfinns på de flesta stationer som besökts kan detta innebära att *Marenzelleria* spp. nu har spridit sig till alla lämpliga platser samtidigt som populationstätheten har stabiliserats och är nu på en optimal nivå. Således verkar det som att tydliga invasionen av *Marenzelleria* spp. som rapporteras av NYGÅRD (2007) nu har upphört.

Även biomassan för bottenfaunasamhället uppvisar ett annat mönster än de senaste undersökningarna i området. NYGÅRD (2007) rapporterar en nedgång i biomassan för år 2006 jämfört med år 2000 (PERUS et al. 2001). I denna studie uppvisade biomassan en signifikant ökning bland de exponerade stationerna. En bidragande orsak till varför biomassan på de exponerade stationerna uppvisar en signifikant ökning mellan 2006 och 2013 är ökningen i mängden östersjömusslor. Östersjömusslan kan ha en stor inverkan på bottenfaunasamhällets totala biomassa (NYGÅRD 2007). En signifikant ökning i biomassa i den åländska skärgården har tidigare rapporterats av BONSDORFF et al. (1997b) mellan åren 1976 och 1994. En ökning i biomassa hos bottenfaunasamhället har kopplats ihop med ökad eutrofiering (CEDERWALL & ELMGREN 1980, BONSDORFF et al. 1997b, KOTTA et al. 2007).

Artantalet visade en signifikant ökning på både skyddade och exponerade stationer. Huruvida det stigande artantalet beror på återkolonisering som en följd av förbättrade miljöförhållanden eller om höjningen beror på kolonisation av arter som tidigare inte funnits i området är dock oklart. En ökning av artantalet i den åländska skärgården har tidigare rapporterats av PERUS & BONSDORFF (2004).

Medelvikten per individ uppvisade en signifikant ökning mellan 2006 och 2013. Vad detta beror på kan inte slås fast utifrån materialet i denna studie. Mellan åren 1973 och 2000 låg medelvikten hos bottenfaunaindividerna i den åländska skärgården på en relativt jämn nivå (PERUS & BONSDORFF 2004).

4.4 Diversitetsindex

På de flesta stationerna hade endera Shannon-Wieners diversitetsindex och/eller Pielous jämnhetsindex ökat vilket tyder på att artdiversiteten hos bottenfaunasamhället är på uppgång (SHANNON 1948) samtidigt som enskilda arters dominans har minskat (MULDER et al. 2004). Det bör dock poängteras att även om en ökning i indexvärden kunde ses på de flesta stationerna är förändringarna små. Med undantag av Shannon-Wieners diversitetsindex bland skyddade stationer kunde inga statistiskt signifikanta skillnader mellan 2006 och 2013 konstateras.

4.5 Östersjömusslans längdfördelning

Överlag var rekryteringen god samtidigt som överlevnaden hos adulta östersjömusslor låg på en god nivå år 2013. Ett motsvarande konstaterande gjordes av NYGÅRD (2007) över östersjömusslans längdfördelning i de Åländska kustvattnen år 2006. När en utförligare jämförelse av östersjömusslans längdfördelning utfördes för respektive station, hittades stora variationer, både positiva och negativa.

Avsaknaden och/eller den låga tätheten av östersjömussla vid stationerna längst in i viksystelet norr om Lumparn (Kuggsund, Hjortösund och Bruksviken yttre) kan vara tecken på en längre tids störning med låga syrehalter i bottenvattnet. Östersjömusslan är en relativt tålig art och kan tidvis tåla låga syrehalter i bottenvattnet. Förmågan att utstå låga syrehalter minskar dock markant när temperaturen stiger över 5 °C. (DRIES & THEEDE 1974). Vid låga syrehalter tvingas östersjömusslan därtill att förflytta sig upp på botten sedimentet istället för att ligga nergrävd i sedimentet. Uppe på botten sedimentytan är östersjömusslan utsatt för predation (TALLQVIST 2001, LONG et al. 2008).

De tre Dånö-stationerna (Dånö 2, Dånö 4 och Ål Dånö) och Ål Järsö uppvisade en klart högre rekrytering år 2013 än år 2006. Däremot var rekryteringsframgången vid stationerna: L 22, Prästö och Ål Lumparn väldigt låg år 2013 jämfört med 2006. Alarmerande nog saknades flera längdklasser nästan helt vid L 22, Prästö och Ål Lumparn. På våra breddgrader växer östersjömusslan ca 2,5 mm/år (JANSEN et al. 2009). En avsaknad av flera längdklasser kan därför innebära att förhållandena varit dåliga under en längre tid. Det bör även noteras att de tre stationerna L 22, Prästö och Ål Lumparn är geografiskt närbelägna de stationer norr om Lumparn där östersjömusslan saknas helt eller nästan helt saknas.

4.6 Ekologisk status

Av samtliga stationer som besöktes sommaren 2013, återfanns de tre stationer med sämst ekologisk status i viksystemet norr om Lumparn. Den sämsta ekologiska statusen fanns vid Bruksviken yttre där statusen var dålig. Kuggsund fick en otillfredsställande status medan Hjortösund fick en måttlig status. Enligt den rådande klassificeringen över ekologisk status i Ålands kustvatten för åren 2006-2012, klassificeras de olika vikarna norr om Lumparn som endera måttliga, otillfredsställande eller dåliga i fråga om ekologisk status. Det bör noteras att bottenfaunan inte har legat som grund för den gällande bedömningen av ekologisk status i Ålands kustvatten. Anmärkningsvärt är att bottenfaunans ekologiska situation vid Tingö bedömdes som hög år 2013. Tingö är beläget i anslutning till viksystemet norr om Lumparn.

Något som kunde förklara varför situationen för bottenfaunan i vikarna norr om Lumparn är sämre än på övriga ställen är långvarig eller regelbunden syrebrist i bottenvattnet. Vid provtagningstidpunkten var syresituationen något sämre vid stationerna Bruksviken yttre, Kuggsund och Hjortösund än vid flertalet av de övriga stationerna. Den dåliga situationen i viksystemet norr om Lumparn är dock ingen ny upptäckt. Sedan slutet av 1980-talet har utvärderingar av bottenfaunan visat att viksystemet norr om Lumparn är kraftigt eutrofierat. Speciellt dålig har situationen varit i de inre vikarna där belastningen från punktkällor såsom jordbruk, bosättning och industri är som mest påtaglig (SANDBERG et al. 1989, BONSDORFF et al. 1990, 1991).

Av de stationer som återbesöktes 2013, uppnådde samtliga åtminstone en god status. Ser man på samtliga stationer som besöktes i denna undersökning fick 36 stationer av 39 stationer en god eller hög status. Den ekologiska statusen för bottenfaunasamhällen förefaller generellt ligga på en god kvalitet på Åland med undantag av stationerna i viksystemet norr om Lumparn.

Ål Bergö utmärkte sig i fråga om förbättring i ekologisk status mellan 2006 och 2013. Den ekologiska statusen steg från otillfredsställande till god. Något som talar för att situationen har blivit bättre på denna station är bl.a. ökningen av Shannon-Wieners diversitetsindex från 0,42 år 2006 till 1,55 år 2013. Även dominansförhållandet mellan de olika bottenfaunaarterna har blivit jämnare i.o.m. att Pielous jämnhetsindex steg från 0,22 år 2006 till 0,71 år 2013. År 2006 påträffades inga östersjömusslor på Ål Bergö. Vid bottenfaunaprovtagningen 2013 påträffades en östersjömusselindivid i ett av de fem samplen som togs på stationen. Huruvida östersjömusslan håller på att kolonisera denna station är dock oklart och bör följas upp i kommande uppföljningar. Om syrebristen som förekom på Ål Bergö 2013 förblir långvarig kan detta innebära ett hinder för östersjömusslans återkolonisering. Ifall långvarig syrebrist råder på Ål Bergö (eller i närområden) är det skäl att se över klassificeringen av områdets ekologiska status vid kommande statusklassificeringar.

En tydlig förbättring av den ekologiska statusen vid Dånö 4 hade också ägt rum mellan 2006 och 2013. På motsvarande sätt som vid Ål Bergö hade både Shannon-Wieners diversitetsindex och Pielous jämnhetsindex ökat vilket bidrog till den förbättrade ekologiska statusen.

5 Framtida studier

Vetenskapliga uppföljningsstudier med uppdateringar över läget hos bottenfaunan i den Åländska skärgården bör i allra högsta grad fortsätta i framtiden. Den vetenskapliga uppföljningen bör vara helt oberoende av den monitoringinriktade uppföljningen av bottenfaunan som utförs enligt EU:s vattenramdirektiv (2000/60/EG). I den monitoringinriktade uppföljningen görs sammanvägda bedömningar för större områden, vilket innebär att förändringar på enskilda stationer lätt går förlorade. Speciellt med tanke på den stora variationen mellan olika stationer som presenteras i denna rapport är det av stor betydelse om man även i framtiden kunde ha en god inblick i situationen på enskilda stationer. En god inblick över situationen på enskilda stationer möjliggör identifiering av lokala förändringar över tid, som i sin tur kan vara till nytta vid t.ex. regional planering, beslut om skyddsåtgärder, osv.

I statusklassificeringen av kustvatten som utförs enligt EU:s vattenramdirektiv (2000/60/EG) ingår i skrivande stund ett relativt begränsat antal parametrar. Syrehalten i bottenvattnet är ett exempel på en parameter som inte ingår i statusklassificeringen. Med tanke på situationen vid t.ex. Ål Bergö år 2013 (god ekologisk status samtidigt som det var syrebrist i bottenvattnet) kan undersökningar som denna ge viktig information som skulle gå förlorad om man förlitade sig på resultat som endast ingår i statusklassificeringen som utförs enligt EU:s vattenramdirektiv (2000/60/EG). EU:s vattenramdirektiv ger utrymme för s.k. expertbedömningar i fall där dessa är befogade. En undersökning som denna, med ett utökat antal provtagningsparametrar, kan i bästa fall hjälpa till att identifiera fall där det vore berättigat att göra en expertbedömning istället för den normala statusbedömningen.

En framtida vetenskaplig uppföljning av bottenfaunan i den åländska skärgården bör innefatta även de stationer som i denna rapport inte ingick i jämförelsen med data från 2006. Inte minst p.g.a. den alarmerande situationen vid några av dessa ovannämnda stationer.

För att det i framtiden skall vara möjligt på ett mera pålitligt sätt kunna identifiera förändringar i bottenfaunasamhällen i Ålands skärgård föreslås en justering av exponeringsklassindelningen så att den följer WEIGEL et al. (2015). Indelningen av exponeringsklasser i WEIGEL et al. (2015) bygger på exponeringsklassindelningen i ISAEUS (2004). I WEIGEL et al. (2015) har exponeringsklassindelningen i ISAEUS (2004) anpassats till de åländska förhållandena med hjälp av åländskt långtidsbottenfaunadata ända från år 1973. En ny exponeringsklassindelning som grundar sig på en redan etablerad indelning av exponeringsklasser gör det möjligt att lättare upptäcka storskaliga förändringar i bottenfaunasamhällen. Den föreslagna exponeringsklassindelningen framgår av tabell 7.

Tabell 7. Exponeringsklasser för bottenfaunastationerna i denna rapport och förslag på exponeringsklasser i framtida studier.

Table 7. The exposure classes used for the benthic fauna stations in this study and a proposition on exposure classes to be used in future studies.

Station	Exponeringsklass i denna rapport	Förslag på exponeringsklass i framtiden
Bruksviken yttre	Skyddad	Skyddad
Dånö 2	Skyddad	Exponerad
Dånö 4	Skyddad	Skyddad
Fish 15	Skyddad	Skyddad
Fish 9	Skyddad	Skyddad
Hjortösund	Skyddad	Skyddad
Klobbafjärden	Skyddad	Skyddad
Kuggsund	Skyddad	Skyddad
Kärringsund s.	Skyddad	Skyddad
L 22	Skyddad	Exponerad
Postafjärden	Skyddad	Skyddad
Prästö	Skyddad	Skyddad
Slemmern yttre	Skyddad	Skyddad
Slottsundet	Skyddad	Skyddad
Ål Bergö	Skyddad	Skyddad
Ål Dånö	Skyddad	Exponerad
Ål Järsö	Skyddad	Exponerad
Ål Lumparn	Skyddad	Exponerad
Ål Mariehamn	Skyddad	Skyddad
Bockholm	Exponerad	Exponerad
Degersand	Exponerad	Exponerad
Eckerö 1	Exponerad	Exponerad
Föglö	Exponerad	Exponerad
Gumholm	Exponerad	Exponerad
Hammarudda	Exponerad	Exponerad
Korpskär	Exponerad	Exponerad
Långnäs	Exponerad	Exponerad
Mextra 1	Exponerad	Exponerad
Mextra 3	Exponerad	Exponerad
Möckelö	Exponerad	Exponerad
Rödsjär	Exponerad	Exponerad
Saltflyttan	Exponerad	Exponerad
Silverskär	Exponerad	Exponerad
Tingö	Exponerad	Exponerad
Ådskär	Exponerad	Exponerad
Ål Eckerö	Exponerad	Exponerad
Ål Vårdö	Exponerad	Exponerad
Ål Äppelö	Exponerad	Exponerad
Äppelö 4	Exponerad	Exponerad

Den föreslagna indelningen av exponeringsklasser för framtida uppföljningsstudier leder dock till ett icke balanserat antal skyddade och exponerade stationer. Ett icke balanserat data bör undvikas (DYTHAM 2003), ty detta påverkar pålitligheten av statistiska analyser mellan exponeringsklasserna. Vid kommande uppföljningsstudier bör man således försöka jämnat ut skillnaderna i antal skyddade och exponerade stationer.

6 Konklusioner

- Enligt den senaste uppföljningsstudien på bottenfaunan på Åland (NYGÅRD 2007) var den kraftiga ökningen hos *Marenzelleria* spp. den största förändringen sedan början av 2000-talet. I denna studie konstaterades att ökningen av *Marenzelleria* spp. verkar ha upphört på Åland.
- Längdfördelningen hos östersjömusslan tyder på att populationen överlag är i god balans på Åland. Ett undantag är dock ett flertal stationer kring Lumparn-området, där tydliga tecken på störningar under en längre tid kan ses (vilket syns som störd eller utebliven rekrytering).
- Den ekologiska statusen som år 2013 rådde på stationerna Bruksviken yttre, Kuggsund och Hjortösund är oroväckande och tyder på att den långvariga övergödningsproblematiken i de inre vikarna, norr om Lumparn inte har förbättrats.
- Även om den ekologiska statusen på Ål Bergö hade stigit från otillfredsställande 2006 till god 2013, ger syrebristen i bottenvattnet orsak till oro gällande situationen i området kring stationen (Ivarskärsfjärden-Klobbafjärden). En noggrannare utredning över områdets syresituation vore önskvärd. Eventuellt kunde utförandet av en expertbedömning för den ekologiska statusen vid kommande klassificeringar vara berättigat för detta område.
- Vid framtida baslinjesstudier av bottenfaunan föreslås en ny exponeringsklassindelning. Den föreslagna exponeringsklassindelningen följer WEIGEL et al. (2015). Den föreslagna exponeringsklassindelningen är utformad för den åländska skärgården, vilket gör det enklare att upptäcka förändringar över tid.

7 Litteratur

2000/60/EG. Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område. 2000L0060 – SV – 01.01.2014 – 006.001 – 1

AROVIITA, J., HELLSTEN, S., JYVÄSJÄRVI, J., JÄRVENPÄÄ, L., JÄRVINEN, M., KARJALAINEN, S. M., KAUPPILA, P., KETO, A., KUOPPALA, M., MANNI, K., MANNIO, J., MITIKKA, S., OLIN, M., PERUS, J., PILKE, A., RASK, M., RIIHIMÄKI, J., RUUSKANEN, A., SIIMES, K., SUTELA, T., VEHANEN, T. & VUORI, K.-M., 2012. Anvisning för klassificering av det ekologiska och kemiska tillståndet i ytvattnen 2012–2013 – uppdaterade bedömningsgrunder och tillämpning av dessa (endast på finska). Miljöförvaltningens anvisningar 7/2012. Finlands miljöcentral (SYKE), Helsingfors, 144 s.

BLOMQVIST, E.M. & E. BONSDORFF, 1986. Spatial and temporal variations of benthic macrofauna in a sandbottom area on Åland, northern Baltic Sea. *Ophelia*, Suppl. 4: 27-36

BONSDORFF, E., AARNIO, K. & A. LINDELL. 1990. Bottenfauna och hydrografi i den Åländska skärgården 1972-1990: Mariehamn och Eckerö 1990, samt en totalanalys av den fastländska skärgården i relation till eutrofiering. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 75, 31 s.

- BONSDORFF, E., AARNIO, K., & E. SANDBERG, 1991. Temporal and spatial variability of zoobenthic communities in the archipelago waters of the Northern Baltic Sea – consequences of eutrofication? Int. Revue ges. Hydrobiol. 76: 433-449.
- BONSDORFF, E., BLOMQUIST, E.M., MATTILA, J. & A. NORKKO, 1997a. Coastal eutrophication: causes, consequences and perspectives in the archipelago areas of the northern Baltic Sea. Estuar. Coast. Shelf Sci. 44: 63-72.
- BONSDORFF, E., BLOMQUIST, E.M., MATTILA, J. & A. NORKKO, 1997b. Long-term changes and coastal eutrophication. Examples from the Åland Islands and the Archipelago Sea, northern Baltic Sea. Oceanol. Acta: 20: 319-329.
- BONSDORFF, E., LAINE, A.O., HÄNNINEN, J., VUORINEN, I. & A. NORKKO, 2003. Zoobenthos of the outer archipelago waters (N. Baltic Sea) – the importance of local conditions for spatial distribution patterns. Boreal Env. Res. 8: 135-145.
- CEDERWALL, H. & R. ELMGREN, 1980. Biomass increase of benthic macrofauna demonstrates eutrophication of the Baltic Sea. Ophelia Suppl. 1: 287-304.
- CLARKE, K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Australian J. Ecol. 18: 117-143.
- CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK, 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth.
- CLARKE, K.R. & R.N. GORLEY, 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- DIAZ, R.J. & R. ROSENBERG, 1995. Marine benthic hypoxia: ecological effects and behavioural responses of benthic macrofauna. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 33: 245–303.
- DRIES, R.R. & H. THEEDE, 1974. Sauerstoffmangelresistenz mariner Bodenvertebraten aus der westlichen Ostsee. Mar. Biol. 25: 327-333.
- DYTHAM, C. 2003. Choosing and using statistics: a biologist's guide. Blackwell Publishing, Singapore, 248 s.
- ERIKSSON, J. & E. LEPPÄKOSKI, 1983. Bottenfaunan på Ål-stationerna i den åländska skärgården. Husö biol. stat. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse. Nr 32, 17 s.
- GRAY, J.S., SHIU-SUN WU, R. & Y.Y. OR, 2002. Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 238: 249–279.
- HELCOM, 2013. Approaches and methods for eutrophication target setting in the Baltic Sea region. Balt. Sea Environ. Proc. No. 133.
- HELMINEN, O. 1974. Bottenfaunan i den åländska skärgården I-IV. Specialarbete för bilaudatur i allmän biologi, ekologisk linje, Åbo Akademi. 94 s.
- KOTTA, J., LAURINGSON, V. & I. KOTTA, 2007. Response of zoobenthic communities to changing eutrophication in the northern Baltic Sea. Hydrobiol. 580: 97-108.
- ISAEUS, M. 2004: Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea. Doktorsavhandling. Institutionen för botanik, Stockholms universitet, 40 s.

- JANSEN, J.M., KOUSTAAL, A., SJOERD WENDELAAR, B. & H. HUMMEL, 2009. Salinity-related growth rates in populations of the European clam *Macoma balthica* and in field transplant experiments along the Baltic Sea salinity gradient. *Mar. Freshw. Behav. Phy.* 43: 157-166.
- LONG, W.C., BRYLAWSKI, B.J. & R.D. SEITZ, 2008. Behavioral effects of low dissolved oxygen on the bivalve *Macoma balthica*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 359: 34-39.
- MULDER, C.P.H., BAZELEY-WHITE, E., DIMITRAKOPOULOS, P.G., HECTOR, A., SCHERER-LORENZEN, M. & B. SCHMID, 2004. Species evenness and productivity in experimental plant communities. *Oikos*. 107: 50-63.
- NORKKO, A. & E. BONSDORFF, 1994. Bottenfauna och hydrografi I området mellan kust och öppet hav i den åländska skärgården. *Forskn. rapp. från Husö biol. stat.* No 91, 33 s.
- NYGÅRD, H. 2007. Bottenfaunan och hydrografen i den åländska ytterskärgården sommaren 2006. *Forskn. rapp. från Husö biol. stat.* No 117, 23 s.
- PERUS, J. & E. BONSDORFF, 2004. Long-term changes in macrozoobenthos in the Åland archipelago, northern Baltic Sea. *J. Sea Res.* 52: 46-56.
- PERUS, J., LILJEKVIST, J. & E. BONSDORFF, 2001. Långtidsstudie av bottenfaunans utveckling i den åländska skärgården – en jämförelse mellan åren 1973, 1989 och 2000. *Forskn. rapp. från Husö biol. stat.* No 103, 58 s.
- PERUS, J., BONSDORFF, E., BÄCK, S., LAX, H-G., VILLNÄS, A. & V. WESTBERG, 2007. Zoobenthos as Indicators of Ecological Status in Coastal Brackish Waters: A Comparative Study from the Baltic Sea. *Ambio*. 36: 250-256.
- SANDBERG, E., AARNIO, K. & E. BONSDORFF, 1989. Bottenfaunans utveckling i nordvästra Åland och Lumparn-området – en jämförelse av situationen 1972-73 och 1989. *Husö biol. stat. forskn. rapp. till Ålands Landskapsstyrelse.* No 71, 44 s.
- SHANNON, C.E., 1948. A Mathematical Theory of Communication. *Bell Syst. Tech. J.* 27: 379-423.
- STRUCK, U., EMEIS, K-C., VOSS, M., CHRISTIANSEN, C. & H. KUNZENDORF, 2000. Records of southern and central Baltic Sea eutrophication in $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ of sedimentary organic matter. *Mar. Geol.* 164: 157-171.
- TALLQVIST, M. 2001. Burrowing behaviour of the Baltic clam *Macoma balthica*: effects of sediment type, hypoxia and predator presence. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 212: 183-191.
- VILLNÄS, A. 2004. Återhämtning av vattenmiljön efter avvecklandet av fiskodlingar (Andersö och Järsö). *Forskn. rapp. från Husö biol. stat.* No 110, 33 s.
- WEIGEL, B., ANDERSSON, H.C., MEIER, H.E.M., BLECKNER, T., SNICKARS, M. & E. BONSDORFF, 2015. Long-term progression and drivers of coastal zoobenthos in a changing system. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*
- WESTERBERG, J. 1978. Benthic community structure in the Åland archipelago (N. Baltic) represented by samples of different sizes. *Kieler Meeresforsch., Sonderh.* 4: 53-60.
- WISTBACKA, S. 1994. Bottenfaunan och fiskesamhället i Färjsundet-Lumparn området 1993. *Forskn. rapp. från Husö biol. stat.* No 89, 39 s.
- ÅLANDS LANDSKAPSREGERING (ÅLR), 2009. Åtgärdsprogram för Ålands kust-, yt- och grundvatten 2009-2015. Version 1. 10.12.2009.

ÖSTMAN, M. & E.M. BLOMQUIST, 1997. Tillståndet i åländska skärgårdsvatten – en översikt av situationen under 1980- och 1990-talet, långtidsvariationer samt förslag till kvalitetsparametrar för den åländska vattenlagen. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 95, 44 s.

De senaste Forskningsrapporterna från Husö biologiska station:

No 124 2009 NYSTRÖM, J. Basinventering av bottenvegetationen i grunda havsvikar med potentiell förekomst av kransalger i Saltvik, Sund och Föglö, Åland (*An inventory of the underwater vegetation in coastal lagoons with a potential presence of stoneworts in Saltvik, Sund and Föglö, Åland Islands*).

No 125 2009 HÄGGQVIST, K. & J. PERSSON. Uppföljning av fiskbestånden i Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet och västra Kyrksundet, samt kräftpopulationen i Vargsundet. (*A follow-up study of the fish population in lakes Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet and västra Kyrksundet, as well as crayfish population in lake Vargsundet*).

No 126 2010 KIVILUOTO, S. Basinventering av potentiella lekplatser för abborre (*Perca fluviatilis*) och gädda (*Esox lucius*) i grunda vikar på västra och södra Åland. (*Basic survey of shallow bays as potential spawning places and nursery areas for perch (Perca fluviatilis) and pike (Esox lucius) in western and southern Åland*).

No 127 2010 SALO, T. Kartering av potentiella lekplatser för abborre (*Perca fluviatilis* L.) och gädda (*Esox lucius* L.) i Geta, Sund och Lemland, Åland (*Mapping of possible spawning grounds for perch (Perca fluviatilis L.) and pike (Esox lucius L.) in Geta, Sund and Lemland, Åland Islands*).

No 128 2011 BYSTEDT, S. Kartering av vattenvegetation och klassificering av sjöarna Markusbölefjärden, Långsjön och Lavsböle träsk enligt EU:s ramdirektiv för vatten. (*Survey of aquatic vegetation and classification of the lakes Markusbölefjärden, Långsjön and Lavsböle träsk according to the EU Water Framework Directive*).

No 129 2011 GREN, M. Makrofytenventering och klassificering av sjöarna Vargsundet, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet och Dalkarby träsk enligt EU:s ramdirektiv för vatten. (*Survey of macrophytes and classification of the lakes Vargsundet, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet and Dalkarby träsk according to the EU Water Framework Directive*).

No 130 2011 KAUPPI, L. Kartering av undervattenvegetation i kustområden i NV och SÖ Åland. (*Mapping of underwater vegetation in coastal areas of NW and SE Åland*).

No 131 2011 Litteraturoversikt av blåmusslans biologi och ekologi i Östersjön. (*A review of the biology and ecology of the blue mussel (Mytilus edulis L.) in the Baltic Sea*).

No 132 2012 ABRAHAMSSON, D. Gösens (*Sander lucioperca* (L.)) förekomst i Ivarskärsfjärden (*The occurrence of pikeperch (Sander lucioperca (L.)) in Ivarskärsfjärden*).

No 133 2013 GRIPENBERG, F. En fältkartering av potentiella yngelområden för gös (*Sander lucioperca* L.) - mätningar av grumlighet och andra miljöparametrar. (*A field survey of potential spawning sites for pikeperch (Sander lucioperca L.) - measurements of turbidity and other environmental parameters*).

No 134 2013 HOLGERSSON, E. Kartering av makrofyter, framtagandet av en klassificeringsmetod för att kunna beräkna ekologisk status för Ålands skärgård och skapandet av miljöövervakningsprogram. (*Survey of macrophytes, the creation of classification methods for calculation of ecological status in archipelago of Åland and creation of an environmental monitoring program*).

No 135 2013 KIVILUOTO, S. Kartering och klassificering av undervattensmiljöer samt tillämpning av informationen på den regionala planeringen. NANNUT-projektet på Åland 2010-2012. (*Surveying and evaluating underwater nature values and applying the knowledge in spatial planning processes. Project NANNUT in Åland 2010-2012*).

No 136 2013, EVELEENS MAARSE, F., K., J. Kartering av undervattenvegetation och lekplatser för fisk i Mönsfladan på Åland. (*Mapping of submerged vegetation and fish breeding grounds in the Mönsfladan, Åland*).

No 137 2013, GREN, M. Provfiske i Långsjön, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet, Dalkarby träsk och Lavsböle träsk 2013. (*Test fishing in lakes Långsjön, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet, Dalkarby träsk and Lavsböle träsk 2013*).

No 138 2014, WIKLUND, H. Undersökning av fiskbestånden i Markusbölefjärden och Vargsundet 2014. (*Investigation of the fish community in the Lake Markusbölefjärden and the Lake Vargsundet 2014*).

No 139 2015, GRIPENBERG, F. Provfiske med ryssja – är det möjligt att fiska på rena karpfisksbestånd (Cyprinidae) på Åland? (*Sampling with fish traps – is it possible to fish on pure stocks of cyprinids on Åland?*).

No 140 2015, CEDERBERG, T., BJÖRKHOLM, C. & B. WEIGEL. Bottenfaunan i Ålands skärgård 2013. (*The benthic fauna of the Åland archipelago 2013*).

(detta nummer, present no)

ISSN: 0787-5460

ISBN: 978-952-12-3212-1

Åbo 2015