

Dygnsvariation i rörelsemönster hos marina evertebrater

Karl Weckström, 39054-403-2014

Pro gradu-avhandling i miljö- och marinbiologi

Handledare: Sonja Salovius-Laurén

Fakulteten för naturvetenskaper och teknik

Åbo Akademi

2020

ÅBO AKADEMI – FAKULTETEN FÖR NATURVETENSKAPER OCH TEKNIK

Abstrakt för pro gradu-avhandling

Ämne: Miljö- och marinbiologi	
Författare: Karl Weckström	
Arbetets titel: Dygnsvariation i rörelsemönster hos marina evertebrater	
Handledare: Sonja Salovius-Laurén	
<p>Marina evertebrater på hårbottnar utgör ett dynamiskt samhälle i tid och rum. Hårbottnar med associerade makrofyter är viktiga miljöer och fungerar som "barnkammare" för evertebrater och fiskar. Evertebrater utgör en essentiell del av näringskedjan och är en förutsättning för ett välmående ekosystem. Det finns en konsensus om att arter kan vara aktiva under olika tider på dygnet. De här skillnaderna i aktivitet kan bero på predationstryck eller tillgång till föda. Marina evertebrater är till skillnad från terrestra arter mindre specialiserade på enstaka värdar och kan vid behov byta habitat, en egenskap som gynnar överlevnad, tillväxt och reproduktion.</p> <p>Dygnsvariation i rörelsemönster beskrevs genom att samla in prover regelbundet med håv från vattenkolumnen. Provtagning utfördes även med hjälp av artificiella substrat för att inkludera organismer som rör sig längs med botten. Den omgivande miljön beskrevs genom att kartera vegetationen och undersöka evertebrater som samlades in från alger. Längden på insamlade organismer mättes för att undersöka betydelsen av kroppsstorlek på rörelsemönster. Undersökningen utfördes på västra Åland.</p> <p>Under provtagningen med håv och artificiella substrat påträffades 25 arter, vilka representerade 93 % av de mobila arter som fanns bland vegetationen i området. Det fanns en tydlig preferens för nattaktivitet hos evertebraterna eftersom det totala artantalet och den totala abundansen var högre under natten. Det fanns en trend som visade att diversiteten var högre under natten för de fritt simmande evertebraterna. Multivariata analyser av datat visade att samhällsstrukturen, det vill säga antal individer per art, varierade mellan olika tidpunkter. Generellt rörde sig större individer mera på natten, men majoriteten av de insamlade evertebraterna var juveniler. De här trenderna kunde observeras under hela säsongen.</p> <p>Provtagningsmetoderna bedömdes vara lämpliga för att undersöka rörelsemönster hos epifauna. Artsammansättningen, abundansen, diversiteten och storleksfördelningen av de insamlade individerna var beroende av tidpunkten under dygnet då proverna samlades in. Den insamlade informationen är viktigt för att förstå dynamiken i litorala hårbottensamhällen, och utgående från det utveckla och förbättra uppföljningsprogram för hårbottenfaunan.</p>	
Nyckelord: epifauna, samhällsdynamik, hårbottnar, Norra Östersjön, Åland	
Datum: 15.4.2020	Sidantal: 52

ÅBO AKADEMI UNIVERSITY – FACULTY OF SCIENCE AND ENGINEERING

Abstract for master's thesis

Study programme: Environmental and marine biology	
Author: Karl Weckström	
Title: Diel variation in marine invertebrate movement patterns	
Supervisor: Sonja Salovius-Laurén	
<p>Rocky shore marine invertebrates form a dynamic community in time and space. Rocky bottom habitats are important for fishes and invertebrates as they function as “nurseries”. Invertebrates form an essential link in the food chain and are a prerequisite for a healthy ecosystem. There is a consensus that species can be diurnal or nocturnal and that the adaptations can be explained by predation pressure or resource availability. Contrary to terrestrial species marine invertebrates are less specialised on single hosts and can when needed switch habitat, a trait that favours survival, growth, and reproduction.</p> <p>Diel variation in the movement patterns of the invertebrates in the water column were sampled with a dip net. Sampling was also conducted with artificial substrates to include organisms that crawl along the bottom. The surrounding environment was described through vegetation mapping and by sampling fauna from the vegetation. The collected invertebrates were measured to assess if length influences activity. The study was conducted on the western Åland Islands.</p> <p>During the sampling with dip net and artificial substrates 25 species were found, which represented 93 % of the mobile species that were found in the vegetation. There was a clear preference for nocturnal activity as species richness and the total abundance was higher during the night. Trends for higher diversity during the night could be observed for the swimming invertebrates. Multivariate analyses of the data showed that community structure, that is number of individuals per species, varied during the sampling. Larger species were generally more active at night, even if most of the caught invertebrates were juveniles. The aforementioned trends could be observed throughout the whole season.</p> <p>The sampling method was deemed an effective way to describe mobile epifauna, and the timing of sampling influenced species composition, abundance, diversity, and size distribution of the collected organisms. The collected information is important to understand the dynamics of littoral rocky shore communities and based on that develop and improve monitoring programs for rocky shore fauna.</p>	
Keywords: Epifauna, diurnal variation, community dynamics, rocky shore, northern Baltic Sea, Åland Islands	
Date: 15.4.2020	Number of pages: 52

Innehållsförteckning

1.	Introduktion	1
1.1.	Biorytm hos marina evertebrater.....	1
1.1.1.	Fysiologin bakom dygnsvariation i rörelsemönster	2
1.1.2.	Den cirkadianska klockan hos marina evertebrater.....	3
1.2.	Dygnsvariation och migrationsmönster hos marina evertebrater.....	3
1.3.	Anpassning till predatorer	5
1.4.	Miljöförändringar och behovet av kunskap	6
1.5.	Avhandlingens målsättning och hypoteser.....	6
2.	Material och metoder.....	7
2.1.	Provtagningslokal.....	8
2.2.	Fältarbete och provtagning.....	9
2.2.1.	Provtagning med håv (metod 1)	9
2.2.2.	Artificiella substrat (metod 2)	11
2.2.3.	Insamling av evertebrater från den omgivande vegetationen.....	12
2.2.4.	Genomgång av prover	12
2.3.	Statistiska analyser	13
3.	Resultat	16
3.1.	Omgivningsparametrar.....	16
3.2.	Skillnaden i mängden arter, total abundans och diversitet under dygnet.....	17
3.3.	Skillnader mellan provtagningsstillfällena	27
3.4.	Artspecifik variation.....	28
3.4.1.	Längdberoende skillnader i individernas rörelse.....	28
3.5.	Dygnsvariationer i samhällsstrukturen.....	32
3.6.	Den omgivande evertebratfaunan	39
3.7.	Ljusets betydelse för evertebraters rörelsemönster	39
4.	Diskussion	40
4.1.	Skillnader i mängden arter	40
4.2.	Skillnader i abundans	41
4.3.	Skillnader i diversitet och jämnhet.....	42
4.4.	Inverkan av kroppsstorlek på rörelsemönster	43
4.5.	Förändringar i samhällsstrukturen under dygnet.....	44
4.6.	Ljusets inverkan på aktivitet	44
4.7.	Provtagningsmetodernas styrkor och svagheter.....	45

5. Slutsatser.....	46
6. Tillkännagivanden	47
7. Referenser.....	48
8. Bilagor	53

1. Introduktion

Rörelse är en av de mest karakteriserande egenskaperna hos djur. Mobila djur rör på sig för att kunna samla in föda, föröka sig och komma undan predatorer (Allen et al. 2018). Den här rörelsen kräver dock stora mängder energi som inte kan användas till tillväxt och reproduktion (Bonte et al. 2012). Den akvatiska miljön som ett medium för rörelse skiljer sig från den terrestra, eftersom effekten av jordens dragningskraft och friktion i vatten är mindre (Herreid & Fourtner 1980). Det mobila marina evertebratsamhället på hårbotten består till största delen av kräftdjur och gastropoder (Saarinen et al. 2018). Den huvudsakliga typen av rörelse man associerar med vatten är simning. Kräftdjur som decapoder, gammarider och isopoder uppvisar flera olika typer av rörelse. De här organismernas extremiteter är i hög grad specialiserade. Flera kräftdjur som gammarider och decapoder har utvecklat paddelliknande extremiteter som möjliggör energieffektiv rörelse i vatten samt en kroppsform som minimerar friktionen av vattenmassan (Herreid & Fourtner 1980). De här extremiteterna är ofta täckta med hårlika spröten (setae) som ökar rörelsernas effektivitet (Herreid & Fourtner 1980). Flera kräftdjur har även utvecklat effektiv pleopodal simning, vilket innebär användning av endast extremiteterna på bakre kroppen (Herreid & Fourtner 1980). Det här har även gett upphov till en caridoid flyktreaktion som snabbt förflyttar individen bakåt med hjälp av snabba sammandrag av buksegmenten (Herreid & Fourtner 1980). Kräftdjur kan även ta sig fram längs med ytor, vilket i vattenmediet gynnas av en segmenterad kropp samt egenskapen att hålla sig fast i substratet. Gastropoder till skillnad från kräftdjuren kryper fram över substratet med sin utvecklade fot som även fäster individen vid substratet.

1.1. Biorytm hos marina evertebrater

Biorytm innebär periodicitet i levande organisms beteende och livscyklar (Bulla et al. 2017), det vill säga att samma tillstånd återkommer med jämna mellanrum. Marina organismer har anpassat sig till miljöer som förändras i tid. Till de här förändringarna räknas dygnsvariation, månfas, tidvatten samt säsongsbunden variation (Bulla et al. 2017). Marina organisms biorytm i kustnära zoner är ofta reglerad av periodicitet i tidvatten (Bulla et al. 2017, Naylor, 2010), vilket inte är fallet i den tidvattensfria

Östersjön. Hos majoriteten av marina organismer kan periodicitet i aktivitetsmönster identifieras. De här aktivitetsmönstren kan påverkas av olika ljusrelaterade fenomen, den interna biologiska klockan eller en kombination av dem (Bulla et al. 2017; Naylor, 2010; Barnes, 1986). Eftersom livet har sitt ursprung i havet är studien av marina organismers biorytm av intresse för att förstå hur de här adaptationerna till miljöförhållanden har utformats under evolutionen. Det finns även efterfrågan på samarbete mellan kronobiologer som studerar organismers förmåga att mäta och reagera på tidens gång, och ekologer (Bulla et al. 2017, Tessmar-Raible et al. 2011).

1.1.1. Fysiologin bakom dygnsvariation i rörelsemönster

Marina evertebrater har utvecklat olika ljuskänsliga organ. Exempel på dessa är fasettögon, pigmentbägarögon, naupliusögon, punktögon eller ljuskänsliga celler. De här organen uppvisar dygnsvariation i struktur och känslighet, samt har kopplats till andra neurologiska förändringar i organismen (Cronin, 1986). Organismer som uppvisar dygnsvariation i sin aktivitet i marina förhållanden karakteriseras oftast av utvecklade ”ögon” (Alldredge & King 1977). Evertebrater med ett centralt nervsystem som till exempel humlor anses kunna försjunka i ett vilotillstånd (Helfrich-Förster, 2018). Vilotillståndet innebär att evertebraten intar en viloställning, minimerar rörelse samt ökar sitt tröskelvärde för stimuli. En viktig del av vilotillståndet är att behovet av vila ökar efter aktivitet och att behovet nollställs efter vilan (Helfrich-Förster, 2018). Vilotillstånd är en del av organismers dygnsrytm och regleras av hormoner som melatonin. Melatonin och andra hormoner reglerar dygnsrytmen hos såväl däggdjur, växter som evertebrater (Hardeland & Poeggeler 2003). Produktionen av melatonin induceras av mörker i alla organismer oberoende av deras dygnsrytm. Hos nattaktiva organismer fungerar melatonin som ett aktiverande hormon. Melatonin har varierande effekter på olika organismer och kan ge upphov till vertikal migration hos djurplankton (Schippers & Nichols 2014).

Förutom ljusstyrkan har vattentemperatur en påverkan på evertebraters rörelse. Högre temperatur ökar metabolismen hos organismer vilket stimulerar rörelse (Halcrow & Boyd 1967).

1.1.2. Den cirkadianska klockan hos marina evertebrater

Den cirkadianska klockan är en organisms förmåga att förvänta sig förändringar i sin omgivning på olika tidsskalor (Devlin, 2002). Den här klockan möjliggör även för organismerna att uppskatta dagslängd och säsongsförändringar (Devlin, 2002). Den cirkadianska klockan kalibreras av yttre miljöfaktorer. Dessa kan bestå av förändringar i ljusstyrka vid soluppgång och solnedgång eller förändringar i temperatur (Devlin, 2002). Den cirkadianska klockan är därmed ett resultat av en grundläggande endogen (inducerad av hormoner) dygnsrytm som anpassas till de lokala miljöförhållandena genom en yttre stimulans (DeCoursey, 1983).

1.2. Dygnsvariation och migrationsmönster hos marina evertebrater

Det finns flera studier på vertikal och horisontell förändring i utbredning av djurplankton. Den här migrationen drivs av bland annat predationsrisk, tillgång till föda och vattnets syrekonzentration och det är förväntat att de här faktorerna även påverkar makrovertebrater (Marklund et al. 2001, Ohman et al. 1983). Djurplankton uppvisar flera andra tidsbundna mönster i rörelse än vertikal migration. De här innefattar undvikande av stränder, horisontell migration över längre sträckor, svärmning under dagen, utbredning på natten samt olika icke-slumpmässiga grupperingar i vattenkolumnen (Morgan & Threlkeld 1982). Pungräkor migrerar horisontellt under sommaren då de söker sig till kustnära vatten för att undvika försämrade syreförhållanden på djupa bottnar samt för att juveniler lättare ska ha tillgång till föda (Morgan & Threlkeld 1982). Pungräkan *Mysis relicta* i Östersjön migrerar också mot ytan under natten och undviker så låga ljusstyrkor som 10^{-4} lux (Rudstam et al. 1989).

Marina makrovertebrater är till skillnad från terrestra arter mindre specialiserade på enstaka värdar och kan vid behov byta mikrohabitat (Kraufvelin & Salovius 2004, Bates & DeWreede 2007). Evertebrater kan skilja på hur de använder sig av makroalger i tid och rum. Buschmann (1990) visade att amphipoder av släktet *Hyale* växlade mellan att prioritera alger som skydd eller föda enligt tiden på dygnet. Det här stöder argumentet om

att epifaunan, bottendjur som lever på substratet, rör sig mellan till exempel olika makrofyter, musselbäddar eller grusbottnar. Enstaka arters rörelser har dock undersökts bättre, som till exempel pungräkor (Rudstam et al. 1989, Euclide et al. 2017). Det finns ingående kunskap om habitatval hos *Idotea baltica*, till exempel vilken del av Blåstången, *Fucus vesiculosus* individer av olika kön och ålder föredrar i tid (Jormalainen et al. 2001, Merilaita & Jormalainen 1999). Vattenkolumnen ska inte betraktas som en homogen massa utan uppvisar heterogenitet i såväl hydrologiska egenskaper som temporära biotiska faktorer. De här faktorerna kan till exempel innebära drivande alger som är betydande för utbredningen av evertetrater. Den mobila epifaunan kan utnyttja drivande alger som skydd från predatorer samt spara energi genom att driva med algerna istället för att simma (Salovius et al. 2005). Faktorer som påverkar aktivitet och rörelse är av stor betydelse när rörelsedynamiken av evertetrater undersöks.

Studier om evertetraters rörelser samt dygnsvariation har undersökts i olika sötvattenssystem. Hampton och Duggan (2003) undersökte hur evertetrater bytte habitat i predatorfria dammar. Marklund et al. (2001) undersökte hur evertetraters migrationsmönster varierade under dygnet i en tätbevuxen sjö. Det finns även flera studier från rinnande vatten. Till exempel Holomuzki och Hoyle (1990) beskrev hur närvaron av en predator påverkade habitatval och aktivitet hos *Gammarus minus*. De här experimenten har huvudsakligen utförts i Nordamerika eller Sydeuropa. Jansson och Källander (1968) visade att ljusstyrkan hade en inverkan på kräftdjur av överordningen *Peracaridas* dygnsvariation i Östersjön.

Flera taxa av evertetrater är rörliga i vattenkolumnen vilket möjliggör ett mycket dynamiskt samhälle under korta tidsperioder (Taylor, 1998). Det här innebär att genom ett stort utbyte av individer på en resurs kan totalt flera individer utnyttja sig av samma resurs. Evertetrater så som peracarider kan lämna substratet eller sitt skydd för att bli en del av det demersala organismsamhället, det vill säga som lever direkt ovanför botten. Orsaken till det här kan vara faktorer som reproduktion, födosamling, flykt undan predatorer, skalömsning eller dispersion till ett nytt habitat (Allredge & King 1980). Aktivitet under natten påverkar förekomsten av individer i vattenkolumnen. I vissa undersökningar är den totala abundansen av organismer i aktiv rörelse relativt konstant

under dygnet men omsättningen av arter har varit hög, det vill säga varierar det vilka arter som förekommer och i vilka förhållanden. Det här tyder på att makrofaunan simmar mycket snabbt mellan mikrohabitat samt att individer enkelt kan förflytta sig mellan vegetation som rör vid varandra (Martin-Smith, 1994; Taylor, 1998).

Månfasen kan påverka aktiviteten av evertebrater (Alldredge & King 1980). Amphipoder och isopoder som lämnade sedimentet under natten uppvisade en minskad migration i vattenkolumnen under fullmåne. Det här mönstret var oberoende av tidvatten (Alldredge & King 1980). Månfaser är kopplade till tidvatten som påverkar flera litorala arter och därav uppvisar arter som lever i tidvattenzonen som till exempel *Eurydice pulchra* periodicitet i förhållande till månfaser (Naylor, 2001). Östersjön är tidvattensfri, men inga undersökningar om månljusets påverkan på rörelsemönster hos evertebrater har utförts.

1.3. Anpassning till predatorer

Fiskars dygnsvariation varierar och predationsbeteende är en drivande faktor till variationer i rörelsemönster hos evertebrater (Holomuzki & Hoyle 1990, Taal et al. 2017), och därför är predatorernas beteende av intresse. Predatorer som storspigg och småspigg uppvisar dygnvariation i sin aktivitet och sitt habitatval (Taal et al. 2017). Majoriteten av fiskar är aktiva i den litorala zonen under natten samt skymningen, troligtvis på grund av en större sannolikhet att hitta föda samt undvika sina egna predatorer (Taal et al. 2017).

Aktiv rörelse låter habitat utnyttjas av flera individer då omsättningen är stor. Det här möjliggör att ett habitat kan upprätthålla en högre densitet av fauna (Jørgensen & Christie 2003). Aktiv rörelse kan minska på tävlingen om levnadsutrymme och ger även en möjlighet att snabbt ta sig till nya tillgängliga habitat. De här mönstren av aktiv rörelse utsätter dock evertebraterna för fiskpredation (Holomuzki & Hoyle 1990), fågelpredation (Barrett et al. 2002) och predation av andra evertebrater (Hegele-Drywa & Normant 2009). Aktiv rörelse under dygnets mörka tid bidrar därmed till en högre överlevnad (Martin-Smith 1993, Jørgensen & Christie 2003, Merilaita & Jormalainen 2000).

1.4. Miljöförändringar och behovet av kunskap

Hårdbottnar med associerade makrofyter är betydande miljöer och fungerar som ”barnkammare” för evertebrater och fiskar (Jansson & Dahlberg 1999, Kraufvelin et al. 2018). Grundläggande data om evertebraters rörelser är viktigt för att kunna identifiera möjliga förändringar i miljön genom jämförande studier i tid samt för att beskriva samhällsdynamiken. Samhällsdynamik innebär hur ett organismsamhälle utvecklas och förändras under olika tidsskalor. Makroalger och evertebrater påverkas av klimatförändringen och eutrofiering (Kraufvelin, 2007). Eutrofiering kan orsaka en minskning i biodiversitet (Kraufvelin, 2007). Evertebraterna är en viktig del av näringskedjan eftersom de äter av algerna (Jormalainen et al. 2001) samt fungerar som föda för fiskar och fåglar. Evertebraterna äter även epifytisk påväxt på makroalger och motverkar därmed effekter av eutrofiering (Bronmark, 1985).

För studier som undersöker rumslig eller säsongsbunden variation är det av stor betydelse att förstå ifall provtagningar under en viss tid på dygnet representerar organismsamhället under alla dygnets timmar. Bentiska evertebrater är också indikatorer då den ekologiska statusen utvärderas i enlighet med Europeiska unionens ramdirektiv om en marin strategi (Direktiv 2008/56/EC). Det här kan utföras till exempel genom att beräkna BBI (Brackish Water Benthic Index) som bedömer tillståndet av det bentiska djursamhället (Perus et al. 2007). Unionen uppmuntrar medlemsstaterna till att utveckla uppföljningsprogram och fylla kunskapsluckor om marina ekosystem (COM (2008) 534). Epifaunan är en viktig del av de marina ekosystemen och en effektiv standardiserad uppföljning och standardiserade metoder krävs för att bättre kunna döma förändringar och status i miljön (Saarinen et al. 2018).

1.5. Avhandlingens målsättning och hypoteser

Målet med pro gradu-avhandlingen var att beskriva dygnsvariationer i rörelsemönster hos marina makrovertebrater i Östersjön. Undersökningen utgick från hypotesen att det kan observeras variation i rörelsemönster hos evertebrater. Nollhypotesen som testades emot var att rörelsemönstren hos evertebrater var slumpmässiga under dygnets timmar. Det

förväntas finnas en starkare skillnad i rörelsemönstren hos evertebraterna mellan dygnets timmar samt artmångfalden och abundansen förväntas öka mot slutet av säsongen. Undersökningen strävade även efter att besvara mera detaljerade frågor för att kunna förstå den möjliga variationen samt hårbottendynamiken. Populationsstudier gjordes genom att jämföra storleken på individer som samlades under olika tider på dygnet. Förväntningen var att större individer är mer abundanta under natten och uppvisar en tydligare dygnsvariation än juveniler eftersom de är mer aktsamma samt inte har samma krav av födotillgång.

Avhandlingen försöker svara på följande mera detaljerade frågor:

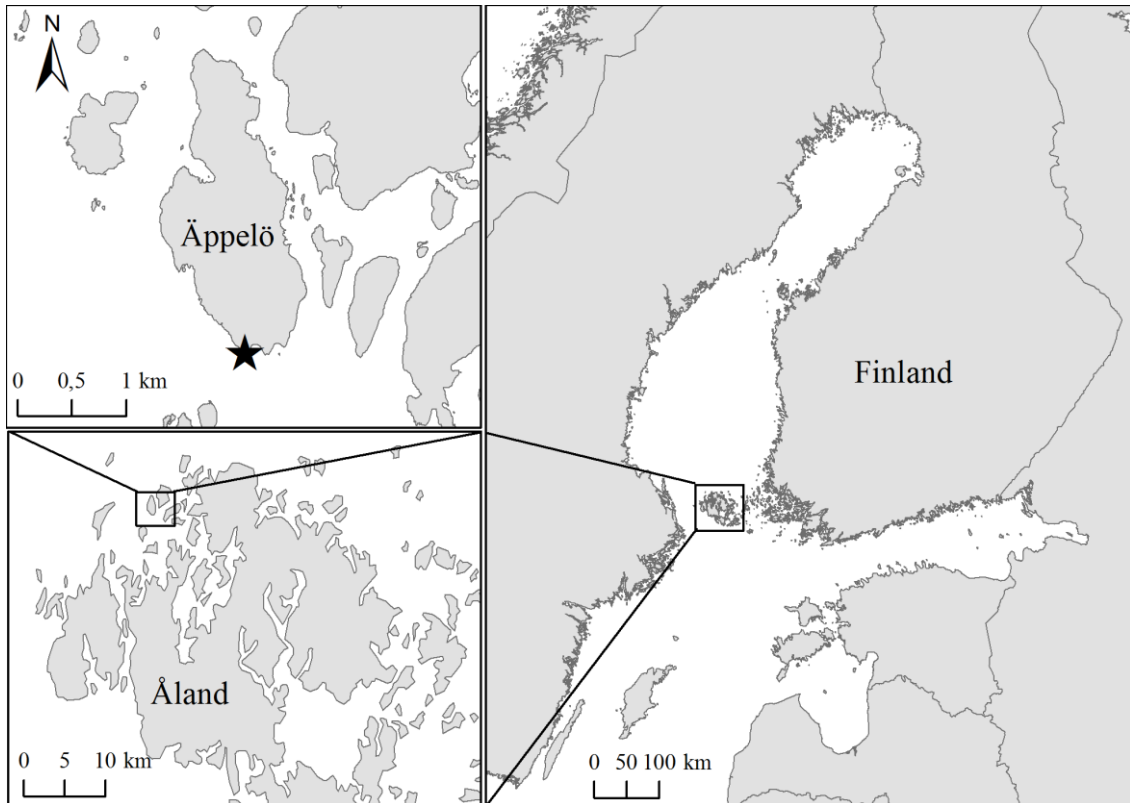
- a. Hur varierar rörelsemönstret i tid (dygnsvariation) hos olika arter av evertebrater?
- b. Finns det någon inomartsvariation?
- c. Vilken inverkan har ljuset på evertebraternas aktivitet?
- d. Varierar rörelsemönstret hos evertebrater längs med sommarsäsongen?

2. Material och metoder

Östersjön är ett unikt ungt hav som karakteriseras av brackvatten, låg biodiversitet och en stark säsongsvariation i väderförhållanden (Kautsky & Kautsky 2000). Brackvattensmiljön begränsar utbredningen av marina och sötvattensarter i Östersjön. I Östersjön förekommer flera olika typer av kustlinje och bottentyper. Den svenska och finska kusten består huvudsakligen av hårbottnar som möjliggör fästningen av fleråriga makroskopiska brunalger, där *F. vesiculosus* klassas som en nyckelart (Kautsky & Kautsky 2000). *F. vesiculosus* bildar komplexa heterogena habitat på hårbottnar där vattenvegetationen med rötter som inte kan etablera sig och är därför av enorm betydelse för Östersjöns välmående. Brunalgsbältet i Östersjön uppehåller ca. 30 arter av makrofauna och flera fiskarters juvenila stadier är beroende av habitatet som erbjuder skydd och tillgång till föda (Kautsky & Kautsky 2000).

2.1. Provtagningslokal

Undersökningen utfördes på Äppelö (60°21'30,9"N, 19°42'10,6"E), nordvästra Åland. Lokalen är en del av Ålands ytterskärgård och relativt exponerad.



Figur 1. Karta över provtagningslokalen.

Provtagningslokalens vegetation på en meters djup dominerades av blåstång (*F. Vesiculosus*) samt de filamentösa algerna brunslick, (*P. Littoralis*) samt molnslick, (*Ectocarpus silicosus*) (tabell 1). Grönslick, (*Cladophora glomerata*) växte grundare samt var fäst på större stenar. Lokalen bestod av en hårbotten med varierande storlekar av substrat. Det förekom ansamlingar av sand vid lokalen, vilka ökade under sommaren på grund av en dominerande sydlig vind. Botten var lätt sluttande och övergick på ca. 2,5 meters djup till sand. På det här djupet förekom även en ålgräsäng (*Zostera marina*). I öst övergick botten till sand med glesa förekomster av naten och i väst till starkt sluttande klippor med filamentösa alger och *F. vesiculosus*.

Tabell 1. En överblick av vegetationen i provtagningslokalen. Karteringen utfördes genom att uppskatta täckningen av makrofyter i en 0,25 m² slumpmässigt vald ruta på samma djup (1 m) som provtagningarna senare utfördes. Täckning som överskrider 100 % tyder på förekomst av epifyter (påväxtalger)

Ruta	Djup	<i>F. vesiculosus</i>	<i>E. silicosus</i>	<i>P. littoralis</i>	<i>Z. palustris</i>	<i>C. filum</i>	Total
1	1 m	25 %	50 %	25 %	< 1 %	0 %	100 %
2	1 m	75 %	0 %	25 %	0 %	0 %	100 %
3	1 m	20 %	0 %	75 %	5 %	0 %	100 %
4	1 m	100 %	0 %	25 %	0 %	0 %	125 %
5	1 m	25 %	5 %	70 %	< 1 %	< 1 %	100 %

2.2. Fältarbete och provtagning

Väderleksinformation hämtades från det finska meteorologiska institutet för att kunna bestämma lämpliga dagar för provtagningen. Provtagningarna utfördes under liknande väderförhållanden och hård vind och regn undveks för att minska möjliga störningar vid själva provtagningen.

Under provtagningarna mättes ljusstyrka och vattentemperatur på en meters djup med en halv timmes intervall med en HOBO Pendant © Temperature/Light 64K Data Logger som fästes i en tegelsten. Dataloggern sänktes ner under varje provtagning på en meters djup. Det försäkrades att datainsamlaren var riktad rakt mot ytan och att sensorn inte var skyddad av vegetation. Ljusstyrka inkluderades för att bestämma betydelsen av ljus för djurens aktivitet.

2.2.1. Provtagning med håv (metod 1)

Provtagningarna utfördes under tre omgångar; 10.7–11.7, 6.8–7.8 och 31.8–1.9.2019. Provtagningarna utfördes med ca tre veckors mellanrum för att kunna analysera ifall en variation under säsongen kunde observeras.

Den mobila epifaunan fångades med en modifierad fiskhåv (figur 2). Håvens öppning hade en area på 0,42 m² och var en meter djup. Håvens skaft var en meter långt. Håvens djup bestämdes enligt det planerade provtagningsdjupet för att minimera effekten av att vattnet skulle tryckas undan då håven drogs upp. Påsen hade en sållstorlek på 0,7 mm. Provtagningen utfördes med fyra timmars intervall, klockan 12:00, 16:00, 20:00, 00:00, 04:00 och 08:00. Vid varje tidpunkt togs det fem replikat. Proverna togs genom att placera håven på botten och vänta i tre minuter. Under väntetiden eftersträvades så lite störning som möjligt. Ingen extern ljuskälla användes under provtagningen som kunde påverka resultaten. Förekomster av enskilda drivande alger i håven plockades bort då håvens kanter nått ytan så att inga fritt simmande organismer kunde fly.

Håven tömdes i en större vattenfylld låda och innehållet sållades genom ett 0,5 mm:s såll. De organismerna som fastnat i sållet överfördes i burkar och konserverades i 70 % etanol i fält.



Figur 2. Tömning av håven under natten.

2.2.2. Artificiella substrat (metod 2)

Den andra delen av undersökningen bestod av ett koloniseringsexperiment för att också inkludera rörelsemönster hos de evertebrater som rör sig längs med botten. Provtagningen utfördes under samma datum som metod 1. De artificiella substraten fick koloniserats under fyra timmars tid: 12:00-16:00, 16:00-20:00, 20:00-00:00, 00:00-04:00, 04:00-08:00 och 08:00-12:00. Vid varje tidpunkt togs det fem replikat. Koloniseringsexperimentet utfördes med hjälp av artificiella substrat. De artificiella substraten konstruerades av en petriskål ($\text{\O} = 10 \text{ cm}$) som grund, en sten av för lokalen naturlig röd granit, två meter två mm tjock lindad jutetråd som placerades på stenen och två gummiband som fäste konstruktionen (figur 3). En liknande design har utvecklats och bevisats effektiv av Kraufvelin (2007).



Figur 3. Exempel på de artificiella substraten som konstruerades för provtagningen (utan flöten).

Substraten markerades med flöten som fästes med fiskelina. Efter att substraten konstruerats lades de i blöt i sållat brackvatten i en vecka. Substraten placerades ut med minst tre meters mellanrum på en meters djup. Substraten placerades ut på öppningar bland vegetationen med så lika långa avstånd från vegetationen som möjligt (provtagarens uppskattning). Under natten var placeringen mindre exakt eftersom botten inte var lika tydligt synlig. En diskret ljuskälla användes för att hitta flötena under natten.

Det har visat sig att artificiella substrat lämpar sig väl för korttidskoloniseringar i marina förhållanden (se till exempel Jørgensen & Christie 2003).

Substraten samlades in med en separat håv som omslöt substratet då det lyftes upp till ytan. Stenen, petriskålen och gummibandens rensades på fauna i fält. Hela jutetråden överfördes, tillsammans med den insamlade faunan, i burkar och konserverades i 70 % etanol.

2.2.3. Insamling av evertebrater från den omgivande vegetationen

För att beskriva miljön samt bedöma provtagningsmetoderna togs det även prover från omgivande makroalger. De makroalger som inkluderades var *F. vesiculosus* och *C. glomerata*. Förekomsten av *C. glomerata* överensstämmer inte med den tidigare beskrivningen av provtagningslokalen (tabell 1), men troligtvis har *C. glomerata* varit mera abundant på de större stenar som proven togs ifrån. Provtagningarna utfördes 17.7, 14.8 och 28.8.2019 mellan 11:00 och 13:00. Det togs tre prover per alg. *F. vesiculosus* samlades in med hjälp av nätpåsar (20 x 30 cm). Ruskor med mycket påväxt undveks. Nätpåsarna tömdes i labb och evertebraterna samt algerna konserverades i 70 % etanol.

C. glomerata samlades in med en hårbottenprovtagare som konstruerades av ett PVC-rör ($\varnothing = 15$ cm) och en påse (sällstorlek 0,7 mm). Påsen fästes runt armen på provtagaren med hjälp av ett gummiband. Röret placerades mot substratet och algerna skrapades loss med en spatel. Röret vändes sedan och lyftes upp till ytan. Påsen tömdes i ett säll och de insamlade algerna och evertebraterna konserverades i 70 % etanol i fält.

2.2.4. Genomgång av prover

Proverna tagna med metod 1 och 2 sorterades och mättes med hjälp av ett stereomikroskop (Nikon SMZ1500®). Alla evertebrater som samlats in mättes och artbestämdes till lägsta möjliga nivå. Individer av *Gammarus* sp. och *Idotea* spp.

identifierades till artnivå endast då individerna var över fem millimeter långa. Jutetråden gicks igenom under preparationsmikroskop för att försäkra att alla organismer inkluderades. Mindre individer mättes med hjälp av den inbyggda skalan i mikroskopet med 0,1 mm:s exakthet. Individer över 10 mm mättes med millimeterpapper med 0,5 mm:s exakthet. Individer av *Idotea* spp., *Gammarus* sp. och *Theodoxus fluviatilis* mättes enligt beskrivningen i figur 4. Individer av *Hydrobia ulvae* mättes från toppen till nedre kanten av öppningen. *Palaemon adsperus*, *Palaemon elegans* och pungräkor mättes från ändan av rostrum till ändan av telson.



Figur 4. Illustrering av hur längden av individerna mättes. Individer av *Idotea* spp. rätades ut medan gammariderna mättes i viloposition.

Evertebraterna insamlade från den omgivande vegetationen plockades från algerna under stereomikroskop, artbestämdes och räknades. Algerna torkades i 60 °C i tre dagar varefter torrvikten mättes för att få ett mått på abundans/100 g alg torrsvikt.

2.3. Statistiska analyser

Alla tre provtagningsomgångar analyserades separat på grund av att det antogs finnas effekter av säsongsvariation, som till exempel tillväxten av individer. Analyserna utfördes i R (3.6.1) (R Core Team, 2017) och PRIMER v7. Variansanalyser utfördes för att undersöka skillnader i antalet taxa, abundans, diversitet och jämnhet. Diversitet beräknades som Shannon–Wieners diversitetsindex och jämnhet som Pielous

jämnhetsindex med R-paketet Vegan 2.5–6 (Oksanen et al. 2013). Normalfördelning av data undersöktes med hjälp av sambandsdiagram och histogram för att evaluera fördelningen av data, och själva normalfördelningen testades med Shapiro–Wilks test. Homogenitet av varianser analyserades med Bartlett's test. För att nå kraven av en parametrisk variansanalys användes en logaritmttransformation ($\ln(x) + 1$). Parametriska analyser utfördes med en envägs-ANOVA (R 3.6.1). Parvisa jämförelser analyserades med TukeyHSD post-hoc test (R 3.6.1). De variabler som inte uppfyllde kraven för en ANOVA genom transformering, analyserades med ett icke-parametriskt Kruskal–Wallis test och de parvisa jämförelserna gjordes med Dunn's test med R-paket Dunn.test (Dinno & Dinno 2017).

Skillnader i evertebraternas längd mellan provtagningstidpunkterna analyserades även med envägs-ANOVA och Kruskal–Wallis test. Vissa av de analyserade arterna grupperades ihop enligt: *Palaemon* sp., *Idotea* spp. och *Gammarus* sp. för att öka på sampelstorleken och undvika fel som kunde uppstå på grund av otillräckligt data. Arterna *H. ulvae* och *T. fluviatilis* analyserades som enskilda grupper.

Skillnader mellan de tre provtagningarna undersöktes för att beskriva en möjlig variation under säsongen. Analyserna utfördes med Kruskal–Wallis test och parvisa jämförelser med Dunns test. Ljusstyrkans påverkan analyserades med Spearmann's korrelation eftersom ljus-data inte lämpade sig för parametriska tester. Skillnader i individernas längd mellan dygnets timmar analyserades med icke-parametriska Kruskal–Wallis test eftersom kraven för parametriska test inte nåddes. Analyserna utfördes i R.

Artsamhällets sammansättning analyserades i PRIMER. Data transformerades med en fjärderotsrotstransformering för att höja på betydelsen av mindre abundanta arter. Juveniler inom *Gammarus*, *Idotea* och *Palaemon* fördelades mellan arter enligt den procentuella förekomsten fullvuxna individer av respektive art. Artsammansättningen analyserades genom att beräkna en Bray–Curtis olikhetsmatrix (formel 1) i PRIMER.

$$BC_{ij} = 1 - \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

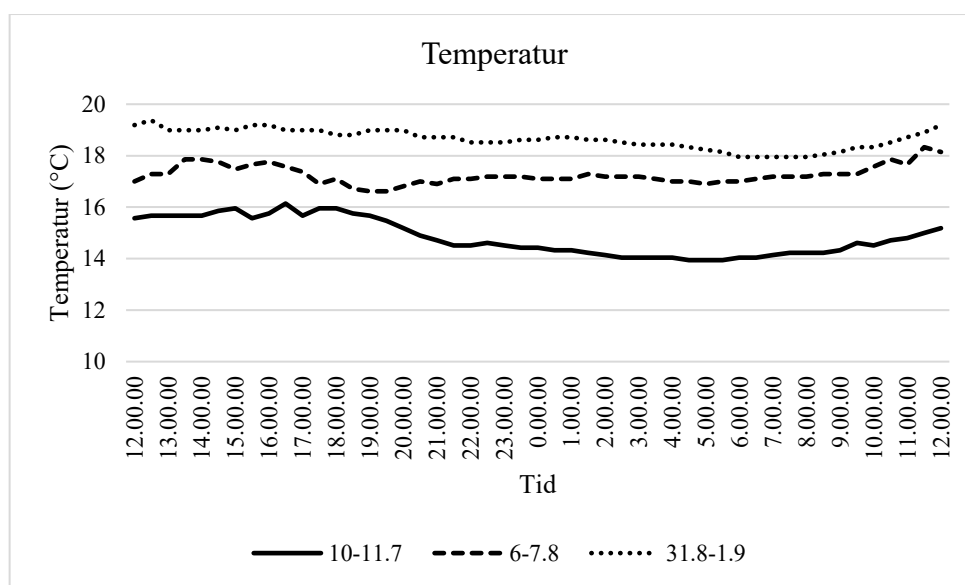
Formel 1. BC_{ij} står för Bray–Curtis olikhetet, C_{ij} är summan av lägre antalet individer för de för jämförelserna gemensamma arterna, S_i och S_j är den totala abundansen för respektive grupp (Bray & Curtis 1957).

Matrisen användes för en icke-metrisk multidimensionell skalning (NMDS). NMDS-analysen användes för att identifiera möjliga grupperingar. NMDS-analysen kompletterades med en ANOSIM (Analysis of Similarities). ANOSIM-analysen grundade sig på en Bray–Curtis olikhetsmatris på kvadratrotstransformerat data. ANOSIM beaktade hela data samt gjorde parvisa jämförelser. ANOSIM-analysen kompletterades med en SIMPER (Similarity Percent) analys. Illustreringar av resultaten utfördes i Microsoft Excel och Power Point.

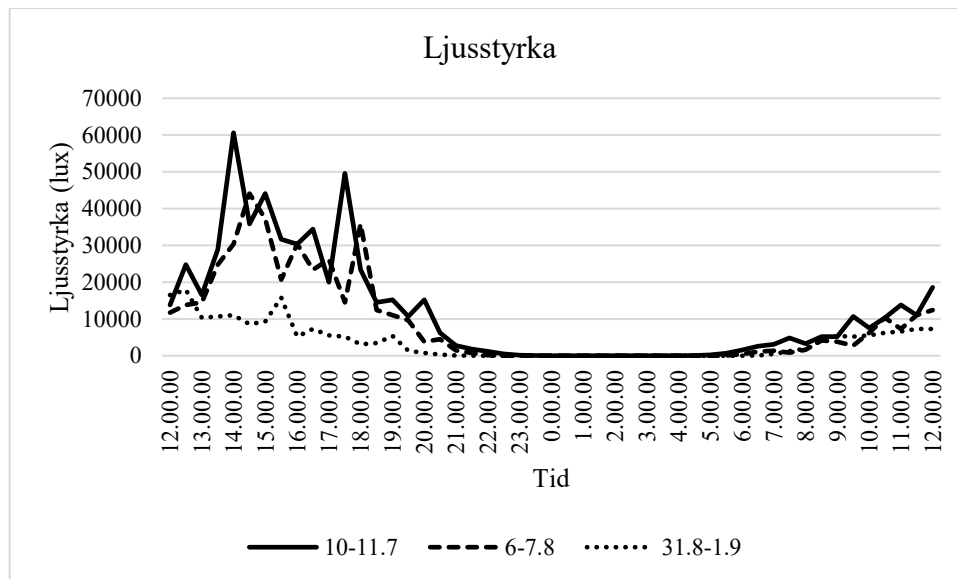
3. Resultat

3.1. Omgivningsparametrar

Vattentemperaturen under hela undersökningen varierade mellan 13,9 och 19,2 °C. Under ett provtagningstillfälle varierade vattentemperaturen i medeltal $1,78 \pm 0,4$ °C. Vattentemperaturen steg under de tre provtagningarna medan ljusstyrkan sjönk (Figur 5 och 6). Utgående från det insamlade data kan man se att ljusstyrkan faller till noll mellan 20:00 och 21:00 under alla provtagningar (figur 6) och börjar sakta stiga igen efter 5:30. Vattnets pH var i medeltal $7,99 \pm 0,1$ och syremängden $10,5 \pm 1,0$ mg/l (17.5–14.9.2019) (data från Äppelö, regelbunden uppföljning av Husö biologiska station).



Figur 5. Variation i vattentemperatur under de tre provtagningarna.



Figur 6. variationer i ljusstyrka under de tre provtagningarna.

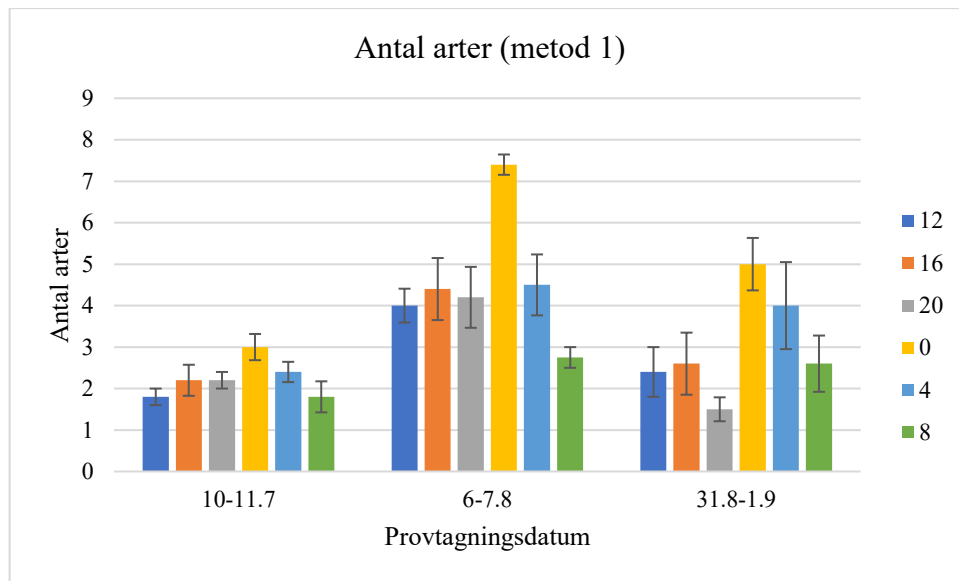
3.2. Skillnaden i mängden arter, total abundans och diversitet under dygnet

För proven insamlade med metod 1 kunde en trend av högre artantal under natten observeras. Proven insamlade med metod 2 visade ingen trend. Den totala abundansen av djur varierade signifikant under alla provtagningar utom de som samlades med metod 2 10–11.7.2019. Det fanns överlag få skillnader i diversitet och jämnhet. Resultat från variansanalyserna finns presenterade i tabell 2 och de insamlade evertebraterna finns presenterade i tabell 3 och 4.

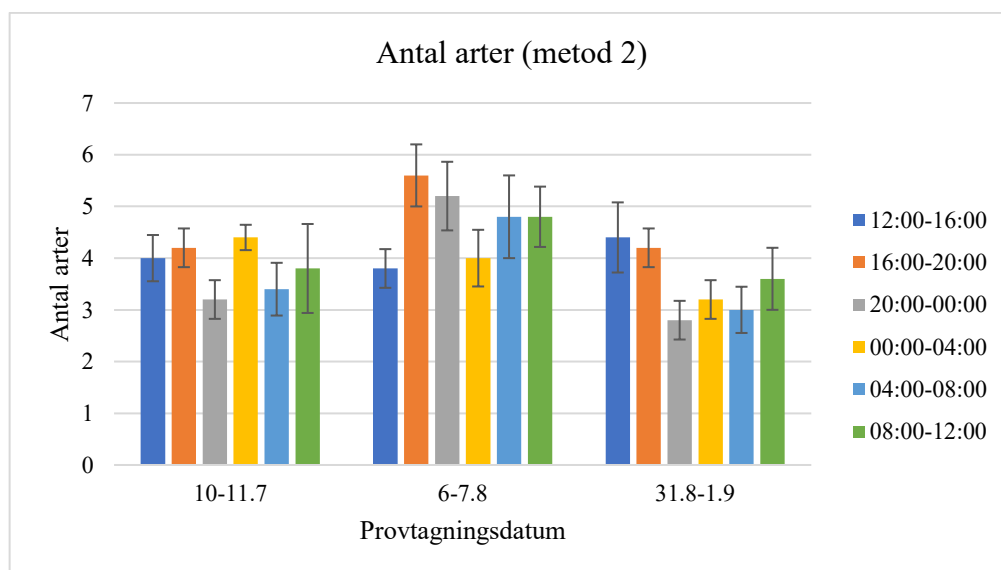
Tabell 2. Resultat av variansanalyser (ANOVA eller Kruskal–Wallis) för antal arter (taxa), Shannons-Wieners diversitetsindex (H'), Pielous jämnhet (J) och abundans för prover tagna med metod 1 och 2 under de tre provtagningarna

Provtagning	Metod	Parameter	Transformering	Analys	R ²	F/Chi ²	p
10–11.7	1	Taxa	Ingen	KW	–	–	icke sign.
10–11.7	1	H'	ln(x+1)	ANOVA	–	–	icke sign.
10–11.7	1	J	Ingen	KW	–	–	icke sign.
10–11.7	1	Abundans	ln(x+1)	ANOVA	0,45	F 5,24 = 3,86	0,01047
6–7.8	1	Taxa	Ingen	KW	–	Chi ² = 15,01	0,01032
6–7.8	1	H'	Ingen	ANOVA	0,39	F 5,22 = 2,78	0,04321
6–7.8	1	J	Ingen	KW	–	Chi ² = 11,07	0,04993
6–7.8	1	Abundans	ln(x+1)	ANOVA	0,46	F 5,22 = 3,74	0,01338
31.8–1.9	1	Taxa	Ingen	ANOVA	0,39	F 5,23 = 2,93	0,03464
31.8–1.9	1	H'	Ingen	KW	–	–	icke sign.
31.8–1.9	1	J	Ingen	KW	–	–	icke sign.
31.8–1.9	1	Abundans	ln(x+1)	ANOVA	0,55	F 5,23 = 5,63	0,001572
10–11.7	2	Taxa	Ingen	KW	–	–	icke sign.
10–11.7	2	H'	Ingen	ANOVA	–	–	icke sign.
10–11.7	2	J	Ingen	KW	–	Chi ² = 12,29	0,03097
10–11.7	2	Abundans	ln(x+1)	ANOVA	–	–	icke sign.
6–7.8	2	Taxa	Ingen	KW	–	–	icke sign.
6–7.8	2	H'	Ingen	KW	–	–	icke sign.
6–7.8	2	J	Ingen	KW	–	–	icke sign.
6–7.8	2	Abundans	ln(x+1)	ANOVA	0,45	F 5,24 = 3,91	0,009858
31.8–1.9	2	Taxa	Ingen	KW	–	–	icke sign.
31.8–1.9	2	H'	Ingen	ANOVA	–	–	icke sign.
31.8–1.9	2	J	Ingen	KW	–	–	icke sign.
31.8–1.9	2	Abundans	ln(x+1)	ANOVA	0,56	F 5,24 = 6,16	0,000828

Signifikant mera arter/taxa påträffades under natten för metod 1 under provtagningarna 6–7.8 (Kruskal-Wallis: $\chi^2 = 15,01$; $df = 2$; $p = 0,01$) och 31.8–1.9 (ANOVA: $F_{5,23} = 2,93$; $p = 0,03$) (tabell 2) men trender kunde observeras för alla provtagningar med metod 1 (figur 7). Proven tagna med metod 2 visade ingen trend (figur 8).



Figur 7. Medeltal och standardfel (mean \pm SE) av antal arter som samlats in med metod 1 under ett dygn (färgkod beskriver klockslag) under respektive provtagning. Antal replikat är fem.



Figur 8. Medeltal och standardfel (mean \pm SE) av antal arter som samlats in med metod 2 under ett dygn (färgkod beskriver klockslag) under respektive provtagning. Antal replikat är fem.

Tabell 3. Artsammansättning, medeltal (mean) av abundans och standardfel (SE) av de med metod 1 insamlade organismerna, abundansen är beräknad för volymen av håven (0,42 m³). Totalt innebär den summerade mängden evertebrater av alla replikat (N = 5)

10.7–11.7						
Tid	12:00	16:00	20:00	00:00	04:00	08:00
<i>Gammarus sp. (< 5 mm)</i>	1,4 ± 0,5	2,8 ± 1,4	15,2 ± 7,5	14,0 ± 6,1	8,4 ± 2,3	3,4 ± 1,6
<i>G. oceanicus</i>	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0,8 ± 0,4	0,4 ± 0,4	0	0
<i>Idotea spp. (< 5 mm)</i>	5,8 ± 4,3	2,6 ± 0,9	4,6 ± 1,3	1,8 ± 0,7	6,4 ± 2,8	2,4 ± 1,0
<i>I. baltica</i>	0	0	0,4 ± 0,4	0	0	0,2 ± 0,2
<i>Jaera sp.</i>	0	0,6 ± 0,4	0	0,4 ± 0,4	0	0
<i>Palaemon sp.</i>	0	0	0	5,2 ± 2,0	0,2 ± 0,2	0
<i>P. adspersus</i>	0	0	0	0,6 ± 0,6	0	0
<i>P. flexuosus</i>	0	0	0,2 ± 0,2	0	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2
<i>M. mixta</i>	0	0	0	0,2 ± 0,2	0	0
<i>Copepoda</i>	0,8 ± 0,4	0,8 ± 0,6	1,6 ± 0,5	1,6 ± 1,1	0	0,2 ± 0,2
<i>Nais sp.</i>	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0	0	0	0
<i>C. obscura</i>	0,2 ± 0,2	0	0	0	0	0
Totalt	43	36	114	121	76	32

6.8–7.8						
Tid	12:00	16:00	20:00	00:00	04:00	08:00
<i>Gammarus sp. (< 5 mm)</i>	14,4 ± 6,8	23,0 ± 12,7	4,8 ± 2,3	30,8 ± 4,8	14,8 ± 7,2	1,6 ± 0,5
<i>G. oceanicus</i>	0	0	0,2 ± 0,2	1,2 ± 0,7	0	0
<i>G. locusta</i>	0	0	0,2 ± 0,2	0	0	0
<i>G. salinus</i>	0	0	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0	0
<i>Idotea spp. (< 5 mm)</i>	0,3 ± 0,3	0,8 ± 0,2	3,2 ± 1,7	3,0 ± 1,3	1,2 ± 0,4	0,6 ± 0,4
<i>I. baltica</i>	0	0,4 ± 0,3	0,8 ± 0,4	1,2 ± 0,6	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2
<i>I. chelipes</i>	0,5 ± 0,3	0,8 ± 0,4	1,0 ± 0,3	1,8 ± 0,5	0,2 ± 0,2	0,8 ± 0,2
<i>Jaera sp.</i>	0,3 ± 0,3	0,2 ± 0,2	0	0,6 ± 0,4	0,2 ± 0,2	0
<i>Palaemon sp.</i>	0	0,2 ± 0,2	0	0,8 ± 0,4	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2
<i>P. elegans</i>	0	0	0,2 ± 0,2	2,6 ± 1,1	0,8 ± 0,4	0
<i>P. adspersus</i>	0	0	0	0	0,4 ± 0,2	0
<i>P. flexuosus</i>	0,3 ± 0,3	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0	0
<i>M. mixta</i>	0	0,2 ± 0,2	0	1,0 ± 0,8	0	0
<i>P. neglectus</i>	0,3 ± 0,3	0	0	0,2 ± 0,2	0	0
<i>Copepoda</i>	0,3 ± 0,3	0,2 ± 0,2	0,8 ± 0,4	1,2 ± 0,8	2,0 ± 1,3	0,6 ± 0,4
<i>Bythotrephes</i>	0	0	0	0	0,6 ± 0,2	0,2 ± 0,2
<i>H. diversicolor</i>	0	0	0	0,2 ± 0,2	0	0
Totalt	65	130	58	225	103	21

31.8–1.9						
Tid	12:00	16:00	20:00	00:00	04:00	08:00
<i>Gammarus sp. (< 5 mm)</i>	0,6 ± 0,4	0,8 ± 0,2	0	6,8 ± 1,0	3,2 ± 1,3	1,2 ± 0,5
<i>G. oceanicus</i>	0,2 ± 0,2	0	0	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0
<i>G. salinus</i>	0	0	0	0,2 ± 0,2	0	0
<i>L. pilosus</i>	0	0,2 ± 0,2	0,3 ± 0,3	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0
<i>Idotea spp. (< 5 mm)</i>	2,2 ± 0,7	1,2 ± 0,4	1,0 ± 0,7	1,4 ± 0,8	1,2 ± 0,8	1,2 ± 0,7
<i>I. baltica</i>	0,2 ± 0,2	0	0,3 ± 0,3	1,8 ± 0,5	0,2 ± 0,2	0,4 ± 0,2
<i>I. chelipes</i>	0,4 ± 0,4	0,4 ± 0,2	0	0	0,6 ± 0,4	0
<i>I. granulosa</i>	0	0	0,3 ± 0,3	0	0	0,2 ± 0,2
<i>Jaera sp.</i>	0	0	0,3 ± 0,3	0	0	0
<i>Palaemon sp.</i>	0	0	0	0,6 ± 0,4	0	0
<i>P. elegans</i>	0	0	0	3,8 ± 0,5	2,0 ± 0,9	0,2 ± 0,2
<i>P. adspersus</i>	0	0,2 ± 0,2	0	0	0	0
<i>P. flexuosus</i>	0	0	0	0,6 ± 0,6	0	0
<i>P. neglectus</i>	0	0	0	0,2 ± 0,2	0	0
<i>N. integer</i>	0,2 ± 0,2	0	0	0,4 ± 0,4	0,4 ± 0,2	0
<i>Copepoda</i>	0,6 ± 0,2	1,4 ± 0,5	0,5 ± 0,3	1,4 ± 0,8	1,4 ± 0,8	0,4 ± 0,2
<i>Bythotrepes</i>	0,2 ± 0,2	0	0	0	0,8 ± 0,4	0
Totalt	25	42	45	98	59	20

Tabell 4. Artsammansättning, medeltal (mean) av abundans och standardfel (SE) av de med metod 2 insamlade organismerna, abundansen är beräknad för arean av de artificiella substraten (78,5 cm²). Totalt innebär den summerade mängden evertrebrater av alla replikat (N = 5)

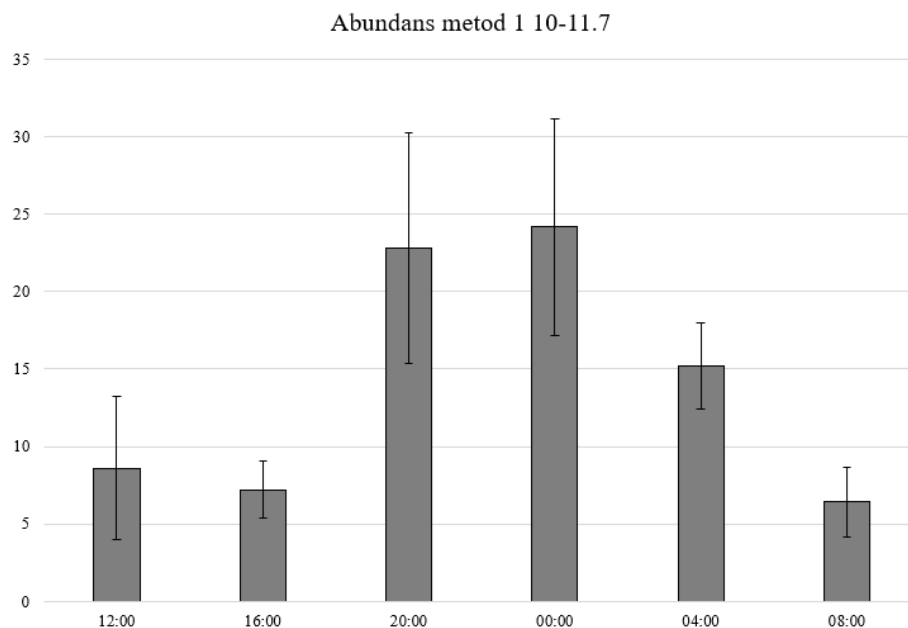
10.7–11.7						
Tid	12:00–16:00	16:00–20:00	20:00–00:00	00:00–04:00	04:00–08:00	08:00–12:00
<i>Gammarus sp. (< 5 mm)</i>	0,8 ± 0,6	2,8 ± 1,8	1,4 ± 0,8	2,8 ± 1,8	0,8 ± 0,4	5,8 ± 4,6
<i>G. oceanicus</i>	0,4 ± 0,2	0,4 ± 0,4	0,2 ± 0,2	1,2 ± 0,2	0,8 ± 0,5	0,4 ± 0,2
<i>Idotea spp. (< 5 mm)</i>	3,6 ± 0,7	2,6 ± 1,2	4,8 ± 1,7	3,4 ± 1,7	1,4 ± 0,8	1,8 ± 1,3
<i>I. baltica</i>	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0,4 ± 0,2	0	0
<i>Jaera sp.</i>	0	0	0	0	0	0,2 ± 0,2
<i>T. fluviatilis</i>	8,6 ± 3,0	9,6 ± 4,2	12,4 ± 3,0	7,4 ± 1,0	2,4 ± 0,9	4,2 ± 1,0
<i>H. ulvae</i>	1,4 ± 0,2	2,2 ± 0,7	0,6 ± 0,4	1,2 ± 0,4	1,0 ± 0,6	1,4 ± 1,2
<i>R. peregra</i>	0	0,6 ± 0,4	0,2 ± 0,2	0,4 ± 0,2	0,6 ± 0,2	0,4 ± 0,4
<i>P. antiporadum</i>	0	0	0	0,2 ± 0,2	0	0
<i>Copepoda</i>	0,4 ± 0,2	0	0	0	0	0
<i>Chironomidae</i>	0,4 ± 0,2	0,6 ± 0,6	0	0	0,2 ± 0,2	0,6 ± 0,4
<i>C. obscura</i>	0	0	0,4 ± 0,4	0	0	0
<i>Nais sp.</i>	0	0	0	0	0,2 ± 0,2	0
Totalt	79	95	101	100	37	74

6.8–7.8						
Tid	12:00–16:00	16:00–20:00	20:00–00:00	00:00–04:00	04:00–08:00	08:00–12:00
<i>Gammarus sp. (< 5 mm)</i>	0,4 ± 0,2	1,0 ± 0,5	1,8 ± 0,5	1,0 ± 0,6	0	0
<i>G. oceanicus</i>	0	0	0	0	0	0,2 ± 0,2
<i>G. salinus</i>	0,2 ± 0,2	0	0	0,4 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0
<i>Idotea spp. (< 5 mm)</i>	0,4 ± 0,2	1,4 ± 0,6	1,8 ± 0,6	0	1,4 ± 0,6	1,6 ± 0,4
<i>I. baltica</i>	1,2 ± 0,7	1,4 ± 0,6	0,2 ± 0,2	0	0	1,6 ± 0,5
<i>I. chelipes</i>	2,6 ± 1,1	5,2 ± 1,4	1,6 ± 0,9	0,6 ± 0,2	2,2 ± 1,0	2,0 ± 0,7
<i>I. granulosa</i>	0	0,6 ± 0,2	0	0	0,4 ± 0,2	0,4 ± 0,2
<i>Jaera sp.</i>	0	0	0	0	0,2 ± 0,2	0
<i>Gastropoda (juvenil)</i>	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0	0,6 ± 0,4	0	0
<i>T. fluviatilis</i>	6,2 ± 2,2	5,2 ± 1,6	8,6 ± 1,9	3,0 ± 0,5	2,8 ± 1,1	4,4 ± 0,8
<i>H. ulvae</i>	2,2 ± 1,3	4,0 ± 1,3	17,6 ± 3,0	14,6 ± 5,3	4,6 ± 2,5	2,8 ± 1,3
<i>R. peregra</i>	0,2 ± 0,2	0	0	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2
<i>P. antiporadum</i>	0	0	0	0,2 ± 0,2	1,2 ± 0,8	0
<i>Copepoda</i>	0,4 ± 0,2	0	0,2 ± 0,2	0	0	0
<i>Chironomidae</i>	0,2 ± 0,2	0,4 ± 0,2	0,6 ± 0,2	1,2 ± 1,0	0,6 ± 0,4	1,0 ± 0,4
<i>C. obscura</i>	0	0	0	0,2 ± 0,2	0	0
<i>Oligochaeta</i>	0	0	0	0	0	0,2 ± 0,2
<i>Insecta</i>	0	0	0	0	0,2 ± 0,2	0
Totalt	71	97	162	110	70	72

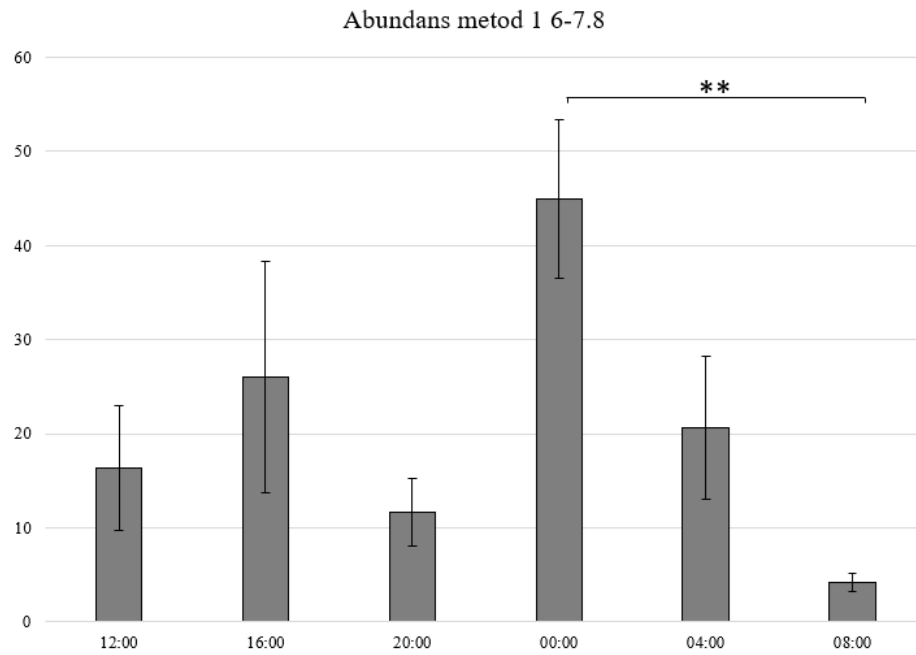
31.8–1.9						
Tid	12:00–16:00	16:00–20:00	20:00–00:00	00:00–04:00	04:00–08:00	08:00–12:00
<i>Gammarus sp. (< 5 mm)</i>	0	0,6 ± 0,4	0,2 ± 0,2	0,4 ± 0,4	0	0,2 ± 0,2
<i>G. oceanicus</i>	1,0 ± 0,5	0	0	0,6 ± 0,2	0,4 ± 0,4	0,2 ± 0,2
<i>G. salinus</i>	0,2 ± 0,2	0	0,2 ± 0,2	0	0	0
<i>G. zaddachi</i>	0	0	0,2 ± 0,2	0	0	0
<i>Idotea spp. (< 5 mm)</i>	0,2 ± 0,2	0,4 ± 0,2	0	0	0,2 ± 0,2	0,6 ± 0,6
<i>I. baltica</i>	0,6 ± 0,2	0,4 ± 0,2	0	0	0	0,2 ± 0,2
<i>I. chelipes</i>	1,2 ± 0,6	2,0 ± 0,7	0	0,2 ± 0,2	0,6 ± 0,4	0,6 ± 0,4
<i>I. granulosa</i>	0,8 ± 0,4	0,4 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0	0,4 ± 0,2	0,2 ± 0,2
<i>T. fluviatilis</i>	9,4 ± 3,3	11,4 ± 0,7	10,8 ± 2,3	4,8 ± 0,6	5,0 ± 1,3	2,2 ± 0,6
<i>H. ulvae</i>	1,4 ± 0,4	3,6 ± 1,7	13,2 ± 3,2	5,0 ± 1,2	2,6 ± 0,8	2,8 ± 1,0
<i>R. peregra</i>	0	0,2 ± 0,2	0	0,4 ± 0,2	0	0
<i>Copepoda</i>	0,2 ± 0,2	0	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0,4 ± 0,2
Totalt	75	95	125	58	47	37

Proverna tagna med metod 1 uppvisade högst medelabundans klockan 00:00 under alla tre provtagningar. Provtagningen 10–11.7 visade signifikant varians i total abundans (ANOVA: $F_{5,25} = 3,86$; $p = 0,01$) men inga parvisa jämförelser var signifikanta (figur 9). Provtagningen 6–7.8 visade signifikant varians i total abundans (ANOVA: $F_{5,22} = 3,74$; $p = 0,01$) (figur 10). Den sista provtagningen 31.8–1.9 visade även signifikant varians (ANOVA: $F_{5,23} = 5,63$; $p = 0,002$) (figur 11).

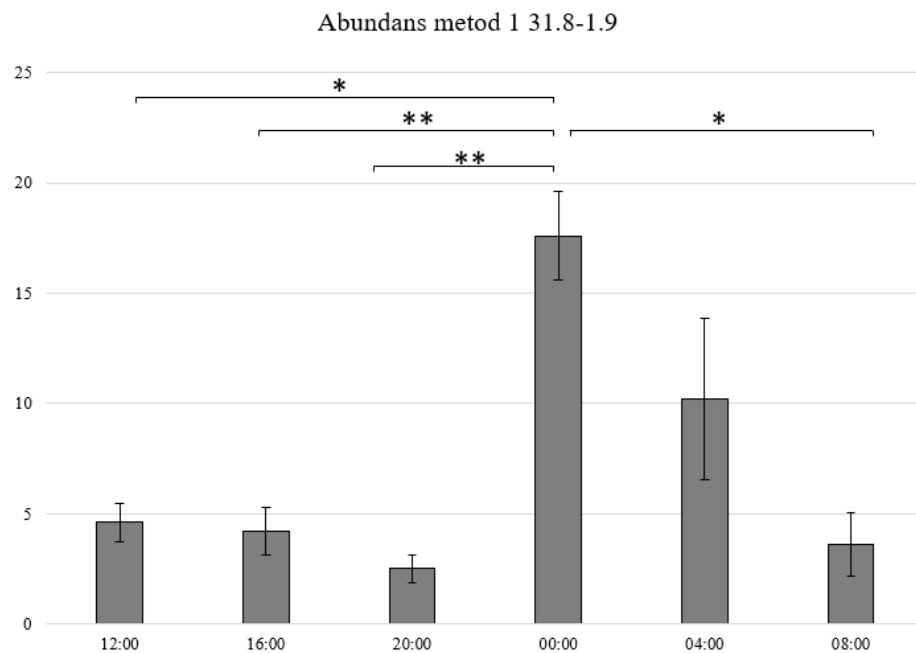
Proverna insamlade med metod 2 uppvisade högst medelabundans i proverna tagna mellan klockan 20:00 och 00:00. Provtagningen 10–11.7 visade ingen signifikant variation i total abundans. Provtagningen 6–7.8 visade signifikant variation (ANOVA: $F_{5,24} = 3,91$; $p = 0,01$) (figur 12) samt provtagningen 31.8–1.9 (ANOVA: $F_{5,24} = 6,61$; $p = 0,001$) (figur 13).



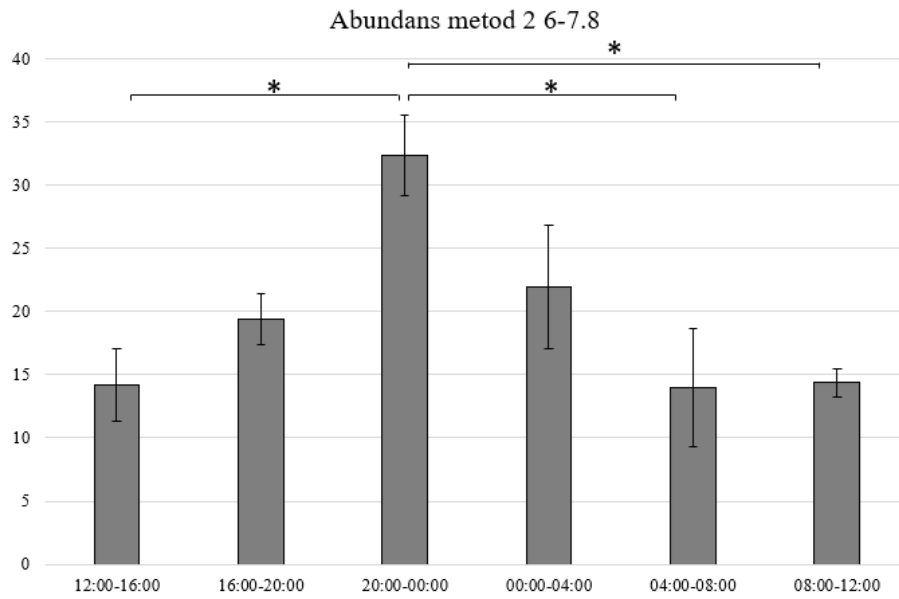
Figur 9. Total abundans (medeltal och SE) för prover tagna med metod 1 10–11.7. Gruppernas medeltal varierar signifikant (ANOVA: $F_{5,24} = 3,86$; $p = 0,01$) men inga signifikanta parvisa jämförelser kunde observeras.



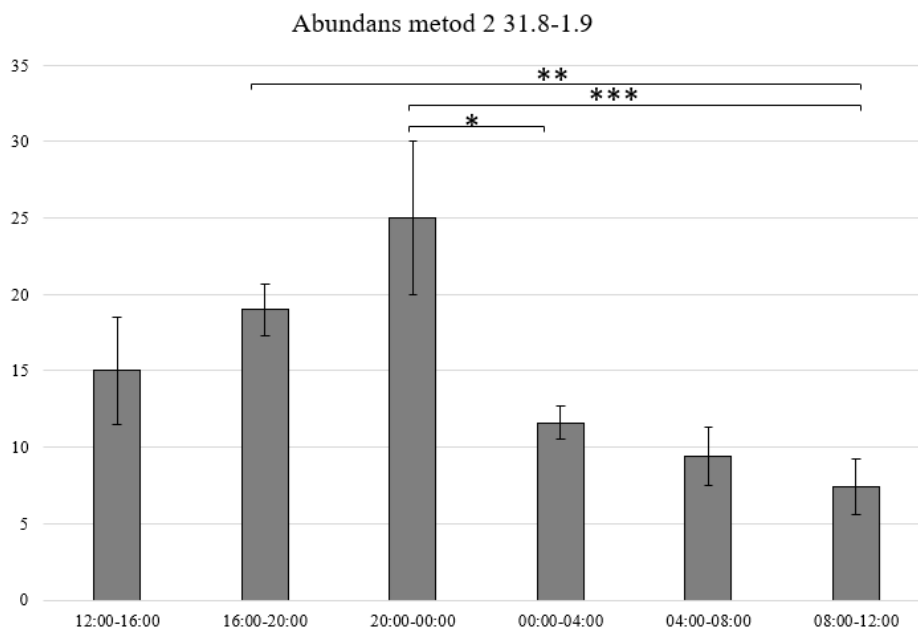
Figur 10. Total abundans (medeltal och SE) för prover tagna med metod 1 6–7.8. Gruppernas medeltal varierar signifikant (ANOVA: $F_{5,22} = 3,74$; $p = 0,01$) (** = $p < 0,01$).



Figur 11. Total abundans (medeltal och SE) för prover tagna med metod 1 31.8–1.9. Gruppernas medeltal varierar signifikant (ANOVA: $F_{5,23} = 5,63$; $p = 0,002$) (* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$).

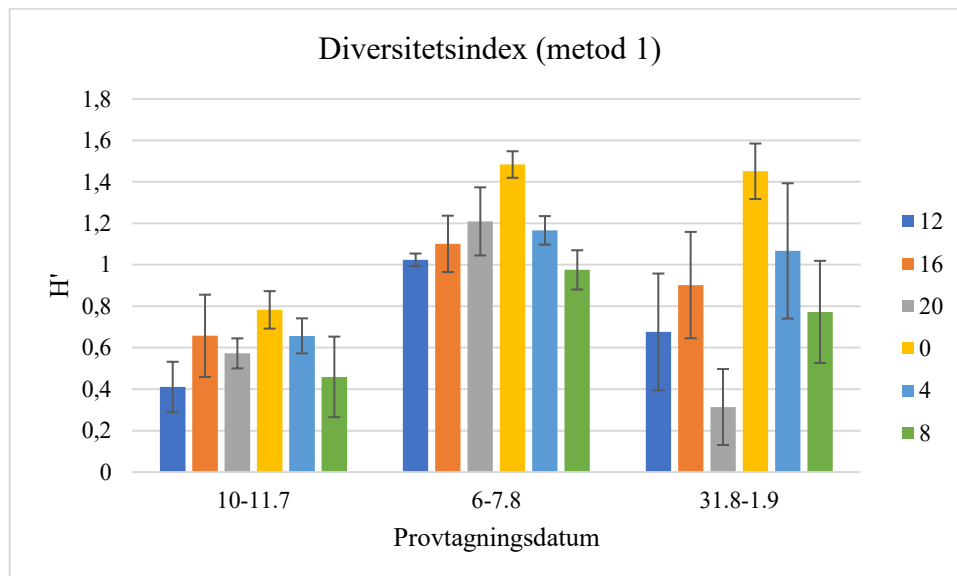


Figur 12. Total abundans (medeltal och SE) för prover tagna med metod 2 6–7.8. Gruppernas medeltal varierar signifikant (ANOVA: $F_{5,24} = 3,91$; $p = 0,01$) (* = $p < 0,05$).

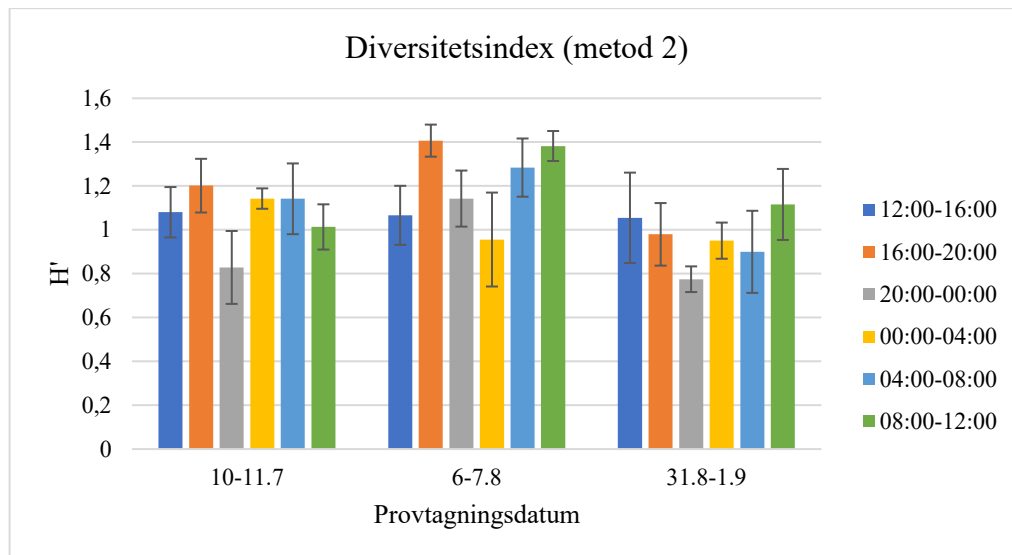


Figur 13. Total abundans (medeltal och SE) för prover tagna med metod 2 31.8–1.9. Gruppernas medeltal varierar signifikant (ANOVA: $F_{5,24} = 6,61$; $p = 0,001$) (* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$).

Det fanns få signifikanta skillnader i diversitet och jämnhet bland evertebraterna som samlats in. Diversiteten följde en trend i proven samlade med metod 1 i enlighet med mängden arter (figur 14). Proven insamlade med metod 2 uppvisade ingen trend (figur 15). Shannon–Wieners diversitetsindex varierade signifikant endast i proven tagna med metod 1 6–7.8 (ANOVA: $F_{5,22} = 2,78$; $p = 0,04$) då diversitetsindexet i proven tagna klockan 00:00 var högre jämfört med prover 12:00 och 08:00. Pielous jämnhet varierade signifikant i proven tagna med metod 1 6–7.8 (Kruskal–Wallis: $\text{Chi}^2 = 11,07$; $\text{df} = 2$; $p = 0,049$). Proven tagna 08:00 uppvisade högre jämnhetsindex jämfört med de andra tidpunkterna. Även proven samlade med metod 2 10–11.7 visade signifikant skillnad i jämnhet (Kruskal–Wallis: $\text{Chi}^2 = 12,29$; $\text{df} = 2$; $p = 0,03$). Här uppvisade proven tagna mellan 04:00 och 08:00 högst jämnhet.



Figur 14. Shannon–Wieners diversitetsindex (H'), medeltal \pm SE för alla provtagningstidpunkter (färgkod beskriver klockslag) under dygnet under respektive provtagning för proven tagna med metod 1.



Figur 15. Shannon–Wieners diversitetsindex (H'), medeltal \pm SE för alla provtagningsstidpunkter (färgkod beskriver klockslag) under dygnet för respektive provtagning för proven tagna med metod 2.

3.3. Skillnader mellan provtagningsstillfällena

För att undersöka variation under säsongen jämfördes de tre provtagningarna med varandra. Det visade sig finnas en signifikant skillnad (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 8,97$; $df = 2$; $p = 0,01$) i artantal mellan de tre provtagningarna. Signifikant skillnad i artantal kunde observeras mellan provtagningarna 6–7.8 och 10–11.7 ($p < 0,01$). Då provtagningarna med metod 1 jämfördes kunde det inte observeras signifikanta skillnader i den totala abundansen av organismer mellan provtagningarna. Shannon–Wieners diversitetsindex och Pielous jämnhet skilde sig inte signifikant mellan provtagningarna.

För metod 2 var mängden arter i provtagningen 6–7.8 signifikant högre (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 13,55$; $df = 2$; $p = 0,001$) jämfört med provtagningarna 10–11.7 ($p < 0,01$) och 31.8–1.9 ($p < 0,001$). Provtagningen med metod 2 visade ingen signifikant skillnad i den totala abundansen arter. Shannon–Wieners diversitetsindex varierade även signifikant (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 13,55$; $df = 2$; $p = 0,001$). Diversitetsindexet mellan provtagningen 6–7.8 skilde sig signifikant från 10–11.7 ($p < 0,025$) och 31.8–1.9 ($p < 0,001$). För Pielous jämnhet kunde inga signifikanta skillnader observeras mellan de tre provtagningsstillfällena.

3.4. Artspecifik variation

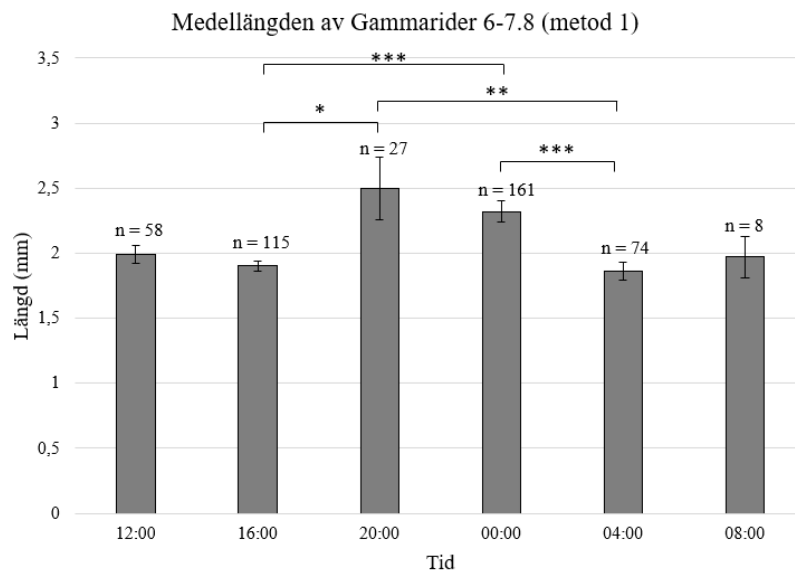
Det fanns inomartsvariation i abundansen av evertebrater mellan provtagningstidpunkterna under dygnet hos vissa grupper av evertebrater. Endast de mest abundanta artgrupperna analyserades.

Abundansen av *Idotea* spp. varierade signifikant mellan dygnets tidpunkter i proven tagna med metod 1 6–7.8 (ANOVA: $F_{5,22} = 4,75$; $p = 0,004$) och med metod 2 6–7.8 (ANOVA: $F_{5,24} = 4,44$; $p = 0,005$) samt 31.8–1.9 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 15,49$; $df = 5$; $p = 0,008$). I de här proven kunde en högre abundans observeras under natten. Gammaridernas abundans varierade signifikant mellan dygnets tidpunkter i proven tagna med metod 1 10–11.7 (ANOVA: $F_{5,24} = 5,19$; $p = 0,002$) och 31.8–1.9 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 18,73$; $df = 5$; $p < 0,001$) och även här kunde det observeras högre abundans under natten. Gammarider visade ingen signifikant variation i proverna tagna enligt metod 2. *Palaemon* sp. förekom endast i proven tagna med metod 1 och en signifikant dygnsvariation kunde observeras under alla provtagningar: 10–11.7 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 18,54$; $df = 5$; $p < 0,001$), 6–7.8.2019 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 18,70$; $df = 5$; $p < 0,001$) och 31.8–1.9 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 18,94$; $df = 5$; $p = 0,002$). *T. fluviatilis* förekom endast i proven insamlade med metod 2 och signifikanta skillnader i abundans kunde observeras i proverna tagna 10–11.7 (ANOVA: $F_{5,24} = 3,81$; $p = 0,01$) och 31.8–1.9 (ANOVA: $F_{5,24} = 8,32$; $p < 0,001$). *H. ulvae* förekom även endast i proven insamlade med metod 2. Signifikant varians i abundans observerades i provtagningarna 6–7.8 (ANOVA: $F_{5,24} = 3,75$; $p = 0,01$) och 31.8–1.9 (ANOVA: $F_{5,24} = 5,45$; $p = 0,002$).

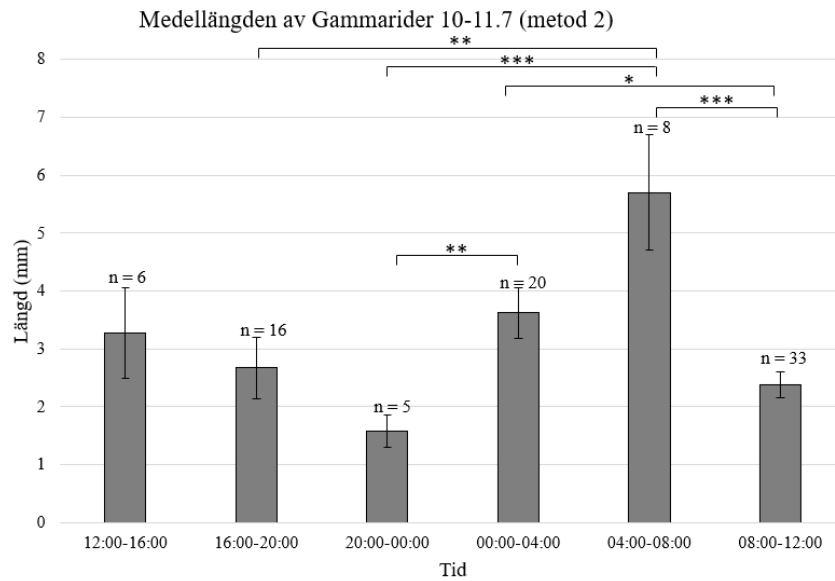
3.4.1. Längdberoende skillnader i individernas rörelse

Det kunde inte observeras signifikanta skillnader i längd hos *Idotea* spp. i proven insamlade med metod 1. Storleken hos *Idotea* spp. varierade signifikant i proven insamlade med metod 2 under provtagningen 6–7.8 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 11,66$; $df = 5$; $p = 0,04$) där större individer var rörliga under natten. De signifikanta skillnaderna observerades mellan 20:00–00:00 och 08:00–12:00 ($p = 0,01$), 20:00–00:00 och 12:00–16:00 ($p = 0,01$), 20:00–00:00 och 16:00–20:00 ($p < 0,001$). Gammaridernas längd

varierade signifikant (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 20,65$; $df = 5$; $p < 0,001$) i proven tagna med metod 1 6–7.8 var de största individerna påträffades 20:00 (figur 16). Gammariderna uppvisade variation i längd i proven insamlade med metod 2 10–11.7 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 18,52$; $df = 5$; $p = 0,002$) var de största individerna påträffades vid gryningen (figur 17). De andra provtagningarna visade ingen signifikant variation, men de största individerna kunde observeras vid tiderna närmast gryningen.

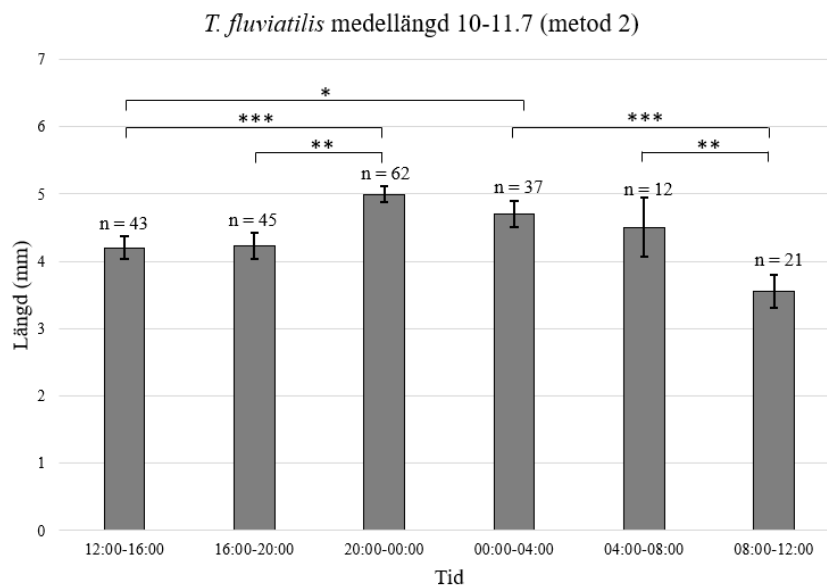


Figur 16. Längdfördelning (medeltal och SE) hos Gammarider insamlade med metod 1 under ett dygn 6–7.8 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 20,65$; $df = 5$; $p < 0,001$) (* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$).



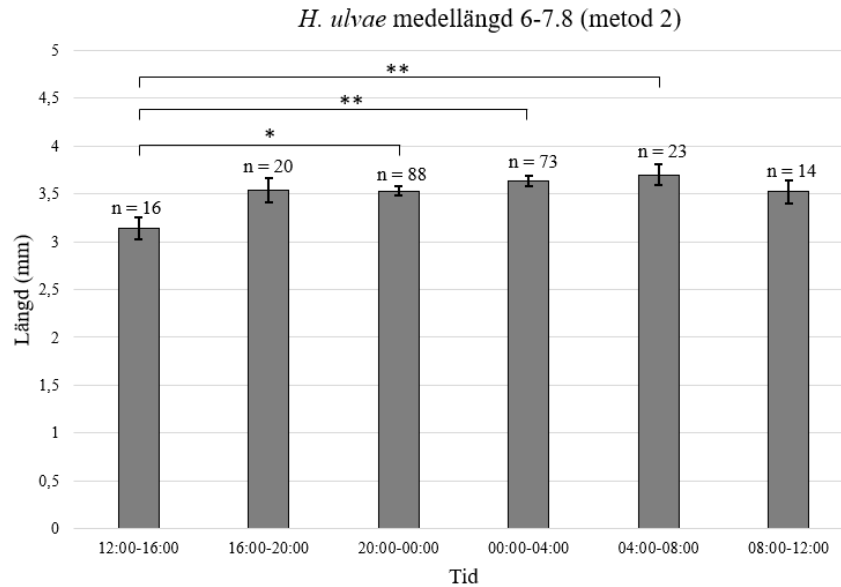
Figur 17. Längdfördelning (medeltal och SE) hos Gammarider insamlade med metod 2 under ett dygn 10–11.7 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 18,52$; $df = 5$; $p = 0,002$) (* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$).

T. fluviatilis förekom endast i proverna tagna med metod 2. *T. fluviatilis* uppvisade en signifikant variation i längd endast i proverna tagna 10–11.7 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 30,96$; $df = 5$; $p < 0,001$) (figur 18).

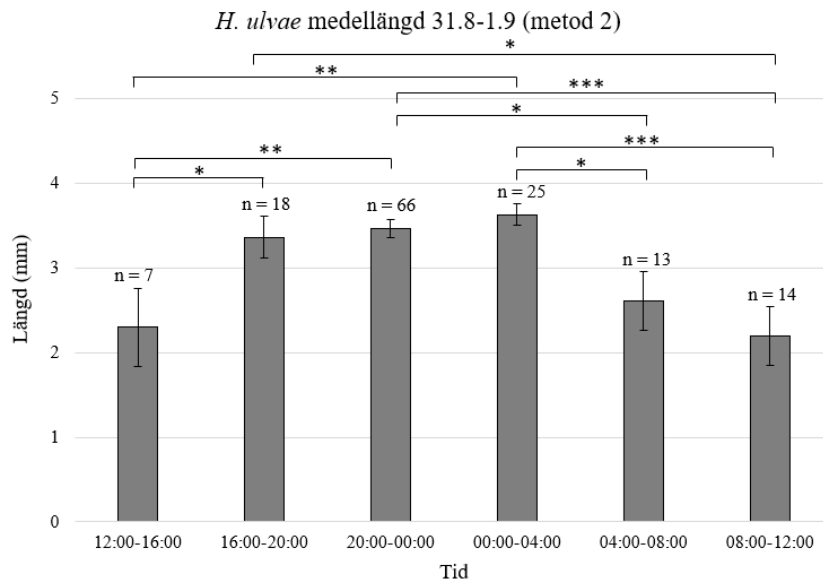


Figur 18. Längdfördelning (medeltal och SE) för *T. fluviatilis* insamlade med metod 2 under ett dygn 10–11.7 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 30,96$; $df = 5$; $p < 0,001$) (* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$).

H. ulvae visade signifikant variation i proverna tagna 6–7.8 (ANOVA: $F_{2,228} = 3,45$; $p = 0,005$) (figur 19) och 31.8–1.9 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 20,80$; $df = 5$; $p < 0,001$) (figur 20).



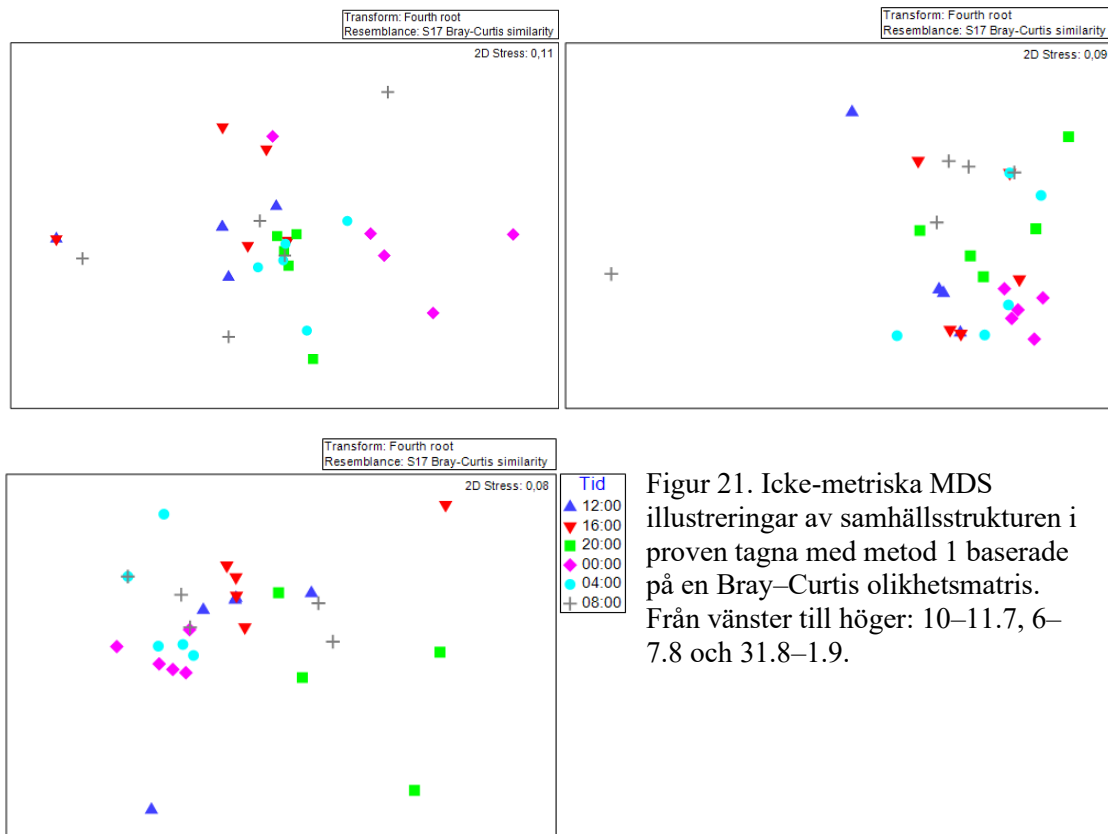
Figur 19. Längdfördelning (medeltal och SE) för *H. ulvae* insamlade med metod 2 under ett dygn 6–7.8 (ANOVA: $F_{2,228} = 3,45$; $p = 0,005$) (* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$).



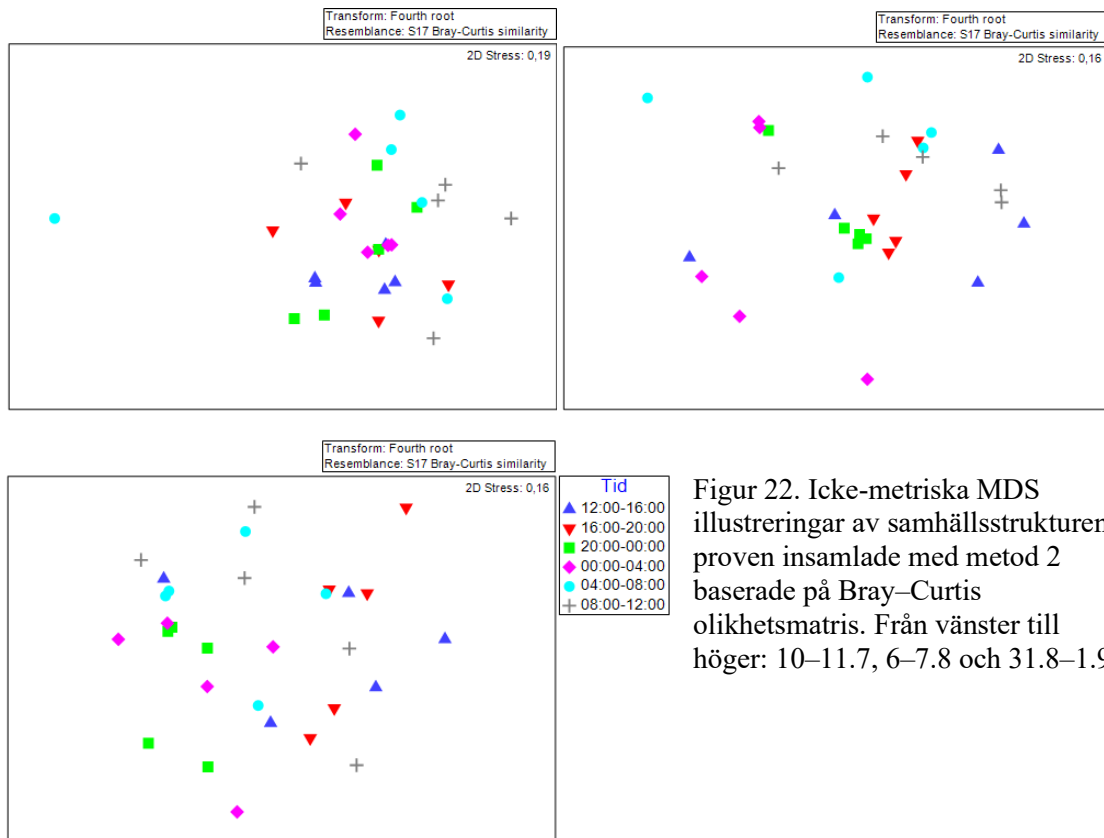
Figur 20. Längdfördelning (medeltal och SE) för *H. ulvae* insamlade med metod 2 under ett dygn 31.8–1.9 (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 20,80$; $df = 5$; $p < 0,001$) (* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$).

3.5. Dygnsvariationer i samhällsstrukturen

Samhällsstrukturen hos evertebrater varierade under dygnet i provtagningsområdet. Olika arter förekom i olika antal under provtagnings tidpunkterna och en svag gruppering mellan tidpunkter kunde observeras i utgående från NMDS illustrationerna (figur 21 och 22).



Figur 21. Icke-metriska MDS illustrationer av samhällsstrukturen i proven tagna med metod 1 baserade på en Bray–Curtis olikhetsmatris. Från vänster till höger: 10–11.7, 6–7.8 och 31.8–1.9.



Figur 22. Icke-metriska MDS
 illustreringar av samhällsstrukturen i
 proven insamlade med metod 2
 baserade på Bray-Curtis
 olikhetsmatris. Från vänster till
 höger: 10–11.7, 6–7.8 och 31.8–1.9.

Likhetsanalysen (ANOSIM) visade att det fanns signifikanta skillnader i samhällsstrukturen mellan vissa tidpunkter under alla provtagningar. Proverna tagna med metod 1 skilde sig signifikant under 10–11.7 (ANOSIM: $p = 0,02$; $R = 0,162$) (tabell 5), 6–7.8 (ANOSIM: $p = 0,02$; $R = 0,159$) (tabell 6) och 31.8–1.9 (ANOSIM: $p = 0,01$; $R = 0,243$) (tabell 7).

Tabell 5. Jämförelser av samhällsstruktur mellan provtagningstidpunkterna under dygnet 10–11.7. Resultat från ANOSIM-analysen för proven tagna med metod 1, signifikans uttryckt i procent (signifikansnivå 5 %). Antal \geq observerade anger mängden permutationer som hade ett R-värde \geq det observerade. Signifikanta jämförelser är svärtade

ANOSIM: R = 0,162; p = 0,024				
Jämförelse	R	Signifikans (%)	Permutationer	Antal \geq observerade
00:00–04:00	0,308	2,4	126	3
00:00–08:00	0,41	2,4	126	3
00:00–12:00	0,636	0,8	126	1
00:00–16:00	0,364	3,2	126	4
00:00–20:00	0,328	2,4	126	3
04:00–08:00	0,072	22,2	126	28
04:00–12:00	0,244	6,3	126	8
04:00–16:00	0,076	19,8	126	25
04:00–20:00	-0,152	96,0	126	121
08:00–12:00	-0,138	84,1	126	106
08:00–16:00	-0,108	78,6	126	99
08:00–20:00	0,136	7,1	126	9
12:00–16:00	-0,172	84,1	126	106
12:00–20:00	0,328	2,4	126	3
16:00–20:00	0,16	7,1	126	9

Tabell 6. Jämförelse av samhällsstruktur mellan provtagningstidpunkterna under dygnet. Resultaten från ANOSIM-analysen för proven tagna med metod 1 6–7.8, signifikans uttryckt i procent (signifikansnivå 5 %). Antal \geq observerade anger mängden permutationer som hade ett R-värde \geq det observerade. Signifikanta jämförelser svärtade

ANOSIM: R = 0,159; p = 0,022				
Jämförelse	R	Signifikans (%)	Permutationer	Antal \geq observerade
00:00–04:00	0,144	12,7	126	16
00:00–08:00	0,64	0,8	126	1
00:00–12:00	0,525	0,8	126	1
00:00–16:00	0,216	4,0	126	5
00:00–20:00	0,516	0,8	126	1
04:00–08:00	0,104	14,3	126	18
04:00–12:00	-0,056	64,3	126	81
04:00–16:00	-0,108	70,6	126	89
04:00–20:00	-0,024	50,0	126	63
08:00–12:00	0,2	9,5	126	12
08:00–16:00	0,064	23,0	126	29
08:00–20:00	0,118	17,5	126	22
12:00–16:00	-0,125	81,0	126	102
12:00–20:00	0,156	13,5	126	17
16:00–20:00	-0,068	63,5	126	80

Tabell 7. Jämförelse av samhällsstruktur mellan provtagningstidpunkterna under dygnet. Resultaten från ANOSIM-analysen för proven tagna med metod 1 31.8–1.9, signifikans uttryckt i procent (signifikansnivå 5 %). Antal \geq observerade anger mängden permutationer som hade ett R-värde \geq det observerade. Signifikanta jämförelser svärtade

ANOSIM: R = 0,243; p = 0,01

Jämförelse	R	Signifikans (%)	Permutationer	Antal \geq observerade
00:00–04:00	0,052	31,0	126	39
00:00–08:00	0,448	0,8	126	1
00:00–12:00	0,508	0,8	126	1
00:00–16:00	0,632	0,8	126	1
00:00–20:00	0,55	0,8	126	1
04:00–08:00	0,09	25,4	126	32
04:00–12:00	0,214	4,8	126	6
04:00–16:00	0,294	2,4	126	3
04:00–20:00	0,519	0,8	126	1
08:00–12:00	0,034	28,6	126	36
08:00–16:00	0,136	14,3	126	18
08:00–20:00	0,131	19,8	126	25
12:00–16:00	0,016	31,0	126	39
12:00–20:00	0,084	14,3	126	18
16:00–20:00	0,163	7,9	126	10

Skillnader i samhällsstruktur mellan proverna samlade med metod 2 observerades också. Proverna tagna med metod 2 skilde sig signifikant under 10–11. (ANOSIM: p = 0,04; R = 0,102) (tabell 8), 6–7.8 (ANOSIM: p = 0,001; R = 0,243) (tabell 9) och 31.8–1.9. (ANOSIM: p = 0,001; R = 0,329) (tabell 10).

Tabell 8. Jämförelse av samhällsstruktur mellan provtagningstidpunkterna under dygnet. Resultaten från ANOSIM-analysen för proven tagna med metod 2 10–11.7, signifikans uttryckt i procent (signifikansnivå 5 %). Antal \geq observerade anger mängden permutationer som hade ett R-värde \geq det observerade. Signifikanta jämförelser svärtade

ANOSIM: R = 0,102; p = 0,037

Jämförelse	R	Signifikans (%)	Permutationer	Antal \geq observerade
12–16, 16–20	0,068	30,2	126	38
12–16, 20–00	0,012	45,2	126	57
12–16, 00–04	0,04	32,5	126	41
12–16, 04–08	0,276	3,2	126	4
12–16, 08–12	0,338	4,8	126	6
16–20, 20–00	0,168	14,3	126	18
16–20, 00–04	-0,114	86,5	126	109
16–20, 04–08	0,0	46,0	126	58
16–20, 08–12	0,012	42,1	126	53
20–00, 00–04	0,016	44,4	126	56
20–00, 04–08	0,192	7,1	126	9
20–00, 08–12	0,268	6,3	126	8
00–04, 04–08	0,096	18,3	126	23
00–04, 08–12	0,104	19,0	126	24
04–08, 08–12	-0,118	89,7	126	113

Tabell 9. Jämförelse av samhällsstruktur mellan provtagningstidpunkterna under dygnet. Resultaten från ANOSIM-analysen för proven tagna med metod 2 6–7.8, signifikans uttryckt i procent (signifikansnivå 5 %). Antal \geq observerade anger mängden permutationer som hade ett R-värde \geq det observerade. Signifikanta jämförelser svärtade

ANOSIM: R = 0, 243; p = 0,001

Jämförelse	R	Signifikans (%)	Permutationer	Antal \geq observerade
12–16, 16–20	0,176	10,3	126	13
12–16, 20–00	0,384	0,8	126	1
12–16, 00–04	0,292	7,9	126	10
12–16, 04–08	0,04	34,9	126	44
12–16, 08–12	-0,004	46,0	126	58
16–20, 20–00	0,42	1,6	126	2
16–20, 00–04	0,612	1,6	126	2
16–20, 04–08	0,06	27,8	126	35
16–20, 08–12	0,08	28,6	126	36
20–00, 00–04	0,204	10,3	126	13
20–00, 04–08	0,332	1,6	126	2
20–00, 08–12	0,588	0,8	126	1
00–04, 04–08	0,288	4,0	126	5
00–04, 08–12	0,592	1,6	126	2
04–08, 08–12	-0,004	50,0	126	63

Tabell 10. Jämförelse av samhällsstruktur mellan provtagningstidpunkterna under dygnet. Resultaten från ANOSIM-analysen för proven tagna med metod 2 31.8–1.9, signifikans uttryckt i procent (signifikansnivå 5 %). Antal \geq observerade anger mängden permutationer som hade ett R-värde \geq det observerade. Signifikanta jämförelser svärtade

ANOSIM: R = 0,329; p = 0,001

Jämförelse	R	Signifikans (%)	Permutationer	Antal \geq observerade
12–16, 16–20	-0,024	54,0	126	68
12–16, 20–00	0,656	0,8	126	1
12–16, 00–04	0,408	3,2	126	4
12–16, 04–08	0,008	46,0	126	58
12–16, 08–12	0,048	33,3	126	42
16–20, 20–00	0,696	0,8	126	1
16–20, 00–04	0,632	0,8	126	1
16–20, 04–08	0,364	2,4	126	3
16–20, 08–12	0,404	0,8	126	1
20–00, 00–04	0,388	0,8	126	1
20–00, 04–08	0,46	0,8	126	1
20–00, 08–12	0,664	0,8	126	1
00–04, 04–08	0,096	21,4	126	27
00–04, 08–12	0,254	3,2	126	4
04–08, 08–12	-0,066	61,9	126	78

SIMPER analysen visar att de arter som bidrar mest till skillnader i samhällsstrukturen i proven tagna med metod 1 var *P. adspersus*, *P. elegans* och *Gammarus oceanicus* (tabell 11). *Palaemon* sp. förekom endast på natten och *G. oceanicus* var den mest abundanta arten i proven (tabell 3). Skillnaden i samhällsstrukturen rörde sig mellan 39,2 och 91,1 % (tabell 11) det vill säga vilka arter som förekom och i vilken abundans. För proven samlade in med metod 2 var *T. fluviatilis* och *H. ulvae* de arter som bidrog mest till skillnaderna i samhällsstruktur mellan provtagningstidpunkterna (tabell 12). Båda arterna var de mest abundanta i proverna samlade in med metod 2 (tabell 4). Skillnaden i samhällsstrukturen rörde sig mellan 32,2 och 54,5 % (tabell 12). Fullständiga tabellerna finns presenterade i bilagor (tabell I och II).

Tabell 11. Jämförelser (SIMPER) av evertebratsamhället som samlats in med metod 1 under olika tidpunkter. De tidpunkter som visat signifikanta skillnader (ANOSIM) analyserades och den art som bidragit mest till olikheterna samt hur mycket finns nämnd i tabellen (Bidrag %). Medelolikhet beskriver hur mycket samhällen skiljer sig från varandra

SIMPER					
Provtagning	Metod	Parvisa jämförelser	Medelolikhet (%)	Särskiljande art	Bidrag (%)
10-11.7.2019	1	00:00 – 04:00	40,1	<i>P. adspersus</i>	35,6
10-11.7.2019	1	00:00 – 08:00	54,9	<i>G. oceanicus</i>	36,6
10-11.7.2019	1	00:00 – 12:00	59,4	<i>G. oceanicus</i>	40,9
10-11.7.2019	1	00:00 – 16:00	53,4	<i>G. oceanicus</i>	38,8
10-11.7.2019	1	00:00 – 20:00	39,2	<i>P. adspersus</i>	37,8
10-11.7.2019	1	12:00 – 20:00	44,1	<i>G. oceanicus</i>	64,1
6-7.8.2019	1	00:00 – 08:00	73,4	<i>G. oceanicus</i>	29,2
6-7.8.2019	1	00:00 – 12:00	47,9	<i>G. oceanicus</i>	20,0
6-7.8.2019	1	00:00 – 16:00	45,6	<i>G. oceanicus</i>	25,4
6-7.8.2019	1	00:00 – 20:00	50,8	<i>G. oceanicus</i>	27,7
31.8-1.9.2019	1	00:00 – 08:00	59,9	<i>P. elegans</i>	28,4
31.8-1.9.2019	1	00:00 – 12:00	66,8	<i>P. elegans</i>	27,5
31.8-1.9.2019	1	00:00 – 16:00	71,2	<i>P. elegans</i>	26,6
31.8-1.9.2019	1	00:00 – 20:00	87,9	<i>G. oceanicus</i>	25,9
31.8-1.9.2019	1	04:00 – 12:00	65,2	<i>G. oceanicus</i>	22,3
31.8-1.9.2019	1	04:00 – 16:00	64,3	<i>G. oceanicus</i>	21,6
31.8-1.9.2019	1	04:00 – 20:00	91,1	<i>G. oceanicus</i>	29,3

Tabell 12. Jämförelser (SIMPER) av evertebratsamhället som samlats in med metod 2 under olika tidpunkter. De tidpunkter som visat signifikanta skillnader (ANOSIM) analyserades och den art som bidragit mest till olikheterna samt hur mycket finns nämnd i tabellen (Bidrag %). Medelolikhet beskriver hur mycket samhällen skiljer sig från varandra

SIMPER					
Provtagning	Metod	Parvisa jämförelser	Medelolikhet (%)	Särskiljande art	Bidrag (%)
10-11.7.2019	2	12-16 & 04-08	46,9	<i>T. fluviatilis</i>	28,7
10-11.7.2019	2	12-16 & 08-12	43,1	<i>I. baltica</i>	24,7
6-7.8.2019	2	12-16 & 20-00	43,2	<i>H. ulvae</i>	40,7
6-7.8.2019	2	16-20 & 20-00	32,2	<i>H. ulvae</i>	32,5
6-7.8.2019	2	16-20 & 00-04	50,1	<i>H. ulvae</i>	24,8
6-7.8.2019	2	20-00 & 04-08	45,4	<i>H. ulvae</i>	28,9
6-7.8.2019	2	00-04 & 04-08	53,1	<i>H. ulvae</i>	29,3
6-7.8.2019	2	20-00 & 08-12	40,7	<i>H. ulvae</i>	36,3
6-7.8.2019	2	00-04 & 08-12	54,5	<i>H. ulvae</i>	29,9
31.8-1.9.2019	2	16-20 & 00-04	43,7	<i>T. fluviatilis</i>	20,3
31.8-1.9.2019	2	20-00 & 00-04	32,8	<i>H. ulvae</i>	30,0
31.8-1.9.2019	2	20-00 & 04-08	40,0	<i>H. ulvae</i>	40,4
31.8-1.9.2019	2	16-20 & 08-12	45,3	<i>T. fluviatilis</i>	34,7
31.8-1.9.2019	2	20-00 & 08-12	49,4	<i>H. ulvae</i>	32,2
31.8-1.9.2019	2	00-04 & 08-12	40,6	<i>H. ulvae</i>	20,8

3.6. Den omgivande evertebratfaunan

Den omgivande faunan som samlades in från algvegetationen bestod huvudsakligen av *Gammarus* sp., *Idotea* spp., *T. fluviatilis*, *H. ulvae* samt chironomider (fjädermyggselarver).

I referensproverna från *F. vesiculosus* förekom det individer av *Leptocheirus pilosus* vilken är en mobil art men som håller sig till gångar som de bygger på ytan av alger. I proven förekom även fastsittande arter så som mossdjuret *Electra crustulenta*, kräftdjuret *Amphibalanus improvisus* samt blötdjuret *Mytilus edulis x trossulus*. I proven tagna från *C. glomerata* förkom infauna som *Limecola baltica* och *cerastoderma glaucum*. Proverna tagna från *F. vesiculosus* omfattade 23 och proverna från *C. glomerata* 21 taxa (tabell III och IV, bilagor). I proven tagna från den omgivande vegetationen förekom inte räkor. Proverna tagna med metod 1 omfattade 18 och metod 2 16 taxa (tabell 3 och 4). Uteslutande sessila arter och infauna hittades flera mobila arter i proven tagna med metod 1 och 2. Utgående från den insamlade faunan var 93 % av de rörliga evertebraterna aktiva under dygnet då infauna (två arter) inkluderades. Ifall infaunan uteslöts var 100 % aktiva under dygnet. Arterna i aktiv rörelse representerade 83 % av det totala artantalet i området.

3.7. Ljusets betydelse för evertebraters rörelsemönster

Vid alla provtagningar och med både metod 1 och 2 fanns en svag negativ korrelation mellan ljusstyrkan och den totala abundansen. Proven tagna med metod 1 10–11.7 (Spearman's rho = -0,30; p = 0,10) och 6–7.8 (Spearman's rho = -0,14; p = 0,46) hade ett negativt samband mellan ljus och abundans men det var inte signifikant. Proven tagna med metod 1 31.8–1.9 uppvisade ett signifikant negativt samband mellan ljus och abundans (Spearman's rho = -0,39; p = 0,04). Analyser av proven insamlade med metod 2 uppvisade knappt något mönster mellan ljus och abundans: 10–11.7 (Spearman's rho = 0,02; p = 0,9), 6–7.8 (Spearman's rho = -0,16; p = 0,39) och 31.8–1.9 (Spearman's rho = -0,11; p = 0,57).

4. Diskussion

I samband med undersökningarna bestod evertebraterna huvudsakligen av amphipoder, isopoder och gastropoder. Sammanlagt samlades totalt 1235 organismer in med metod 1 och 1569 med metod 2. De mest abundanta grupperna i proven tagna med metod 1 var *Gammarus* sp. och *Idotea* spp. Dessa förekom under alla provtagningar och tidpunkter. I proverna insamlade med metod 2 var *T. fluviatilis* och *H. ulvae* de dominerande arterna. Det kunde observeras en trend för nattaktivitet i alla undersökta grupper av organismer. Högsta abundansen kunde observeras efter solnedgången då aktivitet hos evertebrater ökade när ljusstyrkan minskade. Medellängden på individer av respektive arter ökade längs med säsongen och flera fullvuxna individer påträffades under natten.

4.1. Skillnader i mängden arter

Provtagningarna från 6–7.8 och 31.8–1.9 med metod 1, var de enda där en signifikant variation i antal arter/taxa observerades och var det förekom flera arter/taxa på natten. Det här tyder på att majoriteten av arter förekommer under alla dygnets timmar med få undantag, dock kunde en trend för fler arter/taxa under natten observeras under alla provtagningar med metod 1 (figur 7). I proven insamlade med metod 2 kunde ingen tydlig trend observeras (figur 9). Bara *P. adspersus* och *P. elegans* förekom fritt simmande endast under dygnets mörka tid vilket överensstämmer med tidigare forskning (Daoulati et al. 2014), som visat att de är nattaktiva. Övriga arter/taxa förekom under såväl den ljusa som den mörka tiden. Ingen av de analyserade arterna/taxa hade en tydlig preferens för aktivitet under dagen. Då mängden arter/taxa från proven insamlade med metod 1 och 2 jämfördes med prover från de omgivande algerna var antalet arter inte mycket högre (fyra arter) i de omgivande algerna. De här arterna var antingen sessila (*E. crustulenta* och *M. edulis x trossulus*) eller infauna (*L. baltica* och *C. glaucum*). Det här innebär att alla aktivt rörliga evertebrater i provtagningslokalen lyckades fångas med de använda provtagningsmetoderna. Eftersom de mest abundanta arterna som samlades in med metod 2 rörde sig längs med botten, har metoderna kompletterat varandra.

Mellan de tre provtagningarna kunde en signifikant skillnad i mängden arter/taxa observeras vilket kan bero på de olika arternas generationscykler. Den första provtagningen hade den lägsta artmångfalden vilket kan bero på att endast få arter hunnit utvecklas till stadier som var tillräckligt stora eller rörliga som kunde samlas in med de använda metoderna.

4.2. Skillnader i abundans

En signifikant variation observerades i den totala abundansen av evertebrater som var i aktiv rörelse under olika tidpunkter under ett dygn. Variationen var tydlig och en preferens för nattaktivitet kunde ses. I proverna från metod 2 kunde den högsta abundansen observeras mellan 20:00 och 00:00 medan motsvarande tid för proven tagna med metod 1 var 00:00. Det här i samband med att abundansen sjönk mot morgonen tyder på att evertebraterna är som aktivast direkt efter solnedgången och att aktiviteten minskar under morgonnatten. Det här mönstret stöds av observationer av pungräkor, vars aktivitet ökade snabbt (10 – 60 minuter) efter solnedgången och avtog i god tid (2,5 – 1 timme) före soluppgången (Rudstam et al. 1989).

Predation anses vara den drivande faktorn för nattaktivitet (Holomuzki & Hoyle 1990, Taal et al. 2017). Fiskar är huvudsakligen visuella predatorer och deras predationsframgång minskar med lägre ljusstyrka (Taal et al. 2017). Ökad aktivitet hos evertebrater under natten kunde även orsakas av sämre förmåga att hitta föda i mörker. Dock fanns det på provtagningslokalen stora mängder *F. vesiculosus*, *P. littoralis* och påväxtalger som förtärs av till exempel *I. baltica* (Orav-Kotta & Kotta 2004), vilket tyder på att sökandet av föda inte skulle vara en drivande faktor för aktivitet.

Det fanns ingen tydlig variation under säsongen i den totala abundansen i den här undersökningen. Under alla provtagningar av fauna enligt metod 1 var det juvenila individer som uppvisade mest rörlighet. Det här kan tyda på naivt beteende hos juveniler vilket innebär att de inte är lika aktsamma för möjlig predation som fullvuxna individer (Merilaita & Jormalainen 1999). Stora kräftdjur som *P. adspersus* och *P. elegans*

uppvisar en tydlig säsongsbunden vertikal migration (Bilgin et al. 2003) då de simmar till djupare vatten när temperaturen sjunker och mot grundare vatten när temperaturen stiger (Bilgin et al. 2003).

Proverna som samlades in från algvegetationen i området innehöll ett större antal evertebrater än proverna tagna med metod 1 eller metod 2. De olika proverna var inte jämförbara men från resultaten kan man dra slutsatsen att vid en given tidpunkt är majoriteten av evertebrater inte i aktiv rörelse i vattenkolumnen. Det kunde tydligt ses att filamentösa alger utgör ett mikrohabitat för flera individer än *F. vesiculosus*. Det fanns även en klar preferens för filamentösa alger hos juveniler av alla insamlade arter, vilket även observerats i tidigare undersökningar (till exempel Kraufvelin & Salovius, 2004). Alla organismer som samlades in med metod 1 och 2 förekom i högre abundans i omkringväxande alger, vilket var förväntat, men ett undantag fanns och det var *Idotea granulosa*. Detta tyder på att arten är speciellt mobil och mindre beroende av vegetation än övriga arter. Mängden individer som observerades i drivande alger i lokalen minskade drastiskt (personlig observation) under sommaren. Effekten av drivande alger som vektorer för spridning samt som tillfälligt skydd mot predatorer när evertebraterna rör sig i vattenkolumnen, undersöktes inte.

4.3. Skillnader i diversitet och jämnhet

Shannon–Wieners diversitetsindex uppvisade signifikanta skillnader mellan provtagningstidpunkterna under provtagningen med metod 1 6–7.8, vilket överensstämmer med artantalet som också var högre på natten under den här provtagningen. Artmångfalden var av intresse för att kunna beskriva provtagningslokalen bättre. Artmångfald är ofta kopplat till ett systems tålighet till störningar. Eftersom det i proven tagna med metod 1 kunde observeras signifikanta skillnader under dygnet kan provtagningstidpunkten vara av stor betydelse då tålighet och återhämningsförmåga bedöms. Pielous jämnhet skilde sig signifikant i proven tagna med metod 1 6–7.8 och proven tagna med metod 2 10–11.7. Under båda provtagningarna kunde den högsta jämnheten observeras på morgonen och skiljde sig signifikant från proven tagna på natten. Jämnhet fungerar som ett mått på hur jämnt fördelade individer är mellan arter. I

två undersökningar av sex, tyder resultaten på att jämnheten är högst under morgonen då även artmångfalden och abundansen är som lägst. När det här jämförs med resultaten från SIMPER-analysen kan man se att vissa arter (*G. oceanicus*, *T. fluviatilis* och *Palaemon* sp.) dominerar under natten och ger upphov till de här skillnaderna.

4.4. Inverkan av kroppsstorlek på rörelsemönster

Längden på individerna som samlades in under provtagningarna varierade inom vissa grupper av arter (*Idotea* spp., *Gammarus* sp., *T. fluviatilis* och *H. ulvae*). De tydligaste skillnaderna observerades hos snäckor (*T. fluviatilis* och *H. ulvae*) där de större individerna tydligt rörde sig mera än de små under natten. I Hazletts studie (1984) observerades en positiv korrelation mellan storlek och rörelseförmåga hos vissa tropiska gastropoder på grunda bottenar. Hos grupperna *Idotea* spp. och *Gammarus* sp. var en mycket stor andel av de insamlade individerna juveniler under alla provtagningstidpunkter. Fullvuxna individer av *I. baltica* uppvisar lägre aktivitet efter den snabba tillväxtfasen (juveniler) och individerna gömmer sig effektivare från predatorer. Fullvuxna individer söker även föda huvudsakligen under natten (Merilaita & Jormalainen 1999). Hos pungräkor har det observerats en tydlig variation i vertikala migrationsmönster mellan åldersgrupper, där juveniler migrerar mycket högre upp i vattenkolumnen än fullvuxna individer (Rudstam et al. 1989). Det har även observerats variation i rörelsemönster mellan könen hos *I. Baltica*, där hanar prioriterar rörlighet och föda över ett säkert habitat (där deras skyddsfärg skulle vara optimerad), till skillnad från honor (Jormalainen et al. 2001, Vesakoski et al. 2008). Fullvuxna individer kan också ha varit snabbare och försiktigare (se till exempel Merilaita & Jormalainen 1999) och därför undvikit att fastna i håven, till skillnad från juvenilerna.

De största individerna av alla organismgrupper förekom under natten i proverna tagna med metod 1. I proven samlade med metod 2 observerades de största individerna av *Gammarus* sp. och *Idotea* spp. under provtagningen närmast gryningen vilket kunde tyda på att individerna sökte skydd mot slutet av natten.

4.5. Förändringar i samhällsstrukturen under dygnet

Samhällsstrukturen hos djursamhället som samlats in med metod 1 och 2 varierade signifikant mellan timmarna på dygnet. Bray–Curtis likhetsindex beräknades och hur samhällsstrukturen varierade visualiserades med NMDS. För proven tagna med metod 1 kunde man urskilja en liten gruppering mellan de olika klockslagen, men överlag var grupperingarna svaga. Det här beror troligen på att majoriteten av de påträffade arterna förekom under alla tider på dygnet och att skillnaderna härstammar från de relativa abundanserna. En envägs-ANOSIM visade att de tydligaste skillnaderna fanns mellan proverna tagna 20:00–00:00 (innefattar tiden direkt efter solnedgång) och mellan proverna tagna under dagen (08:00–16:00). SIMPER-analysen visade att arterna som bidragit mest till variationen mellan grupperna i allmänhet var de mest abundanta med undantag av effekten av *Palaemon* sp. som endast förekom under natten. *G. oenicus*, *T. fluviatilis* och *H. ulvae* var arterna som bidrog mest med sin höga abundans under natten. Variation i samhällsstrukturen är av intresse då ett områdes fauna beskrivs och resultaten visade att den här strukturen inte var densamma under ett dygn.

4.6. Ljusets inverkan på aktivitet

Ljusstyrkan (lux) undersöktes för att identifiera dess betydelse som drivande faktor, och visade sig ha en effekt på den totala abundansen av mobila evertebrater. I den här undersökningen var effekten av förändringar i ljusstyrkan mycket låg vilket beror på att aktiviteten under morgonen (både 04:00 och 08:00) sjönk fastän ljusstyrkan inte ändrades. Ljusstyrka kan antas vara den drivande faktorn till dygnsvariation i rörelsemönster eftersom evertebraterna har ljuskänsliga organ (Cronin, 1986), uppvisade högst aktivitet direkt efter solnedgång när ljusstyrkan sjönk mest samt korrelerade ljusstyrka negativt med abundans. Detta är i linje med tidigare resultat som visat att ljusstyrkan är en aktiverande signal för ökad aktivitet hos marina evertebrater (Rudstam et al. 1989, Jansson & Källander 1968).

Den cirkadianska klockan är beroende av yttre stimulans. Gastropoders aktivitet är starkare påverkad av ljusstyrka än av periodiska mönster i rörlighet (Barnes 1986). Barnes

(1986) observerade att en cirkadiansk rytm i aktiviteten kunde observeras under konstanta ljusförhållanden vilket tydde på att gastropodernas aktivitet styrdes av en kombination av den cirkadianska klockan och ljusnivå. Ljusstyrkan påverkar även evertebraternas predatorer. Fiskar kan uppvisa högre aktivitet under skymning på grund av att evertebrater, det vill säga bytesdjur, är mera i rörelse då (Taal et al. 2017). Trots att fiskar huvudsakligen jagar med hjälp av synen kan deras predationsframgång vara högre i försämrade ljusförhållanden då det finns en större sannolikhet att hitta föda (Taal et al. 2017). Nattaktiviteten hos evertebrater kan vara en lönsam adaptation trots ökad fiskaktivitet eftersom aktivitet under dagen skulle göra evertebraterna ytterligare utsatta då fiskar bättre kan utnyttja sin syn.

4.7. Provtagningsmetodernas styrkor och svagheter

Provtagningsmetoderna fungerade väl och resultaten representerar väl evertebraternas rörelsemönster i provtagningslokalen. Det är svårt att uppskatta ifall närvaron av provtagaren vid provtagningen med metod 1 eller då de artificiella substraten i metod 2 samlades in hade en avskräckande effekt på evertebratfaunan. Provtagning med metod 2 kan utgöra en bias i och med att organismer kan dras till nya strukturer i omgivningen (Taylor, 1997) eller möjligtvis sky dem. I den här undersökningen var det dock själva rörelsen som var av intresse och koloniseringen kan antas representera rörelseaktiviteten väl. Det är möjligt att olika arter reagerat olika på de artificiella substraten men eftersom alla de förväntade arterna, utgående från prover tagna från algerna i omgivningen, förekom i substraten kan det antas att inga arter direkt undvek dem. Även håven kunde dra till sig organismer eftersom den var ett främmande objekt i omgivningen.

När det med metod 1 och 2 insamlade data jämförs med proverna tagna från de omgivande algerna kan man tydligt se att majoriteten av evertebraterna håller sig till vegetationen (tabell III och IV, bilagor), dock är det svårt att bestämma hur stor andel av faunan som migrerar mellan olika mikrohabitat då förflyttningarna är mycket snabba. De använda provtagningsmetoderna och resultaten visar att man med hjälp av att provta vattenkolumnen bättre kan beskriva rörelsemönster av den fritt simmande evertebratfaunan eftersom det försäkras att de insamlade organismerna är i aktiv rörelse.

I undersökningen beaktades inte de insamlade individernas kön, vilket skulle vara av intresse för att bättre kunna beskriva de enskilda populationernas rörelsedynamik, habitatval och beteendemönster. Det är även av intresse för att identifiera mönster i reproduktionen och kunna förutspå när organismerna allokerar energi till reproduktion.

Den vertikala migrationen av evertebrater har inte tidigare undersökts i Östersjön. En mera detaljerad kunskap om vertikala migrationer skulle ge en bättre överblick av samhällsdynamiken på våra grunda hårbottenar eftersom det kunde visa ifall evertebrater migrerar till djupare vatten under dagen. På provtagningslokalen i den här undersökningen kunde det till exempel ske ett utbyte av organismer mellan brunalgsbältet och det djupare växande ålgräset under dygnet, men dylika migrationsmönster är tillsvärdare utforskade.

5. Slutsatser

Den här pro gradu-avhandlingen visar att det finns en tydlig dygnsvariation i rörelsemönster hos evertebrater i grunda hårbottensmiljöer. Artantal och diversitet i prover tagna med metod 1 var som högst under natten. Ingen likadan trend observerades i proven tagna med metod 2. De mest abundanta grupperna av evertebrater var kräftdjur och gastropoder. Resultaten visar att 93 % av alla de mobila arterna i området aktivt rör på sig under dygnet. Den totala abundansen varierade signifikant under dygnet och var som högst efter skymningen med stora mängder aktiva juveniler. Större individer var också generellt mer aktiva under natten, men majoriteten av de insamlade organismerna var trots allt juveniler. Ljusstyrkan påverkade mängden rörliga organismer negativt, det vill säga fångades färre organismer under dagen. Strukturen på de samhällen som rörde sig under olika tidpunkter och samlades in med metod 1 och 2 skilde sig signifikant under dygnets olika provtagningar, där *Palaemon* sp., *G. oenicus*, *T. fluviatilis* och *H. ulvae* var dominerande under natten.

Utgående från resultaten har tidpunkten för provtagning en betydelse för att beskriva evertebratsamhällen, samtidigt som majoriteten av arter verkar röra sig under alla tidpunkter. Provtagning under både natt och dag ger en bättre bild av verkligheten, men viktigare för jämförande studier är att prover tas under en standardiserad tidpunkt. Det här resultatet kan utnyttjas för att bättre förstå dynamiken i litorala hårbottensamhällen, och utgående från det utveckla och förbättra uppföljningsprogram för hårbottenfaunan. Kunskap om rörelsemönster kan även utnyttjas för att förutspå hur djur kan fly vid möjlig habitatförstörelse.

6. Tillkännagivanden

Jag vill tacka min handledare Sonja Salovius-Laurén för all hjälp med arbetet samt möjligheten att få arbeta med ett ytterst intressant ämne. Ett stort tack riktas till Husö biologiska station för boende och användning av utrustning. Stationens personal, doktorander och projektarbetare har varit till stor hjälp samt utmärkt sällskap. Speciellt stora tack riktas till Elin Lönnberg, Walter Vuori och Maximilian Gareis för hjälp under provtagningarna. Jag vill även tacka Floriaan Eveleens Maarse för givande diskussion samt delandet av utrustning. Utan familj och vänner skulle inte många saker i livet bli av, inte minst den här avhandlingen och därför vill jag även tacka dem. Till sist riktas stora tack till Societas Pro Fauna et Flora Fennica och Miljöministeriet för finansiering. Understödet tryggade och underlättade enormt arbetets utförande.

7. Referenser

- Allredge, A. L., King, J. M. 1977. Distribution, abundance and substrate preference of demersal reef zooplankton at Lizard Island Lagoon, Great Barrier Reef. *Mar. Biol.* 41(4), 317–333.
- Allredge, A. L., King, J. M. 1980. Effects of moonlight on the vertical migration patterns of demersal zooplankton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 44(2–3), 133–156.
- Barnes, R. S. K. 1986. Daily activity rhythms in the intertidal gastropod *Hydrobia ulvae* (Pennant). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 22, 325–334.
- Barrett, R. T., Anker–Nilssen, T., Gabrielsen, G. W., Chapdelaine, G. 2002. Food consumption by seabirds in Norwegian waters *ICES J. Mar. Sci.* 59(1), 43–57.
- Bates, C. R. & DeWreede, R. E. 2007. Do changes in seaweed biodiversity influence associated invertebrate epifauna? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 344(2), 206–214.
- Bilgin, S., Ozen, O. & Ates, A. S. 2008. Spatial and temporal variation of *Palaemon adspersus*, *Palaemon elegans*, and *Crangon crangon* (Decapoda: Caridea) in the southern Black Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 79(4), 671–678.
- Bonte, D., Van Dyck, H., Bullock, J. M., Coulon, A., Delgado, M., Gibbs, M., ... & Schtickzelle, N. 2012. Costs of dispersal. *Biol. Rev.* 87(2), 290–312.
- Bray, J. R. & Curtis, J. T. 1957. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27, 325–349.
- Bronmark, C. 1985. Interactions between macrophytes, epiphytes and herbivores – an experimental approach. *Oikos.* 45(1), 26–30.
- Bulla, M., Oudman, T., Bijleveld, A. I., Piersma, T., Kyriacou, C. P. 2017. Marine biorhythms: bridging chronobiology and ecology. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 372(1734).
- Buschmann, A. H. 1990. Intertidal macroalgae as refuge and food for Amphipoda in Central Chile. *Aquat. Bot.* 36(3), 237–245.

- Cronin, T. W. 1986. Photoreception in Marine–Invertebrates. *Integr. Comp. Biol.* 26(2), 403–415.
- Daoulatli, A., Antit, M., Azzouna, A. & Raso, J. E. G. 2014. Seasonal and diel changes in the structure of a crustacean decapod assemblage associated to a shallow *Cymodocea nodosa* meadow in northern Tunisia (Mediterranean Sea). An overview of Mediterranean decapod taxocoenoses. *Mediterr. Mar. Sci.* 15(1), 59–71.
- DeCoursey, P. J. 1983. Biological timing. *The biology of crustacea, volume 7: behavior and ecology, edited by Vernberg F.J & Vernberg W.B.* Academic press, New York.
- Devlin, P. F. 2002. Signs of the time: environmental input to the circadian clock. *J. Exp. Bot.* 53(374), 1535–1550.
- Dinno, A., & Dinno, M. A. 2017. Package ‘dunn.test’. *CRAN Repos. doi, 10.*
- Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive) (Text with EEA relevance) *EUT L 164, 25.6.2008, pp. 19–40*
- Euclide, P. T., Hansson, S. & Stockwell, J. D. 2017. Partial diel vertical migration in an omnivorous macroinvertebrate, *Mysis diluviana*. *Hydrobiologia.* 787(1), 387–396.
- European Union: European Commission, communication from the commission to the council, the european parliament, the european economic and social committee and the committee of the regions, 3 September 2008, COM (2008) 534 final.
- Halcrow, K. & Boyd, C. M. 1967. Oxygen consumption and swimming activity of amphipod *Gammarus Oceanicus* at different temperatures. *Comp.Biochem.Physiol.* 23(1), 233–242.
- Hampton, S. E. & Duggan, I. C. 2003. Diel habitat shifts of macrofauna in a fishless pond. *Mar. Freshwater. Res.* 54(7), 797–805.

- Hardeland, R. & Poeggeler, B. 2003. Non-vertebrate melatonin. *J. Pineal Res.* 34(4), 233–241.
- Hazlett, B. A. 1984. Daily movements of some tropical marine gastropods. *Ma. Behav. Physiol.* 11, 35–48.
- Hegele-Drywa, J., Normant, M. 2009. Feeding ecology of the American crab *Rhithropanopeus harrisii* (Crustacea, Decapoda) in the coastal waters of the Baltic Sea. *Oceanologia.* 51(3), 361–375.
- Helfrich-Förster, C. 2018. Sleep in Insects. *Annu. Rev. Entomol.* 63, 69–86.
- Herreid, C. F. 1980. Evolution of arthropod locomotion: a crustacean model. *Locomotion and energetics in arthropods.* Plenum press, New York.
- Holomuzki, J. R. & Hoyle, J. D. 1990. Effect of predatory fish presence on habitat use and diel movement of the stream amphipod, *Gammarus minus*. *Freshwater Biol.* 24(3), 509–517.
- Husö biologiska station. 2019. Långtidsuppföljning av vattenparametrar.
- Jansson, B. O. & Dahlberg, K. 1999. The environmental status of the Baltic Sea in the 1940s, today, and in the future. *AMBIO.* 28(4), 312–319.
- Jansson, B. & Källander, C. 1968. On the diurnal activity of some littoral peracarid crustaceans in the Baltic Sea. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 2, 24–36.
- Jørgensen, N. M. & Christie, H. 2003. Diurnal, horizontal and vertical dispersal of kelp associated fauna. *Hydrobiologia.* 503(1–3), 69–76.
- Jormalainen, V., Honkanen, T., Makinen, A., Hemmi, A. & Vesakoski, O. 2001. Why does herbivore sex matter? Sexual differences in utilization of *Fucus vesiculosus* by the isopod *Idotea baltica*. *Oikos.* 93(1), 77–86.
- Kautsky, L. & Kautsky, N. 2000. The Baltic Sea, including the Bothnian Sea and Bothnian Bay. *Seas at The Millennium: An Environmental Evaluation (Edited by C.R.C. Sheppard).* Elsevier Science, Amsterdam.
- Kraufvelin, P. 2007. Responses to nutrient enrichment, wave action and disturbance in rocky shore communities. *Aquat.Bot.* 87(4), 262–274.

- Kraufvelin, P. & Salovius, S. 2004. Animal diversity in Baltic rocky shore macroalgae: can *Cladophora glomerata* compensate for lost *Fucus vesiculosus*? *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 61(2), 369–378.
- Kraufvelin, P., Pekcan–Hekim, Z., Bergstrom, U., Florin, A., Lehikoinen, A., Mattila, J., Arula, T., Briekmane, L., Brown, E.J., Celmer, Z., Dainys, J., Jokinen, H., Kaaria, P., Kallasvuo, M., Lappalainen, A., Lozys, L., Moeller, P., Orio, A., Rohtla, M., Saks, L., Snickars, M., Stottrup, J., Sundblad, G., Taal, I., Ustups, D., Verliin, A., Vetemaa, M., Winkler, H., Wozniczka, A. & Olsson, J. 2018. Essential coastal habitats for fish in the Baltic Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 204, 14–30.
- Marklund, O., Blindow, I. & Hargeby, A. 2001. Distribution and diel migration of macroinvertebrates within dense submerged vegetation. *Freshwater Biol.* 46(7), 913–924.
- Martin-Smith, K. M. 1993. Abundance of mobile epifauna – the role of habitat complexity and predation by fishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 174(2), 243–260.
- Martin-Smith, K. M. 1994. Short-term dynamics of tropical macroalgal epifauna – patterns and processes in recolonization of *Sargassum fissifolium*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 110(2–3), 177–185.
- Merilaita, S. & Jormalainen, V. 1999. Different roles of feeding and protection in diel microhabitat choice of sexes in *Idotea baltica*. *Oecologia.* 122(4), 445–451.
- Naylor, E. 2001. Marine animal behavior in relation to lunar phase. *Earth Moon Planets.* 85(6), 291–302.
- Naylor, E. 2010. *Chronobiology of marine organisms*. University press, Cambridge.
- Ohman, M. D., Frost, B. W. & Cohen, E. B. 1983. Reverse diel vertical migration – an escape from invertebrate predators. *Science.* 220(4604), 1404–1407.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'hara, R. B., Simpson, G. L., Solymnos, P., Stevens, M. H. H., Wagner, H. & Oksanen, M. J. 2013. Package 'vegan'. *Community ecology package*, version 2.9, 1–295.
- Orav-Kotta, H., Kotta, J. 2004. Food and habitat choice of the isopod *Idotea baltica* in the northeastern Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 514, 79–85.

- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
- Perus, J., Bonsdorff, E., Back, S., Lax, H. G., Villnäs, A., Westberg, V. 2007. Zoobenthos as indicators of ecological status in coastal brackish waters: a comparative study from the Baltic Sea. *AMBIO*. 36(2–3), 250–256.
- Rudstam, L. G., Danielsson, K., Hansson, S. & Johansson, S. 1989. Diel vertical migration and feeding patterns of *Mysis mixta* (Crustacea, Mysidacea) in the Baltic Sea. *Mar. Biol.* 101(1), 43–52.
- Saarinen, A., Salovius–Lauren, S. & Mattila, J. 2018. Epifaunal community composition in five macroalgal species – What are the consequences if some algal species are lost? *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 207, 402–413.
- Salovius, S., Nyqvist, M. & Bonsdorff, E. 2005. Life in the fast lane: macrobenthos use temporary drifting algal habitats. *J. Sea Res.* 53(3), 169–180.
- Schippers, K. J. & Nichols, S. A. 2014. Deep, dark secrets of melatonin in animal evolution", *Cell*. 159(1), 9–10.
- Taal, I., Saks, L., Rohtla, M., Jurgens, K., Svirgsden, R., Kesler, M., Verliin, A., Hubel, K., Albert, A., Eschbaum, R. & Vetemaa, M. 2017. Diel changes in the fish assemblage in a coastal surf–zone area in the eastern Baltic Sea. *Boreal Environ. Res.* 22, 83–96.
- Taylor, R. B. 1998. Short–term dynamics of a seaweed epifaunal assemblage. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 227, 67–82.
- Tessmar–Raible, K., Raible, F., Arboleda, E. 2011. Another place, another timer: marine species and the rhythms of life. *Bioessays*, 33, 165–172.
- Vesakoski, O., Merilaita, S. & Jormalainen, V. 2008. Reckless males, rational females: dynamic trade–off between food and shelter in the marine isopod *Idotea balthica*. *Behav. Processes.* 79(3), 175–181.

8. Bilagor

Tabell I. Fullständiga SIMPER resultaten för proven tagna med metod 1

Provtagning	Parvisa jämförelser	Medelolikhet (%)	Särskiljande art	Bidrag (%)
10–11.7	00:00 – 04:00	40,1	<i>P. adspersus</i>	35,6
10–11.7	00:00 – 08:00	54,9	<i>G. oceanicus</i>	36,6
10–11.7	04:00 – 08:00	37,6	<i>G. oceanicus</i>	46,1
10–11.7	00:00 – 12:00	59,4	<i>G. oceanicus</i>	40,9
10–11.7	04:00 – 12:00	42,0	<i>G. oceanicus</i>	50,7
10–11.7	08:00 – 12:00	40,2	<i>G. oceanicus</i>	47,1
10–11.7	00:00 – 16:00	53,4	<i>G. oceanicus</i>	38,8
10–11.7	04:00 – 16:00	40,2	<i>G. oceanicus</i>	45,3
10–11.7	08:00 – 16:00	41,9	<i>G. oceanicus</i>	45,1
10–11.7	12:00 – 16:00	37,9	<i>G. oceanicus</i>	44,3
10–11.7	00:00 – 20:00	39,2	<i>P. adspersus</i>	37,8
10–11.7	04:00 – 20:00	23,5	<i>G. oceanicus</i>	47,6
10–11.7	08:00 – 20:00	38,0	<i>G. oceanicus</i>	61,5
10–11.7	12:00 – 20:00	44,1	<i>G. oceanicus</i>	64,1
10–11.7	16:00 – 20:00	40,3	<i>G. oceanicus</i>	59,7
6–7.8	00:00 – 04:00	42,8	<i>G. oceanicus</i>	24,6
6–7.8	00:00 – 08:00	73,4	<i>G. oceanicus</i>	29,2
6–7.8	04:00 – 08:00	61,9	<i>G. oceanicus</i>	27,7
6–7.8	00:00 – 12:00	47,9	<i>G. oceanicus</i>	20,0
6–7.8	04:00 – 12:00	51,4	<i>G. oceanicus</i>	24,0
6–7.8	08:00 – 12:00	67,4	<i>G. oceanicus</i>	31,6
6–7.8	00:00 – 16:00	45,6	<i>G. oceanicus</i>	25,4
6–7.8	04:00 – 16:00	48,9	<i>G. oceanicus</i>	27,9
6–7.8	08:00 – 16:00	60,9	<i>G. oceanicus</i>	30,9
6–7.8	12:00 – 16:00	49,7	<i>G. oceanicus</i>	29,1
6–7.8	00:00 – 20:00	50,8	<i>G. oceanicus</i>	27,7
6–7.8	04:00 – 20:00	49,4	<i>G. oceanicus</i>	22,2
6–7.8	08:00 – 20:00	57,1	<i>I. baltica</i>	24,1
6–7.8	12:00 – 20:00	54,1	<i>G. oceanicus</i>	22,1
6–7.8	16:00 – 20:00	49,9	<i>G. oceanicus</i>	26,0

31.8-1.9	00:00 – 04:00	44,0	<i>P. elegans</i>	22,6
31.8-1.9	00:00 – 08:00	59,9	<i>P. elegans</i>	28,4
31.8-1.9	04:00 – 08:00	58,3	<i>G. oceanicus</i>	22,9
31.8-1.9	00:00 – 12:00	66,8	<i>P. elegans</i>	27,5
31.8-1.9	04:00 – 12:00	65,2	<i>G. oceanicus</i>	22,3
31.8-1.9	08:00 – 12:00	60,4	<i>I. baltica</i>	22,9
31.8-1.9	00:00 – 16:00	71,2	<i>P. elegans</i>	26,6
31.8-1.9	04:00 – 16:00	64,3	<i>G. oceanicus</i>	21,6
31.8-1.9	08:00 – 16:00	61,5	<i>G. oceanicus</i>	24,0
31.8-1.9	12:00 – 16:00	57,2	<i>I. baltica</i>	28,4
31.8-1.9	00:00 – 20:00	87,9	<i>G. oceanicus</i>	25,9
31.8-1.9	04:00 – 20:00	91,1	<i>G. oceanicus</i>	29,3
31.8-1.9	08:00 – 20:00	78,3	<i>I. baltica</i>	23,8
31.8-1.9	12:00 – 20:00	78,1	<i>I. baltica</i>	26,8
31.8-1.9	16:00 – 20:00	79,3	<i>I. baltica</i>	22,5

Tabell II. Fullständiga SIMPER resultaten för proverna samlade med metod 2

Provtagning	Parvisa jämförelser	Medelolikhet (%)	Särskiljande art	Bidrag (%)
10-11.7	12-16 & 16-20	31,2	<i>G. oceanicus</i>	23,4
10-11.7	12-16 & 20-00	29,7	<i>T. fluviatilis</i>	28,3
10-11.7	16-20 & 20-00	35,7	<i>T. fluviatilis</i>	24,0
10-11.7	12-16 & 00-04	28,0	<i>G. oceanicus</i>	28,7
10-11.7	16-20 & 00-04	28,3	<i>I. baltica</i>	25,1
10-11.7	20-00 & 00-04	29,8	<i>G. oceanicus</i>	25,3
10-11.7	12-16 & 04-08	46,9	<i>T. fluviatilis</i>	28,7
10-11.7	16-20 & 04-08	44,6	<i>T. fluviatilis</i>	28,2
10-11.7	20-00 & 04-08	51,1	<i>T. fluviatilis</i>	36,9
10-11.7	00-04 & 04-08	42,7	<i>T. fluviatilis</i>	27,5
10-11.7	12-16 & 08-12	43,1	<i>I. baltica</i>	24,7
10-11.7	16-20 & 08-12	40,9	<i>H. ulvae</i>	22,2
10-11.7	20-00 & 08-12	45,2	<i>T. fluviatilis</i>	26,9
10-11.7	00-04 & 08-12	37,7	<i>I. baltica</i>	23,9
10-11.7	04-08 & 08-12	48,2	<i>G. oceanicus</i>	20,1

6-7.8	12-16 & 16-20	39,2	<i>H. ulvae</i>	22,0
6-7.8	12-16 & 20-00	43,2	<i>H. ulvae</i>	40,7
6-7.8	16-20 & 20-00	32,2	<i>H. ulvae</i>	32,5
6-7.8	12-16 & 00-04	54,9	<i>H. ulvae</i>	34,7
6-7.8	16-20 & 00-04	50,1	<i>H. ulvae</i>	24,8
6-7.8	20-00 & 00-04	36,5	<i>H. ulvae</i>	24,0
6-7.8	12-16 & 04-08	50,6	<i>H. ulvae</i>	20,7
6-7.8	16-20 & 04-08	38,9	<i>I. chelipes</i>	17,5
6-7.8	20-00 & 04-08	45,4	<i>H. ulvae</i>	28,9
6-7.8	00-04 & 04-08	53,1	<i>H. ulvae</i>	29,3
6-7.8	12-16 & 08-12	41,8	<i>H. ulvae</i>	19,8
6-7.8	16-20 & 08-12	31,8	<i>H. ulvae</i>	20,6
6-7.8	20-00 & 08-12	40,7	<i>H. ulvae</i>	36,3
6-7.8	00-04 & 08-12	54,5	<i>H. ulvae</i>	29,9
6-7.8	04-08 & 08-12	42,7	<i>H. ulvae</i>	19,4
<hr/>				
31.8-1.9	12-16 & 16-20	35,1	<i>T. fluviatilis</i>	19,6
31.8-1.9	12-16 & 20-00	46,8	<i>H. ulvae</i>	36,6
31.8-1.9	16-20 & 20-00	39,7	<i>H. ulvae</i>	32,5
31.8-1.9	12-16 & 00-04	43,3	<i>H. ulvae</i>	22,7
31.8-1.9	16-20 & 00-04	43,7	<i>T. fluviatilis</i>	20,3
31.8-1.9	20-00 & 00-04	32,8	<i>H. ulvae</i>	30,0
31.8-1.9	12-16 & 04-08	38,1	<i>T. fluviatilis</i>	21,6
31.8-1.9	16-20 & 04-08	40,2	<i>T. fluviatilis</i>	24,1
31.8-1.9	20-00 & 04-08	40,0	<i>H. ulvae</i>	40,4
31.8-1.9	00-04 & 04-08	34,4	<i>H. ulvae</i>	24,8
31.8-1.9	12-16 & 08-12	43,0	<i>T. fluviatilis</i>	29,4
31.8-1.9	16-20 & 08-12	45,3	<i>T. fluviatilis</i>	34,7
31.8-1.9	20-00 & 08-12	49,4	<i>H. ulvae</i>	32,2
31.8-1.9	00-04 & 08-12	40,6	<i>H. ulvae</i>	20,8
31.8-1.9	04-08 & 08-12	36,3	<i>T. fluviatilis</i>	25,2

Tabell III. Abundansen (medeltal och standardfel) per 100 g torr vikt av *F. vesiculosus* (N = 3)

Datum	17.7.2019	14.8.2019	28.8.2019
Metod	Nätpåse	Nätpåse	Nätpåse
Alg	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>
Torr vikt alger (g)	100	100	100
<i>Idotea baltica</i>	24,7 ± 10,0	49,9 ± 19,6	87,4 ± 37,0
<i>Chironomidae</i>	798,9 ± 231,6	403,2 ± 87,0	57,2 ± 49,7
<i>Gammarus oceanicus</i>	135,4 ± 40,1	31,0 ± 15,9	92,9 ± 66,0
<i>Gammarus sp. (< 5 mm)</i>	524,2 ± 69,7	9,8 ± 6,9	25,9 ± 8,9
<i>Idotea spp. (< 5 mm)</i>	101,9 ± 43,8	7,7 ± 7,7	2,1 ± 2,1
<i>Insecta</i>	20,3 ± 3,9	0,0	0,0
<i>Idotea chelipes</i>	6,3 ± 4,1	33,6 ± 19,5	18,5 ± 4,0
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	53,5 ± 29,4	227,4 ± 81,6	347,0 ± 153,7
<i>Gammarus salinus</i>	34,5 ± 7,2	7,7 ± 7,7	23,6 ± 17,7
<i>Leptocheirus pilosus</i>	13,2 ± 8,1	15,4 ± 15,5	83,9 ± 70,9
<i>Naididae</i>	84,0 ± 41,6	20,0 ± 7,9	2,1 ± 2,1
<i>Halicryptus spinulosus</i>	5,6 ± 3,4	0,0	0,0
<i>Hediste diversicolor</i>	2,0 ± 2,0	3,9 ± 3,9	0,0
<i>Cyanophthalma obscura</i>	2,0 ± 2,0	0,0	2,1 ± 2,1
<i>Gammarus zaddachi</i>	5,0 ± 5,0	0,0	9,0 ± 9,1
<i>Idotea granulosa</i>	3,4 ± 3,3	13,7 ± 7,0	5,8 ± 3,2
<i>Mytilus edulis x trossulus</i>	1,7 ± 1,7	19,6 ± 8,3	22,4 ± 8,3
<i>Copepoda</i>	0,0	3,0 ± 2,9	0,0
<i>Gastropoda (juvenil)</i>	0,0	5,9 ± 5,9	1,3 ± 1,3
<i>Jaera sp.</i>	0,0	5,9 ± 5,9	20,1 ± 18,1
<i>Gammarus locusta</i>	0,0	4,2 ± 4,2	0,0
<i>Cerastoderma glaucum</i>	0,0	7,7 ± 7,7	0,0
<i>Radix peregra</i>	0,0	0,0	6,3 ± 6,2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	0,0	0,0	20,3 ± 10,3
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	0,0	0,0	3,7 ± 3,8

Tabell IV. Abundans (medeltal och standardfel) per 100 g torrsvikt av *C. glomerata* (N = 3)

Datum	17.7.2019	14.8.2019	28.8.2019
Metod	Räfsa	Räfsa	Räfsa
Alg	<i>Cladophora glomerata</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	<i>Cladophora glomerata</i>
Torrsvikt (g)	100	100	100
<i>Idotea baltica</i>	0,0	301,8 ± 151,0	426,2 ± 185,5
<i>Chironomidae</i>	6573,0 ± 339,1	31110,4 ± 8667,8	6252,5 ± 760,2
<i>Gammarus oceanicus</i>	0,0	0,0	0,0
<i>Gammarus sp.</i>	15001,7 ± 7236,5	41384,9 ± 13144,9	2579,0 ± 1403,9
<i>Idotea spp.</i>	6881,1 ± 936,4	5946,0 ± 1650,7	6205,6 ± 2033,8
<i>Insecta</i>	432,3 ± 258,2	0,0	0,0
<i>Idotea chelipes</i>	116,1 ± 58,4	246,7 ± 130,3	692,8 ± 249,9
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	0,0	1463,4 ± 434,7	2229,0 ± 302,4
<i>Gammarus salinus</i>	0,0	0,0	0,0
<i>Leptocheirus pilosus</i>	45,2 ± 45,1	771,6 ± 771,6	462,8 ± 270,0
<i>Naididae</i>	1792,0 ± 531,5	1216,7 ± 564,2	2708,4 ± 1335,6
<i>Halicryptus spinulosus</i>	76,0 ± 40,0	198,4 ± 198,4	0,0
<i>Hediste diversicolor</i>	76,0 ± 40,0	0,0	151,0 ± 151,0
<i>Cyanophthalma obscura</i>	0,0	0,0	0,0
<i>Gammarus zaddachi</i>	76,0 ± 40,0	0,0	0,0
<i>Idotea granulosa</i>	0,0	154,3 ± 154,3	142,6 ± 90,9
<i>Mytilus edulis x trossulus</i>	0,0	0,0	127,8 ± 68,1
<i>Hydrobia ulvae</i>	76,0 ± 40,0	1884,9 ± 1884,9	4848,9 ± 724,3
<i>Gastropoda (juv)</i>	1231,8 ± 394,0	2777,8 ± 2777,8	0,0
<i>Copepoda</i>	90,3 ± 90,4	0,0	193,0 ± 60,2
<i>Radix peregra</i>	92,4 ± 92,4	2477,5 ± 2051,0	741,1 ± 301,7
<i>Limecola baltica</i>	0,0	694,4 ± 694,4	1099,4 ± 234,9
<i>Cerastoderma glaucum</i>	0,0	848,8 ± 631,6	1230,7 ± 683,9
<i>Ostracoda</i>	0,0	0,0	38,7 ± 38,7
<i>Jaera sp.</i>	0,0	0,0	139,4 ± 88,0
<i>Oligochaeta</i>	0,0	0,0	178,1 ± 91,3