

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Roman LUŠTRIK

FAVNA MNOGOŠČETINCEV TRDEGA DNA
ZGORNJEGA INFRA-LITORALA V SLOVENSKEM
MORJU

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Roman LUŠTRIK

FAVNA MNOGOŠČETINCEV TRDEGA DNA ZGORNJEGA
INFRALITORALA V SLOVENSKEM MORJU

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

HARD BOTTOM POLYCHAETE FAUNA OF UPPER
INFRALITORAL ALONG SLOVENIAN COAST

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija biologije. Terensko in laboratorijsko delo je bilo opravljeno v okviru Morske biološke postaje (Nacionalni inštitut za biologijo) v Piranu in v prostorih Agencije za varstvo okolja v Furlaniji (Agenzia regionale per la Prevenzione e protezione Ambientale del Veneto) v Trstu (Italija). Študijska komisija Oddelka za biologijo je na zasedanju dne 20.9.2010 odobrila temo diplomskega dela, za mentorja pa potrdila izr.prof.dr. Lovrenca Lipeja.

Komisija za oceno in zagovor:

- Predsednik: doc. dr. Rok KOSTANJŠEK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
- Član: izr. prof. dr. Lovrenc LIPEJ
Nacionalni inštitut za biologijo, mentor
- Član: prof. dr. Tom TURK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, recenzent

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Roman LUŠTRIK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	504.4:591.9:595.1(043.2)=163.6
KG	mногошčetinci/Polychaeta/slovensko morje/alge/trdno dno
KK	
AV	LUŠTRIK, Roman
SA	LIPEJ, Lovrenc (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2010
IN	FAVNA MNOGOŠČETINCEV TRDEGA DNA ZGORNJEGA INFRALITORALA V SLOVENSKEM MORJU
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XIII, 37 str., 6 pregl., 13 sl., 7 pril., 44 vir.
IJ	sl
JI	sl/en

Mногошčetinci so zaradi svojih lastnosti (število vrst, ekoloških značilnosti) priljubljena bioindikatorska skupina. V tem delu smo se osredotočili na favno mnogoščetincev, ki se pojavlja na trdem dnu zgornjega infralitorala. Pričakovali smo, da (a) bomo za slovensko morje zabeležili nove vrste mnogoščetincev, (b) se sestava združb mnogoščetincev glede na prisotnost različnih vrst alg ne bo znatno spreminjala, (c) da se vrstna pestrost in abundanca med postajami ne bosta razlikovali, razen za postaje, ki so pod močnim antropogenim vplivom, (d) da prostorska komponenta (mikro, mezo in makro skala) ne bo vplivala na sestavo združbe mnogoščetincev. Vzorčenje je potekalo na desetih postajah, ki so bile enakomerno razporejene od Debelega rtiča do Portoroža, s čimer je bilo povzorčene približno 80% slovenske obalne črte. Vzorčenje je potekalo s pomočjo raziskovalne ladje, pri vzorčenju pa smo uporabljali avtonomno potapljaško opremo. Skupno smo zabeležili 3939 osebkov iz 83 taksonov. Seznam vrst mnogoščetincev slovenskega morja smo dopolnili s podatki o pojavljanju 16 novih vrst. Ugotovili smo, da je združba mnogoščetincev na večini postaj med seboj primerljiva ne glede na vrsto alg. Izjema sta le dve postaji, ki sta pod močnim antropogenim delovanjem. Na teh dveh mestih je bila vrstna pestrost mnogoščetincev in alg nižja, vendar statistično značilna samo od postaje z najvišjim povprečjem vrstne pestrosti. Številčnost osebkov je bila med vsemi postajami primerljiva. Združbe mnogoščetincev se niso spreminjale s prostorsko komponento. Sestava združb je bila na mikro, mezo in makro skali primerljiva. Glede na rezultate ugotavljamo, da mnogoščetinci zgornjega infralitorala niso dobri pokazatelji predvidenega ekološkega stanja.

KEYWORD DOCUMENTATION

DN Dn
DC 504.4:591.9:595.1(043.2)=163.6
CX polychaetes/Polychaeta/Slovenian coast/algae/hard substrate
AU LUŠTRIK, Roman
AA LIPEJ, Lovrenc (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of biology
PY 2010
TI HARD BOTTOM POLYCHAETE FAUNA OF UPPER INFRA-LITORAL ALONG SLOVENIAN COAST
DT Graduation thesis (University studies)
NO XIII, 37 p., 6 tab., 13 fig., 7 ann., 44 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Characteristics of polychaetes (e.g. number of species and ecological traits) make this group useful bioindicators in marine environments. This work focused on polychaete fauna of hard bottom substrates in the upper part of upper infralitoral along the Slovenian coast. We expected (a) to find new species in the Slovenian part of Gulf of Trieste, (b) that polychaete assemblages will not change significantly according to algal facies, (c) species richness and abundance will change only in highly polluted areas and (d) that spatial component size will not influence polychaete assemblage. Sampling was done with the aid of a research vessel on ten sampling stations. In total, we counted 3939 specimens in 83 taxa. List of species for the Slovenian part of Gulf of Trieste was amended for 16 new species. Polychaete assemblages did not change significantly according to algal facies, except at two stations that are considered to be heavily polluted. Species richness for these two stations was somewhat low, but statistically significant only compared to the station with the highest species richness. Abundance was comparable between stations. Polychaete assemblages did not change according to spatial scale, which we attribute to small distances between stations. Our work has shown that hard bottom polychaete assemblages of the upper infralitoral are less suitable as indicators of the alleged ecological status.

Kazalo vsebine

1	Uvod	1
1.1	Opis mnogoščetincev	1
1.2	Obalni pas – infralitoral	2
1.3	Dosedanje raziskave	3
1.4	Vloga mnogoščetincev na trdem morskem dnu	3
1.5	Hipoteze	5
2	Materiali in metode	6
2.1	Terensko delo	7
2.2	Delo v laboratoriju	8
2.3	Analiza podatkov	9
2.4	Statistična analiza	9
3	Rezultati	12
3.1	Številčnost mnogoščetincev po vzorčnih mestih	12
3.2	Vrstna pestrost	15

3.2.1	Razvrševalne krivulje	15
3.3	Podobnost združb mnogoščetincev in alg	15
3.4	Prehranjevalni cehi	20
4	Diskusija	27
4.1	Ustreznost uporabljenih metod	27
4.2	Nove vrste	28
4.3	Sestava združbe	28
4.4	Številčnost in vrstna pestrost mnogoščetincev	29
4.5	Primerljivost združb v različnih merilih (skalah)	31
4.6	Sklepi	32
5	Povzetek	33
6	Viri in reference	34

Zahvala
Priloge

Kazalo preglednic

1	Preglednica vzorčnih mest	7
2	Preglednica novih vrst	12
3	Preglednica družin	12
4	Preglednica rodov	13
5	Preglednica številčnosti in št. vrst	15
6	Obremenjenost vzorčnih mest	31

Kazalo slik

1	Karta vzorčnih mest	6
2	Zračna črpalka	8
3	Prikaz številčnosti po vzorčnih mestih	14
4	Razvrščanje pogostnosti taksonov	16
5	Primerjava vrednosti Shannon-Wienerjevih indeksa	17
6	Akumulacijske krivulje vrstne pestrosti	18
7	Akumulacijske krivulje enakosti	19
8	Klastriranje združbe mnogoščetincev	21
9	Klastriranje združbe alg	22
10	nMDS kot ponazoritev PERMANOVA-e	23
11	Prikaz podatkov s pomočjo CCA	24
12	Prikaz vzorcev s pomočjo nMDS metode	25
13	Prehranjevalni cehi po vzorčnih mestih	26

1 Uvod

Morje zavzema večino zemeljske površine in ni presenetljivo, da ima vpliv na skoraj vse globalne procese. Poleg procesov, ki vplivajo na globalno klimo, pa so zanimivi tudi tisti, ki opredeljujejo lokalne razmere. Ti procesi se dogajajo tudi v sedimentih. Sedimenti vseh vrst prispevajo h kroženju snovi in energije, v določeni meri tudi s pomočjo organizmov, ki tam živijo. V in na sedimentih se oblikujejo različne združbe, ki s svojim delovanjem prispevajo k učinkovitejšemu in hitrejšemu kroženju snovi.

Pomembno vlogo pri oblikovanju in delovanju bentoških združb imajo tudi mnogoščetinci (Polychaeta). Pogosto prevladujejo tako v smislu števila, vrstne pestrosti in biomase, zaradi česar so še posebej uporabni za proučevanje združb morskega dna in posledično ugotavljanje kakovosti le-tega. Izkazalo se je, da so dobri pokazatelji stanja okolja in primerni za proučevanje vzorcev združbe (Giangrande *et al.*, 2005), zato so primerni za ocenjevanje skupne biodiverzitete na morskem dnu. Študije o onesnaženju morja so uporabile mnogoščetince kot indikatorske organizme, saj se različne vrste različno odzivajo na razmere in spremembe v različnih življenjskih okoljih.

1.1 Opis mnogoščetincev

Mnogoščetinci (Polychaeta) spadajo v deblo kolobarnikov (Annelida). Izmed več kot 12000 vrst kolobarnikov, sestavljajo mnogoščetinci okoli 8000 vrst (Ruppert *et al.*, 2004). So najbolj sorodni maloščetincem (Oligochaeta) in pijavkam (Hirudinea). Kot vsi njihovi bližnji sorodniki, so „črvaste“ oblike. So bolj ali manj enakomerno členjeni (homometamerni), obstajajo pa tudi izjeme. Naglavna regija je lahko sestavljena iz glavine krpice (prostomij), sestavlja pa jo lahko še peristomij in drugi členi. Na glavini krpici najdemo čutila, na prvem kolobarju, ki obdaja ustno votlino, pa lahko izrašča tudi različno število izrastkov (cirov). Na koncu trupa je zadnjična krpica (pigidij), na kateri se nahaja tudi anus. Vzdolž telesa imajo parapodije, katerih oblika in velikost se lahko vzdolž telesa spreminjata. Parapodiji so sestavljeni iz hrbtnega (notopod) in trebušnega (nevropod) kraka. Parapodijem dajejo oporo acikule, ki so zasajene v tkivo in služijo tudi kot pripenjališče mišic. Iz parapodijev izraščajo tudi sete (nekateri jih imenujejo hete), ki mnogoščetincem pomagajo pri premikanju oz. sidranju. Nekateri mnogoščetinci imajo poleg hitina v sete vgrajene tudi anorganske materiale (npr. SiO₂), zaradi česar postanejo krhki in primerni za obrambo (radovednim potapljačem znani kot „ognjeni črvi“). Oblika set je zelo pestra, kar se odraža tudi v njihovem poimenovanju.

Mnogoščetince najdemo skoraj izključno v morju (pri nas najdemo edino sladkovodni rod *Marifugia*). So skoraj izključno bentoški, nekaj je tudi planktonskih. Živijo v zgornjih nekaj centimetrih sedimenta, kjer so pomemben del favne, ki sodeluje pri mešanju sedimenta (bioturbatorji). S svojim delovanjem tudi pomembno vplivajo na sestavo združbe. Na kamnitem dnu živijo največkrat v različnih rovih (sekundarno) med algami ali na njih. So pomemben del združbe, saj predstavljajo po pestrosti (in pogosto tudi po biomasi) pomemben del morske bentoške združbe, tudi kot bioindikatorji (Samuelson, 2001; Giangrande *et al.*, 2005).

Konvencionalno jih delimo na prostoživeče (Errantia) in sedentarne (Sedentaria). Poimenovanje je že starejše (Fauvel, 1923) in poudarja predvsem ekološko umestitev in način življenja živali. Sedentarni mnogoščetinci so prilagojeni na sesilni način življenja ali pa je njihovo gibanje zelo omejeno. Številni sedentarni mnogoščetinci imajo na prvem kolobarju venec izrastkov, ki jih uporabljajo za prehranjevanje (npr. pahljače pri nekaterih cevkarjih). Na telesu ločimo prsno in trebušno regijo. Navadno živijo v rovih ali cevkah. Te so lahko iz anorganskega ali organskega materiala, ki ga izločijo sami. Prehranjujejo se filtratorsko in z detritom, ki ga zbirajo pasivno ali aktivno.

Prostoživeči mnogoščetinci so prilagojeni za premikanje. Mnogi so plenilci, nekateri pa tudi detritivori. Ko plenilski mnogoščetinci izvihajo požiralnik, lahko vidimo hitinaste čeljusti, ki jih uporabljajo pri lovu. V primerjavi s sedentarnimi mnogoščetinci so enakomerno členjeni (Avčin, 2003; Ruppert *et al.*, 2004).

Prehranske navade mnogoščetincev so odvisne od morfologije ustnega in obustnega aparata ter drugih struktur. Na podlagi teh lastnosti jih uvrščamo v t.i. prehranske cehe. Prvi pregled prehranskih cehov mnogoščetincev sta objavila Fauchald & Jumars (1979), kjer sta postavila temelje za nadaljnja dela s področja prehranske ekologije.

1.2 Obalni pas – infralitoral

Obale s trdim dnom (kamenje, skale) so ena najbolj vrstno pestrih habitatov v morju in so že od nekdaj zanimive za raziskovalce morja. Kmalu po drugi svetovni vojni smo dobili dobro uveljavljeno poimenovanje različnih vertikalnih pasov obale ((Nybakken, 2005). Pas, ki je najvišje nad vodno gladino imenujemo *supralitoral* ali pršni pas. Tu morska voda navadno podlago rahlo prši, zalije pa jo le ob posebnih razmerah. Zaradi ekstremnih življenjskih razmer uspevajo tu le najbolj prilagojeni organizmi kot so nekatere bakterije, kopenski in morski členonožci in mehkužci. Pas pod pršnim pasom imenujemo *mediolitoral* ali pas bibavice, za katerega je značilno ciklično izmenjavanje plime in oseke. V tem pasu že prevladujejo raki vitičnjaki in

polži latvice ((npr. *Chthamalus stellatus* in *Patella lusitanica*), občasno pa sem zaidejo tudi rakovice in babica sprehajalka (*Blennius galerita*). Ponekod najdemo tudi alge (npr. *Enteromorpha compressa* in *Ulva rigida*). Pas lahko razdelimo še v podrobnejše cone. Razporejanje vrst v vertikalni smeri je značilno in odvisno od sezone. Pas, ki je pod mediolitoralom imenujemo *infralitoral*. Ta pas je za razliko od prejšnjih dveh stalno pod vodo. Tako se razteza od najnižje točke oseke do globine, kjer svetloba še omogoča uspevanje fotofilnih alg. Tu so se razvile bogate združbe morskih cvetnic. Pri nas prevladujejo alge iz rodu *Cystoseira*, če je voda relativno čista. V tem pasu najdemo mnogo vrst iz skupin rib, rakov, iglokožcev, spužev, mehkužcev, mahovnjakov in nenazadnje tudi mnogoščetincev (Turk, 2007).

1.3 Dosedanje raziskave

Favna mnogoščetincev v slovenskem morju je razmeroma dobro poznana. Prve raziskave, ki so se ukvarjale izključno s to skupino živali, so potekale v sedemdesetih letih. Avčin *et al.* (1974) so primerjali bentoške združbe Koprškega in Strunjanskega zaliva, kjer so ugotovili navzočnost 39 vrst. Vrišer (1974) je v Piranskem zalivu na trdi podlagi našel 5 vrst, Avčin (1989) pa v Tržaškem zalivu zabeležil 281 vrst mnogoščetincev mehkega dna. Sket (1983) omenja edini sladkovodni rod *Marifugia*. V recentnih raziskavah so raziskovalci z Morske biološke postaje iz Pirana (v nadaljevanju: MBP) zabeležili še 15 dodatnih vrst mnogoščetincev (Lipej *et al.*, 2004). V zadnjih letih so v sklopu vzorčevanja za Vodno direktivo in Morsko strategijo raziskovalci iz MBP in ARPA med 6 in 12 metri globine popisali skoraj 150 taksonov mnogoščetincev sedimentnega dna (Borut Mavrič, oseb. sporočilo).

1.4 Vloga mnogoščetincev na trdem morskem dnu

V Sredozemskem morju, ki ima že zelo dolgo tradicijo proučevanja z vseh vidikov, so raziskave mnogoščetincev bogato zastopane. Mnogo se jih osredotoča na združbe, ki živijo v/na mehkem dnu (Karalis *et al.*, 2003), znane pa so tudi raziskave na združbah mnogoščetincev trdega dna (Giangrande *et al.*, 2005). Obstaja nekaj hipotez, s katerimi bi pojasnili vpliv različnih dejavnikov na združbe mnogoščetincev, med drugimi so tudi: raznoliki mikrohabitati, interakcijae med organizmi, razlike v usedanju novih ličink, ter abiotski in drugi biotski dejavniki. Za zdaj je poznavanje vpliva in medsebojnih povezav in drugih dejavnikov relativno slabo (Benedetti-Cecchi, 2001).

Združbe alg, v katerih prebivajo mnogoščetinci, lahko pod vplivom okoljskih in biot-

skih dejavnikov oblikujejo različne ploskve (facies), ki se spreminjajo v času in prostoru (Tena *et al.*, 2000). Zaradi tega vedno več raziskav potrjuje, da so makroalge pomemben dejavnik pri oblikovanju živalskih združb, vključno z združbo mnogoščetincev. Na podlagi opazovanj so predlagali hipotezo (Russo, 1997; Chemello & Milazzo, 2002; Frascchetti *et al.*, 2006), da različne makroalge gostujejo različne združbe mnogoščetincev v odvisnosti od njihovega habitusa, obrambnih kemičnih substanc in življenjskega cikla alge. Katzmann (1971) je ugotovil, da se na algah iz rodu *Cystoseira* pojavlja (sicer ne obligatno), približno petina vrst mnogoščetincev. Po njegovih ugotovitvah potrebujejo za razvoj le majhne intersticielne prostore sekundarnega izvora, ki jih oblikuje epifitska obrast. Glede prehrane niso specializirani, najdemo pa jih lahko tudi v nezaraslih habitatnih tipih. Tudi drugi avtorji ugotavljajo, da je pomembnost makroalg drugotnega pomena. Zdi se, da je pomembna pokrovnost substrata z algami in njihova epifitska obrast (Antoniadou *et al.*, 2004).

Abbiati *et al.* (1987) in sodelavci so proučevali vertikalno razporeditev združbe mnogoščetincev. Opazili so vertikalno strukturiranost, ki se je še najbolj ujemala z združbami alg, ki so odvisne predvsem od razpoložljive svetlobe in valovanja (npr. Sardá (1991)). Za razliko od vertikalne zonacije imamo o horizontalni zonaciji manj podatkov. Znano je, da se združbe spreminjajo v horizontalni smeri, in da je to spreminjanje odvisno od velikosti skale (lestvice), ki jo uporabljamo kot enoto proučevanja in biotskih interakcij (Benedetti-Cecchi, 2001).

Konceptualno lahko preučujemo združbe na treh nivojih, t.i. skalah. Za potrebe tega diplomskega dela pa smo razdelili:

1. variabilnost med paralelkami znotraj vzorčnega mesta (mikro/najnižja skala);
2. variabilnost med paroma vzorčnih mest v vodnem telesu (mezo/vmesna skala);
3. variabilnost med vzorčnimi mesti v različnih vodnih telesih (makro/najvišja skala).

Prostorsko najmanjši nivo je mikro skala, kjer obravnavamo združbo znotraj posameznega vzorčnega mesta na razdalji nekaj metrov. Srednji nivo je mezo skala, kjer primerjamo med seboj par sosednjih vzorčnih mest. Najvišji nivo je makro skala, kjer preučujemo združbe na celem območju slovenskega morja. Pričakujemo lahko, da so si vzorčna mesta, ki so geografsko bližje, glede na združbe mnogoščetincev med seboj bolj podobne kot pa vzorčna mesta, ki so geografsko bolj oddaljene. Z omejevanjem na nižje skale lahko lažje zaznamo lokalne spremembe, ki lahko potencialno vplivajo na sestavo združbe mnogoščetincev.

Poznavanje prostorske strukture, spreminjanje in variabilnost združb je ključnega pom-

ena za razlago in napoved pojavov v ekologiji. Dobro poznavanje teh lastnosti združbe močno poveča možnost napovedovanja smeri in moč njenega spreminjanja vrstne sestave in številčnosti (Benedetti-Cecchi, 2001). V pričujočem delu bomo ocenili, kako se združba mnogoščetincev horizontalno spreminja vzdolž slovenske obale.

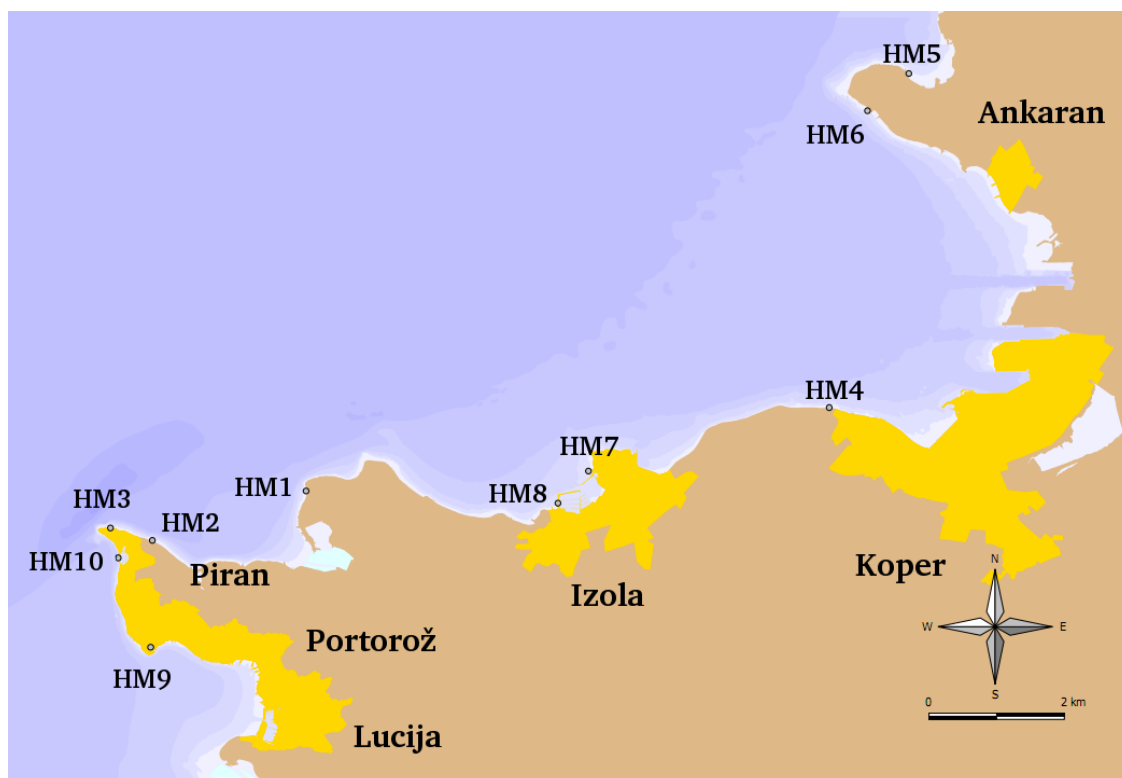
V Sloveniji smo leta 2000 sprejeli Vodno direktivo (2000/60/EC) (v nadaljevanju: VD), ki v evropskem prostoru enotno ureja politiko upravljanja površinskih in podzemnih celinskih voda, vključno s somornico in morjem. Namen direktive je ohranjanje oz. izboljševanje ekološkega stanja voda in trajnostno rabo le-teh. Oceno stanja obalnega morja je možno podati na osnovi biološkega stanja (s podpornimi hidromorfološkimi in kemijskimi podatki). Orlando Bonaca *et al.* (2008) so v poročilu objavili ekološko stanje obalnega morja na osnovi različnih nevretenčarskih skupin (mногоščetincev niso vključili v analizo) in alg. V diplomskem delu smo ugotavljali ali vrstna pestrost in številčnost mnogoščetincev sovpadata z ekološkim stanjem.

1.5 Hipoteze

1. Zaradi pomanjkanja tovrstnih raziskav pričakujemo, da bomo v obrežnih pasovih slovenskega morja zabeležili nove vrste mnogoščetincev.
2. Pričakujemo, da se sestava združb mnogoščetincev glede na prisotnost različnih vrst alg ne bo znatno spreminjala.
3. Pričakujemo, da se številčnost in vrstna pestrost mnogoščetincev od ene do druge vzorčne točke ne bosta razlikovali, razen na vzorčnih mestih, ki so pod močnim antropogenim vplivom.
4. Pričakujemo, da se združbe mnogoščetincev znotraj vzorčnega mesta (mikro skala), med pari sosednjih vzorčnih mest (mezo skala) in med oddaljenimi vzorčnimi mesti (makro skala) ne bodo bistveno razlikovale.

2 Materiali in metode

Vzorčenje je potekalo z raziskovalno ladjo Sagita (MBP Nacionalnega inštituta za biologijo) junija 2008 (točni datumi so navedeni v preglednici 1). Vzorčna mesta so bila razvrščena vzdolž slovenske obale od Debelega rtiča do lagune Bernardin v Portorožu (slika 1).



Slika 1: Karta prikazuje vzorčna mesta, na katerih je potekalo vzorčenje.

Raziskovalci z MBP so v letu 2007 opravili preliminarni pregled 30 vzorčnih mest in jih na podlagi rezultatov omejili na 10. Izbor je bil potreben zaradi časa in truda potrebnega za dovolj temeljito vzorčenje. Na podlagi hidromorfoloških sprememb so izbrali vzorčna mesta, ki so jih preliminarno uvrstili v kakovostni razred v skladu z zahtevami VD. Vsak preliminarno ocenjen razred ima po dve vzorčevalni mesti, skladno z obvezno referenčno točko kot to predvideva VD. Vzorčili smo v času najvišje plime (glej preglednico 1).

Kljub temu, da smo na posameznem vzorčnem mestu vzorčili na treh pasovih – v zgornjem in spodnjem mediolitoral ter zgornjem pasu infralitorala, se v tej nalogi osredotočamo le na slednjega.

Preglednica 1: Pregled vzorčnih mest s podrobno lokacijo, datumom in točnim časom vzorčenja. * - Čas maksimalne plime povzet po tabelah plimovanja (Neznan, 2008).

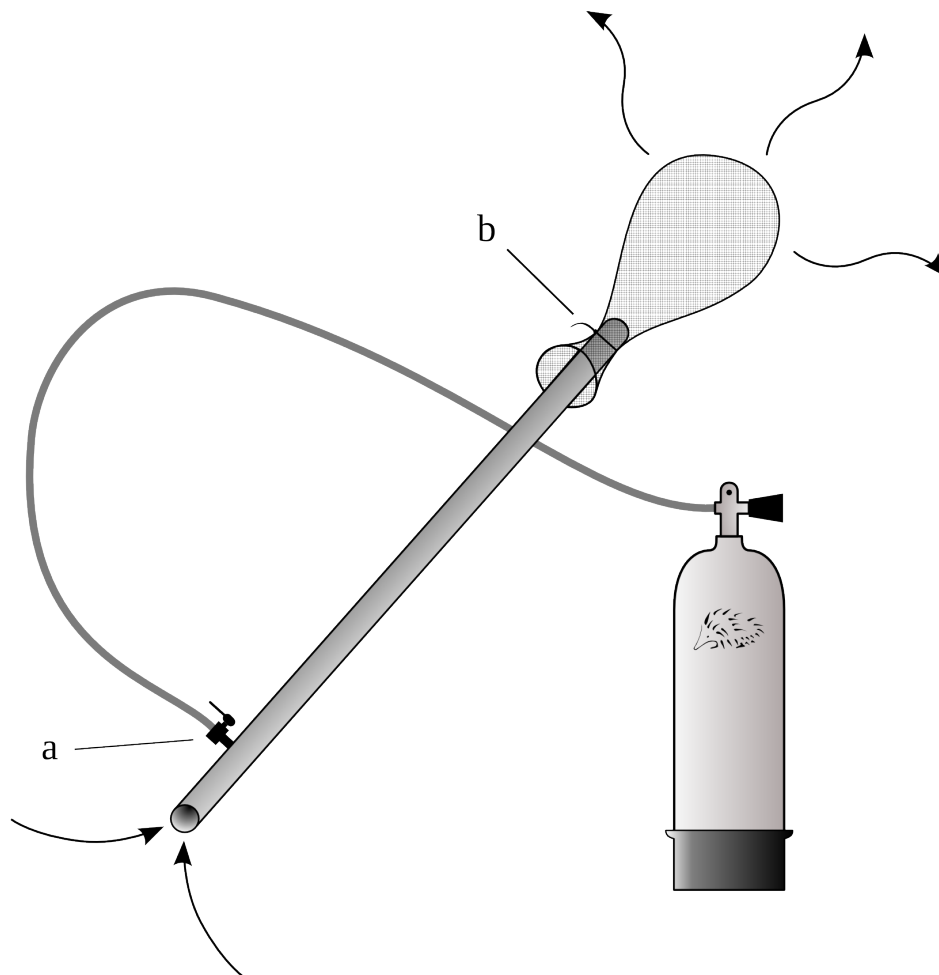
Vzorčno mesto	Podroben opis lokacije	Geografska širina (N)	Geografska dolžina (E)	Datum vzorčenja	Čas vzorčenja	Čas plime*
HM1	Naravni rezervat Strunjan	45°32.154	13°36.118	10.06.2008	14:20	15:22
HM2	Pod piranskim obzidjem	45°31.740	13°34.384	10.06.2008	16:20	15:22
HM3	Rt Madona v Piranu	45°31.834	13°33.906	18.06.2008	10:30	10:04
HM4	Ob cesti Koper-Izola	45°32.889	13°42.039	26.06.2008	14:30	15:13
HM5	Policijska plaža Debeli rtič	45°35.557	13°42.881	17.06.2008	08:30	09:34
HM6	Mladinsko zdravilišče Rdeči Križ	45°35.255	13°42.419	17.06.2008	10:30	09:34
HM7	Carinski pomol Izola	45°32.352	13°39.322	18.06.2008	08:30	10:04
HM8	Valobran pri kopališču Delfin, Izola	45°32.091	13°38.979	26.06.2008	16:30	15:13
HM9	Notranjost lagune Bernardin	45°30.890	13°34.387	12.06.2008	14:20	16:49
HM10	Notranjost piranskega mandrača	45°31.595	13°34.004	12.06.2008	16:20	16:49

2.1 Terensko delo

Vzorčna mesta smo izbrali tako, da smo lahko slovensko obalo raziskali skoraj v celoti - od Debelega rtiča do Portoroža. V tem delu smo se osredotočili na obalni pas zgornjega infralitorala, saj je bilo v tem pasu, v primerjavi s celim (zgornjim in spodnjim) mediolitoralom, zabeleženih neprimerno več vrst (in število) mnogoščetincev in alg. Podlaga na vseh lokacijah je bila kamnita, najpogosteje zastopana s skalami premera več kot 50 cm ali pa betonska stena (več o abiotskih dejavnikih in favni zgornjega in spodnjega mediolitorala glej poročilo Orlando Bonaca *et al.* (2008)).

Pri vzorčenju sta sodelovala dva potapljača. Vzorčno površino je eden iz para izbral reprezentativno, tako da je zaobjel vse tipe površin (na primer pesek, kamenje, skale, stena) in obraščenosti (na primer neporaščena površina, različno gosto posejani turfi alg) v svoji bližini glede na njihovo sorazmerno zastopanost. Na vsakem vzorčnem mestu smo z naključno izbranih površin nabrali 5 vzorcev (skupno torej 50). Vzorce v infralitoralumu smo nabirali do enega metra globine pod zgornjo mejo infralitorala, skrajno ležeča vzorca pa sta bila narazen največ približno 10 metrov. Na izbrano površino smo postavili okvir dimenzij 20 × 20 cm (Štirn, J., 1981; Damianidis & Chintiroglou, 2000; Karalis *et al.*, 2003) na primerni globini (cca. 2 m). Večje makroalge smo previdno potrgali z roko in jih shranili v označeno PVC vrečko. Površino smo posesali z zračno sesalko, ki lovi vzorec na koncu cevi v mrežico (slika 2). Polno mrežico smo shranili skupaj s prej nabranimi algami v označeno vrečko. Pri sesanju smo si pomagali z zidarsko lopatico, da smo s površine pobrali večino organizmov. Pred in po posegu

smo površino znotraj okvirja foto dokumentirali (Olympus μ 1030 SW), da smo lahko naknadno ocenili pokrovnost z makroalgami.



Slika 2: Zračna sesalka, t.i. sorbona. a – ventil za dovajanje zraka v PVC cev, b – z vezico pritrjena ženska nogavica iz najlona. Puščice nakazujejo tok vode skozi napravo.

Na plovilu smo posamezni vzorec iz vrečke stresli v posodo za shranjevanje, obenem pa pazili, da so bili primerno označeni. V kolikor je vzorec vseboval večje kose substrata, smo ga pregledali za morebitne organizme, ki smo jih shranili skupaj z vzorcem, substrat pa vrnili v morje. Za shranjevanje vzorcev smo uporabljali 96% etanol.

2.2 Delo v laboratoriju

Vzorci smo v laboratoriju MBP sprali pod tekočo vodo na situ z očesom mreže velikosti 1 mm. Živali smo prebrali in jih sortirali glede na širšo taksonomsko skupino. Prebrane vzorce smo shranili v 75% etanol.

Mnogoščetince smo določali v prostorih Agencije za varstvo okolja v Furlaniji (Agenzia regionale per la Prevenzione e protezione Ambientale del Veneto) v Trstu. Določanje je potekalo s pomočjo stereo lupe, po potrebi pa smo manjše strukture (na primer acikule, sete, požiralnik...) pregledovali z mikroskopom. Pri določanju smo si pomagali z monografijo o erantnih in sedentarnih mnogoščetincih (Fauvel, 1923, 1927) in dihodontnim določevalnim ključem za določanje redov, družin in rodov mnogoščetincev sveta (Fauchald, 1977).

S fotografije vzorca smo ocenili pokrovnost z makroalgami (glej prilogo B).

2.3 Analiza podatkov

Vhodne podatke za mnogoščetince predstavlja številčnost posameznega taksona v vsakem vzorcu. Podatke smo vpisali v preglednico, kjer stolpci predstavljajo taksona, vrstice pa posamezne vzorce. Vzorce smo označili na način: HMX_Y, kjer X predstavlja številko vzorčnega mesta, Y pa številko vzorca na vzorčnem mestu (v prilogi A in B).

Za alge predstavljajo vhodni podatki odstotek pokrovnosti posameznega taksona v vsakem vzorcu. Razvrščanje podatkov v preglednici je enako tistemu za mnogoščetince.

2.4 Statistična analiza

Številčnost mnogoščetincev smo sešteli po vzorcih (vrsticah) in uporabili robustni Jarque-Bera test normalnosti porazdelitve. Ker podatki niso bili normalno porazdeljeni, smo jih logaritemsko (\log_{10}) transformirali. Homogenost variance smo preverili z Bartlettovim testom homogenosti variance. Razliko v številčnosti živali med vzorčnimi mesti smo analizirali z enosmerno analizo variance. Razlike med pari vzorcev smo iskali s Tukeyvim HSD testom.

Za analizo s permutacijsko multivariatno analizo variance (PERMANOVA) smo uporabili netrasmirane podatke (Anderson, 2001). Kot ekološko pomembno razdaljo smo uporabili Jaccardov indeks različnosti (Anderson *et al.*, 2006; Magurran, 2008; Oksanen *et al.*, 2010). Za razliko od drugih indeksov ta bolje prenaša podatke z izdatnim številom ničel (Zuur *et al.*, 2007). Izbrali smo 999 permutacij, ki so bile ugnezdene glede na vzorčna mesta. Za prikaz razmerij med vzorci smo uporabili prikaz z nemetričnim

večrazsežnostnim lestvičenjem (v nadaljevanju: nMDS - "non-metric multidimensional scaling"), katerega permutacije smo izvedli neugnezdeno (permutiranje po celotnem setu podatkov) (Anderson, 2001). Ta metoda je bolj primerna za analizo ekoloških podatkov (z veliko ničel) od svoje predhodnice (ki sta konceptualno sicer različni), metode analize podobnosti (ANOSIM).

Za vsak vzorec smo izračunali vrednost Shannon-Wienerjevega diverzitetnega indeksa (Magurran, 2008; Oksanen *et al.*, 2010). Dobljene vrednosti so bile normalno porazdeljene (Jarque-Bera test normalnosti), zato nismo uporabili transformacije. Iskali smo razlike med vzorčnimi mesti, za kar smo uporabili test enosmerne analize variance. Razlike v parih vzorcev smo iskali s Tukeyvim HSD testom.

Ena od metod za razvrščanje (rangiranje) vrstne pestrosti so Rényiijeve krivulje. Z njimi smo prikazali akumulacijske krivulje vrstne pestrosti in enakosti po posameznih vzorčnih mestih. Metoda temelji na izračunu vrednosti H_α (vrstna pestrost) in E_α (enakost) za arbitrarne vrednosti. Enakost prikazuje odstotek zastopanosti posamezne vrste. Vrednost H_α za posamezno arbitrarno vrednost na abscisi (α) omogoča primerjanje krivulj več vzorčnih mest hkrati.

Če se dve krivulji sekata, ne moremo reči, da se ti dve vzorčni mesti glede na vrstno pestrost ali enakost, razlikujeta. Strme krivulje navzdol nakazujejo, da na tistem vzorčnem mestu prevladuje le nekaj vrst, ki so glede na ostale, številčne. Krivulje smo izrisali na podlagi 999 permutacij, ki so bile ugnezdeno znotraj pripadajočih vzorčnih točk (Kindt & Coe, 2005).

Vrste smo uvrstili v prehranjevalni ceh plenilcev, herbivorov, omnivorov, filtratorjev in detritivorov na podlagi spletnega vira <http://www.marinespecies.org/>. Ti cehi se rahlo razlikujejo od tistih, ki sta jih predlagala Fauchald & Jumars (1979). Razmerja med posameznimi prehranjevalnimi cehi nam kažejo kako in katera vrsta organske snovi je glavna pri kroženju, s čimer lahko posredno sklepamo na obremenjenost morja.

Da bi zaznali morebitno podobnost med vzorčnimi mesti, smo uporabili metodo klastiranja. Distančno matriko z vrednostmi Jaccardovega indeksa različnosti za združbo mnogoščetincev in združbe alg smo klastirali neukleščeno z Wardovo metodo klastiranja. Izrisali smo dendrogram, ki prikazuje podobnost med vzorci.

Za zaznavanje mere asociacije med združbo mnogoščetincev in algnih ploskev smo uporabili Mantelovo statistiko, izračunano med distančnima matrikama združbe mnogoščetincev in alg (kot ekološko relevantno razdaljo smo uporabili Jaccardov indeks različnosti). Za korelacijo smo uporabili Spearmanovo r (*rho*) vrednost. Rezultati so podani na osnovi 999 permutacij (Oksanen *et al.*, 2010).

Soodvisnost med združbo mnogoščetincev in združbo alg smo poizkusili zaznati s kanonično korespondenčno analizo (v nadaljevanju: CCA) (Ter Braak & Verdonschot, 1995). Podatke smo transformirali s kvadratnim korenem, kar naj bi veljalo za blago transformacijo (Clarke & Warwick, 2001). Pri izrisu grafa smo uporabili lestvičenje št. 3, za katero velja, da so razdalje med vrstami in razdalje med vzorčnimi mesti v dvorazsežnostnem prostoru približek χ^2 razdalje (Zuur *et al.*, 2007).

Vzorčne točke smo predstavili v dvorazsežnostnem prostoru s pomočjo prikaza nMDS na podlagi Jaccardovega indeksa različnosti (Clarke & Warwick, 2001). Vzorce smo permutirali znotraj vzorčnih mest (ugnezdeno). Da smo se prepričali o domnevnem globalnem optimumu konfiguracije, smo analizo zagnali 20-krat z naključnim mestom začetka.

Podatke in razpredelnice smo za delo pripravili z odprtokodnim programskim paketom Open Office (<http://www.openoffice.org>). Za analizo in risanje grafov smo uporabili programski paket R (R Development Core Team, 2009) z dodatnimi paketi *BiodiversityR* (Kindt & Coe, 2005), *vegan* (Oksanen *et al.*, 2010), *ggplot2* (Wickham, 2009), *lawstat* (Noguchi *et al.*, 2009) in *cluster* (Maechler *et al.*, 2005). Za izdelavo risb smo uporabili odprtokodni program Inkscape (www.inkscape.org) in GIMP (www.gimp.org). Delo je oblikovano v označevalnem jeziku za elektronsko urejanje besedil \LaTeX .

3 Rezultati

Skupno smo zabeležili 3939 osebkov, ki so pripadali 83 taksonom (glej prilogo A). Od tega nam je uspelo določiti vsaj 54 vrst. Od teh je bilo 16 prvič zabeleženih v Tržaškem zalivu. Vrste so bile razporejene v 23 družin (preglednica 3) in 47 rodov (preglednica 4).

Preglednica 2: Preglednica vrst, ki smo jih tekom te naloge zabeležili za Tržaškem zalivu prvič.

Vrsta	Vrsta
<i>Amphitrite edwardsii</i> (Quatrefages, 1866)	<i>Sabellaria spinulosa</i> Leuckart, 1849
<i>Armandia polyophthalma</i> Kükenthal, 1887	<i>Salmacina dysteri</i> (Huxley, 1855)
<i>Exogone verugera</i> (Claparède, 1868)	<i>Semivermilia agglutinata</i> (Marenzeller, 1893)
<i>Lumbrineris tetraura</i> (Schmarda, 1861)	<i>Syllis amica</i> Quatrefages, 1866
<i>Mastobranchus trinchesei</i> Eisig, 1887	<i>Syllis krohnii</i> Ehlers, 1864
<i>Neodexiospira pseudocorrugata</i> (Bush, 1904)	<i>Trichobranchus glacialis</i> Malmgren, 1866
<i>Pileolaria militaris</i> Claparède, 1870	<i>Vermiliopsis infundibulum</i> (Philippi, 1844)
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	<i>Vermiliopsis striaticeps</i> (Grube, 1862)

Preglednica 3: Preglednica družin mnogoščetincev, ki smo jih zabeležili na vzorčnih mestih od HM1 do HM10.

Družina	Število taksonov	Družina	Število taksonov
Aphroditidae	1	Orbiniidae	1
Capitellidae	4	Phyllodocidae	3
Chaetopteridae	1	Polynoidae	3
Chrysopetalidae	1	Sabellariidae	3
Cirratulidae	2	Sabellidae	2
Dorvilleidae	1	Serpulidae	13
Eunicidae	7	Spionidae	8
Lumbrineridae	4	Spirorbidae	2
Maldanidae	5	Syllidae	4
Nereididae	9	Terebellidae	7
Opheliidae	1	Trichobranchidae	1

3.1 Številčnost mnogoščetincev po vzorčnih mestih

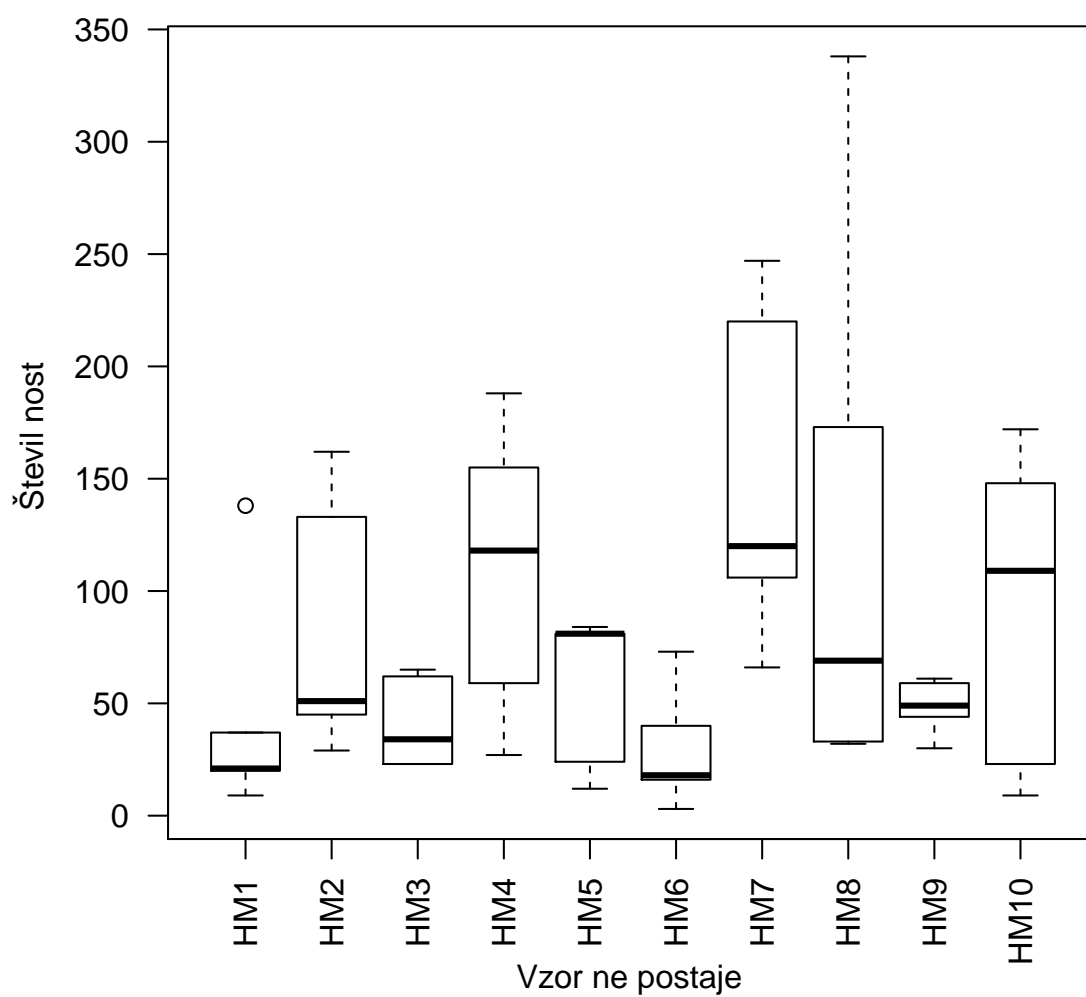
Številčnost mnogoščetincev je predstavljena v preglednici 5. Največja številčnost v posameznem vzorcu je bila 338 osebkov (HM8), najmanjša pa 3 (HM6). Na vzorec je bilo povprečno 79 osebkov z mediano 59 osebkov. Jarque-Bera test normalnosti je pokazal, da je številčnost mnogoščetincev po vzorčnih mestih normalno porazdeljena ($\chi^2 = 1,47$, $p = 0,48$). Bartlettov test homogenosti ni pokazal, da bi se homogenost variance razlikovala med vzorčnimi mesti ($K^2 = 10,8$, $p = 0,29$). Enosmerna analiza

Preglednica 4: Preglednica rodov mnogoščetincev, ki smo jih zabeležili v vzorcih od HM1 do HM10. Ker je možno, da je bila kaka od vrst spregledana in zato ni šteta, je rod označen z znakom +.

Rod	Število taksonov	Rod	Število taksonov
<i>Amphitrite</i>	1	<i>Notomastus</i>	1
<i>Amphitritides</i>	1	<i>Orbinia</i>	1
<i>Armandia</i>	1	<i>Perinereis</i>	1
<i>Ceratonereis</i>	1	<i>Petaloproctus</i>	1
<i>Chrysopetalum</i>	1	<i>Phyllodoce</i>	1+
<i>Dodecaceria</i>	1	<i>Pileolaria</i>	1
<i>Euclymene</i>	2+	<i>Pista</i>	1
<i>Eunereis</i>	1	<i>Platynereis</i>	1
<i>Eunice</i>	3+	<i>Polycirrus</i>	1+
<i>Exogone</i>	1	<i>Polydora</i>	1+
<i>Filograna</i>	1	<i>Pomatoceros</i>	1
<i>Hermothoe</i>	2+	<i>Prionospio</i>	2+
<i>Heteromastus</i>	1	<i>Protula</i>	1+
<i>Hydroides</i>	1	<i>Sabella</i>	1
<i>Laonice</i>	1	<i>Sabellaria</i>	1+
<i>Lubrinereis</i>	3+	<i>Salmacina</i>	1
<i>Lysidice</i>	1	<i>Semivermilia</i>	1
<i>Marphysa</i>	1	<i>Serpula</i>	1
<i>Mastobranthus</i>	1	<i>Spio</i>	1+
<i>Neanthes</i>	2	<i>Spirorbis</i>	1+
<i>Nematonereis</i>	1	<i>Syllis</i>	1+
<i>Neodexiospira</i>	1	<i>Trichobranthus</i>	1
<i>Nereis</i>	2+	<i>Trypanosyllis</i>	1+
<i>Nicolea</i>	1	<i>Vermiliopsis</i>	1+

variance nakazuje, da se številčnost glede na mesta razlikuje ($F = 2,04$, $p = 0,059$). S Tukeyevim HSD testom (slika 4) smo ugotovili, da sta vzorčni mesti HM6 in HM7 med seboj statistično pomembno različni ($p < 0,05$). Druga vzorčna mesta so med seboj primerljiva in se statistično bistveno ne razlikujejo (slika 3). V naši raziskavi na podlagi številčnosti in vrednosti vrstne pestrosti na vseh desetih vzorčnih mestih lahko le-te uvrstimo v dve grobi skupini. V eni skupini so vzorčna mesta HM1-HM8, v drugi skupini pa HM9 in HM10.

Največ osebkov smo uvrstili v družino Sabellidae. V skromnejših deležih sledijo *Nereis* sp., *Pileolaria militaris*, Syllidae, *Nereis rava*, *Sabellaria spinulosa*, *Neodexiospira pseudocorrugata*, *Nereis zonata*, *Lysidice ninetta*, *Dodecaceria concharum*, *Ceratonereis costae* in *Nematonereis unicornis*. Menimo, da naštetih taksonov najbolj prispevajo k opaženim vzorcem, ki jih opisujemo v nadaljevanju. Drugi taksoni so se pojavljali posamično (slika 4).



Slika 3: Prikaz številčnosti mnogoščetincev na posameznem vzorčnem mestu.

Preglednica 5: Preglednica številčnosti in števila vrst mnogoščetincev na posameznem vzorčnem mestu.

Vzorčno mesto	Številčnost	Št. vrst
HM1	225	29
HM2	420	26
HM3	207	19
HM4	547	31
HM5	282	30
HM6	150	20
HM7	759	33
HM8	645	22
HM9	243	8
HM10	461	8

3.2 Vrstna pestrost

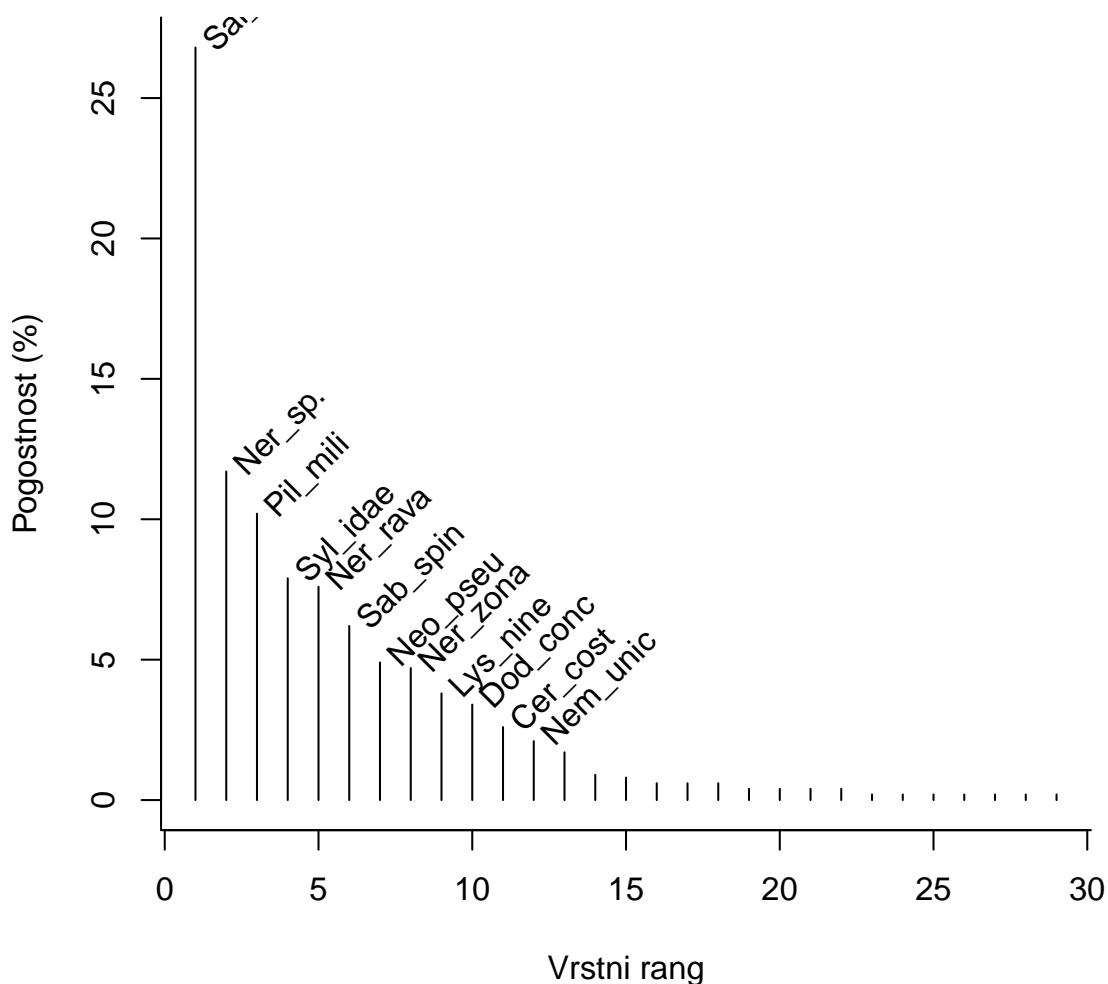
Število vrst na posameznem vzorčnem mestu je prikazana v preglednici 5, vrstna pestrost na podlagi Shannon-Wienerjevega diverzitetnega indeksa pa na sliki 5. Najmanjša izračunana vrednost Shannon-Wienerjevega indeksa je bila 0,53 (HM10), največja pa 2,66 (HM1). Mediana vseh vrednosti je 1,83 in povprečje 1,77. Enosmerna analiza variance je pokazala, da se vzorčna mesta med seboj razlikujejo ($F = 3,06$, $p < 0,01$). Vzvrtni test (Tukeyev HSD test) je pokazal, da se vzorčni mesti HM9 in HM10 statistično bistveno razlikujeta le od vzorčnega mesta HM4 ($p < 0,05$).

3.2.1 Razvrščevalne krivulje

Razvrščevalne krivulje vrstne pestrosti na sliki 6 prikazujejo, kako se vzorčna mesta razlikujejo glede na indeks H_α . Na sliki 7 so prikazane krivulje za razvrščanje enakosti za isti set podatkov.

3.3 Podobnost združb mnogoščetincev in alg

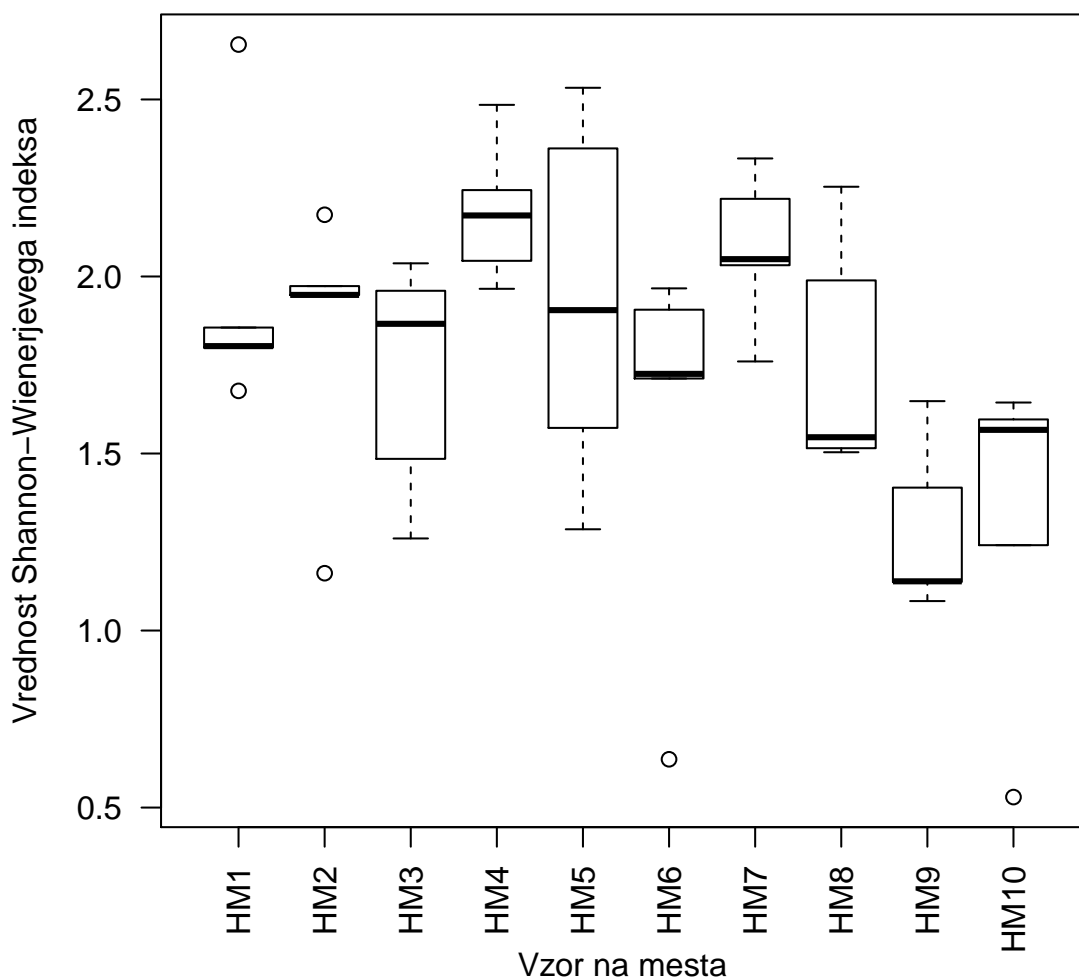
Sliki 8 in 9 prikazuje dendrogram Jaccardovega indeksa različnosti med vzorci združbe mnogoščetincev in alg. Oznake vzorcev z istega vzorčnega mesta so pobarvane z enako barvo. Dendrograma kažeta, da so vzorci s posameznih vzorčnih mest med seboj relativno različni. Sklepamo lahko, da vzorčnih mest ne moremo klasificirati glede na



Slika 4: Razvrščevalna krivulja pogostnosti vrst mnogoščetincev. Zaradi preglednosti je označenih le prvih 12 taksonov. Sabellidae (Salidae), *Nereis* sp. (Ner_sp.), *Pileolaria militaris* (Pil_mili), Syllidae (Sylidae), *Nereis rava* (Ner_rava), *Sabellaria spinulosa* (Sab_spin), *Neodexiospira pseudocorrugata* (Neo_pseu), *Nereis zonata* (Ner_zona), *Lysidice ninetta* (Lys_nine), *Dodecaceria concharum* (Dod_conc), *Ceratonereis costae* (Cer_cost), *Nematonereis unicornis* (Nem_unic). Te taksonse smatramo kot številčne. Ostali taksoni v relativno zanemarljivih deležih in bi lahko rekli, da so v vzorcih zastopani posamično.

združbo mnogoščetincev in alg.

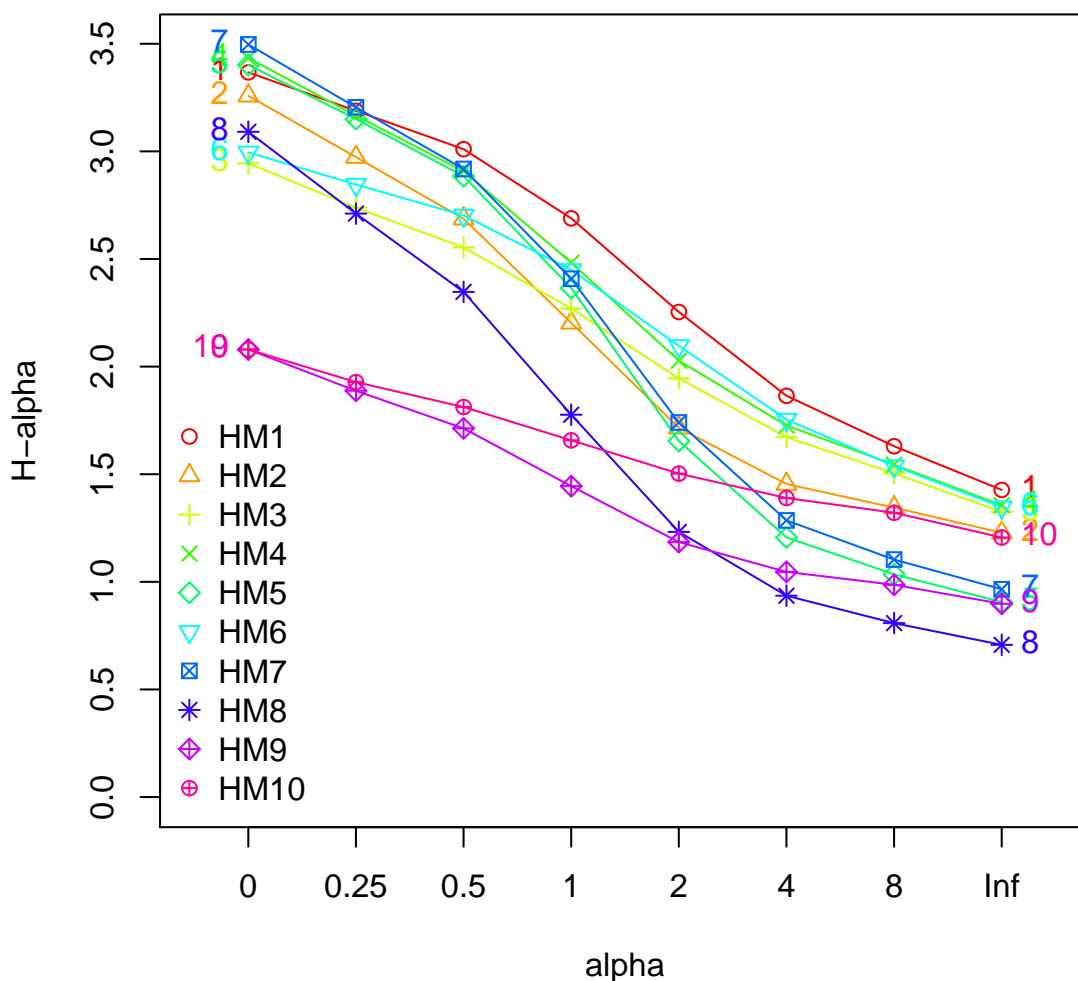
Permutacijska multivariatna analiza variance kaže, da med vzorčnimi mesti obstajajo razlike ($R^2 = 0,379$, $p < 0,001$). Na sliki 10 je nMDS prikaz, ki prikazuje odnose med vzorci. Med vzorčnimi mesti obstajajo statistično pomembne razlike v združbah mnogoščetincev. Z nMDS prikaza (slika 10) lahko razberemo, da so si vzorčna mesta



Slika 5: Prikaz primerjave vrednosti Shannon-Wienerjevega indeksa za vsa vzorčna mesta.

med seboj v smislu mnogoščetinskih združb različne. Poligoni vzorčnih mest se med seboj do neke mere prekrivajo. To nakazuje na variabilnost združb mnogoščetincev med vzorci znotraj posameznega vzorčnega mesta in podobnost med vzorčnimi mesti. Ker je nivo stresa relativno visok moramo interpretacijo jemati z ustreznim zadržkom.

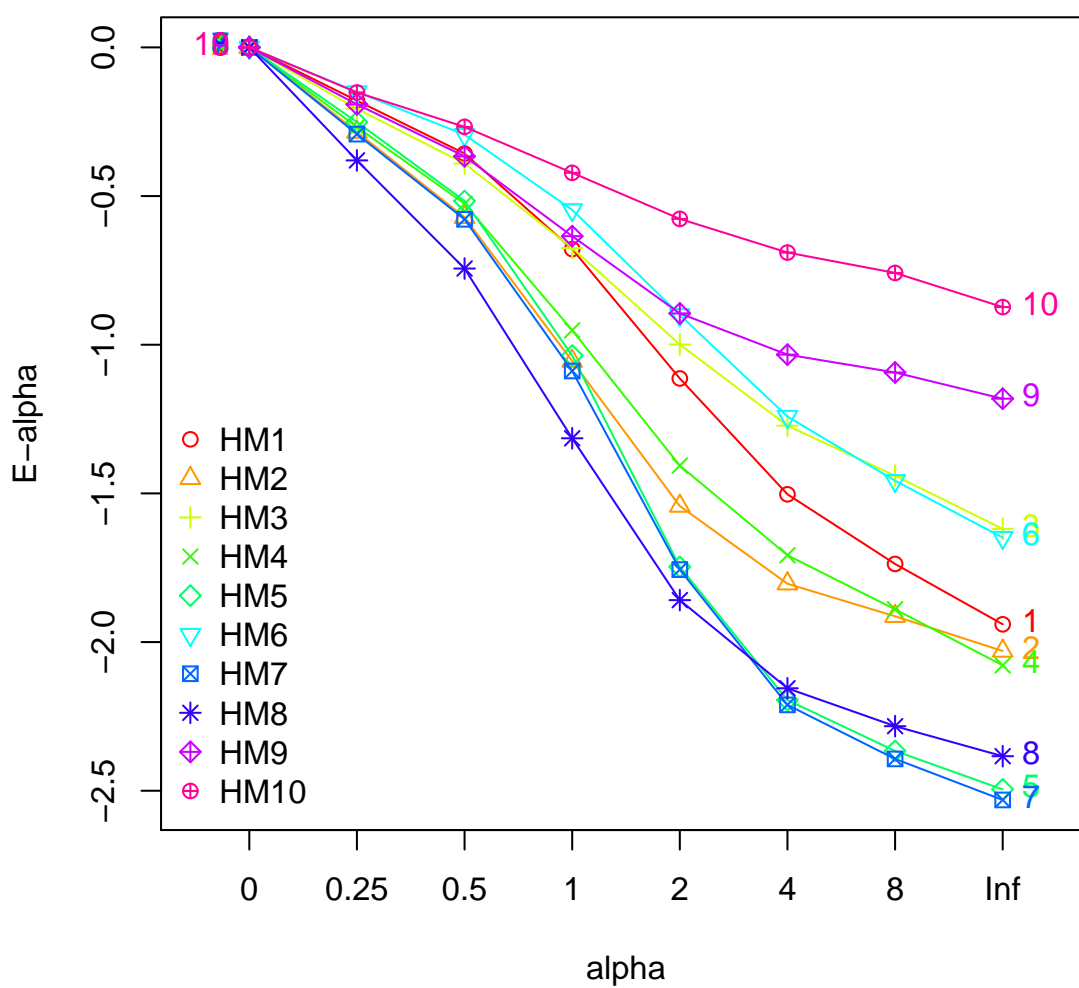
Korelacija med distančnima matrikama združb mnogoščetincev in alg na podlagi Mantelove statistike je nizka in statistično neznačilna ($r = 0,22$ in $p = 0,13$). Vrednosti Mantelove statistike (r) in značilnost korelacije (p) sta bili ob večkratne zagonu analize odvisni od naključja in sta nihali v tisočinkah in stotinkah. Kaže, da združbi med seboj nista odvisni v tolikšni meri, da bi s tem testom so-odvisnost lahko zaznali.



Slika 6: Primerjava razvrščevalnih krivulj vrstne pestrosti za vseh deset vzorčnih mest.

Slika 11 prikazuje rezultate kanonične korespondenčne analize (CCA). Prve tri osi prikazujejo zaporedoma 23, 17 in 14% pojasnjene variance (skupno 54%). Prikazani sta samo prvi dve osi. Nizka stopnja pojasnjene variance kaže, da ni moč razbrati prevladujočih vzorcev v razporejanju mnogoščetincev na različnih vrstah alg.

nMDS smo analizirali ugnezdeno po vzorčnih mestih, kar pomeni, da nam prikaz pove podobno kot klastriranje. Slika 12 kaže, da so si nekatera vzorčna mesta med seboj različna (npr. HM6 v primerjavi s HM1 in HM10). Vidimo tudi, da so si verjetno nekatera vzorčna mesta med seboj podobna (na primer HM4, HM7 in HM8). Ker je vrednost stresa relativno visoka (24%), je zanesljivost teh vzorcev vprašljiva. Na primer, pri 40% stresa se točke na prikazu razporejajo že bolj ali manj naključno (Gavin

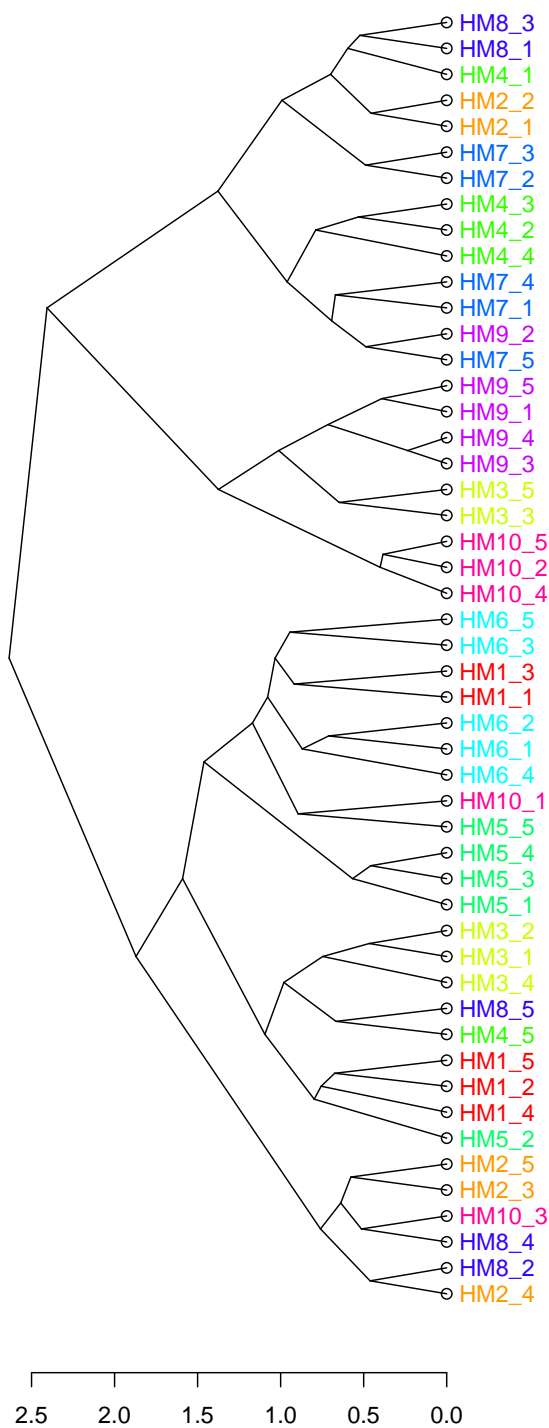


Slika 7: Primerjava akumulacijskih krivulj enakosti za vseh deset vzorčnih mest.

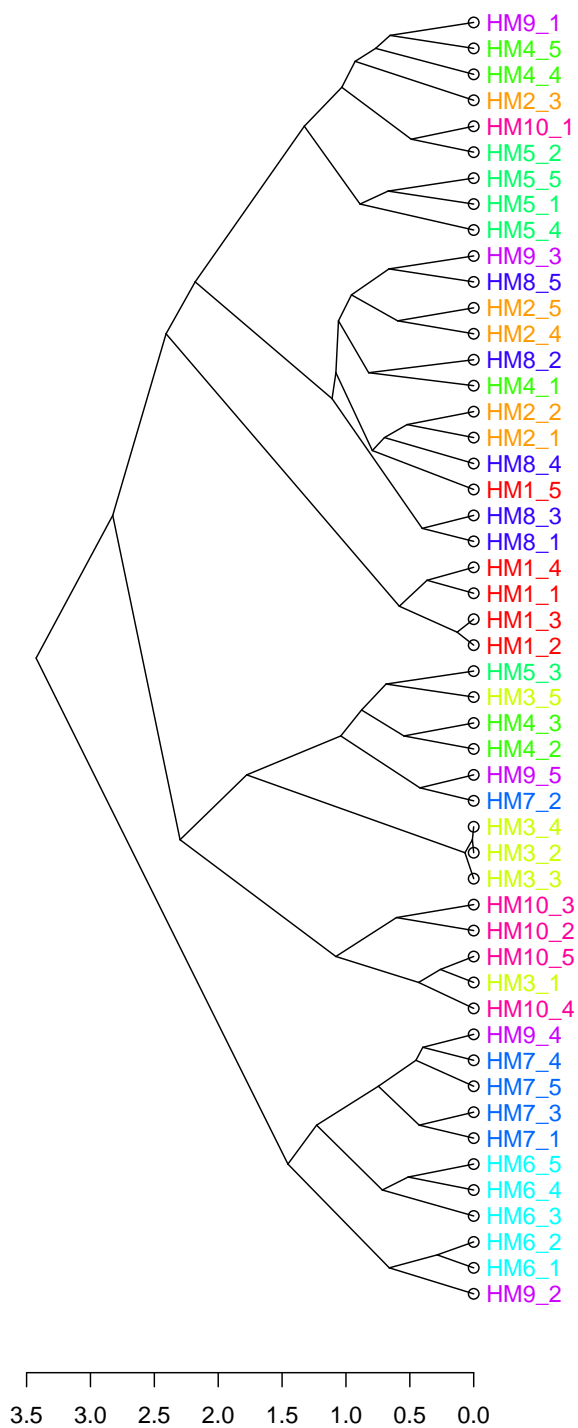
Simpson, *oseb. sporočilo*, glej tudi Zuur *et al.* (2007)).

3.4 Prehranjevalni cehi

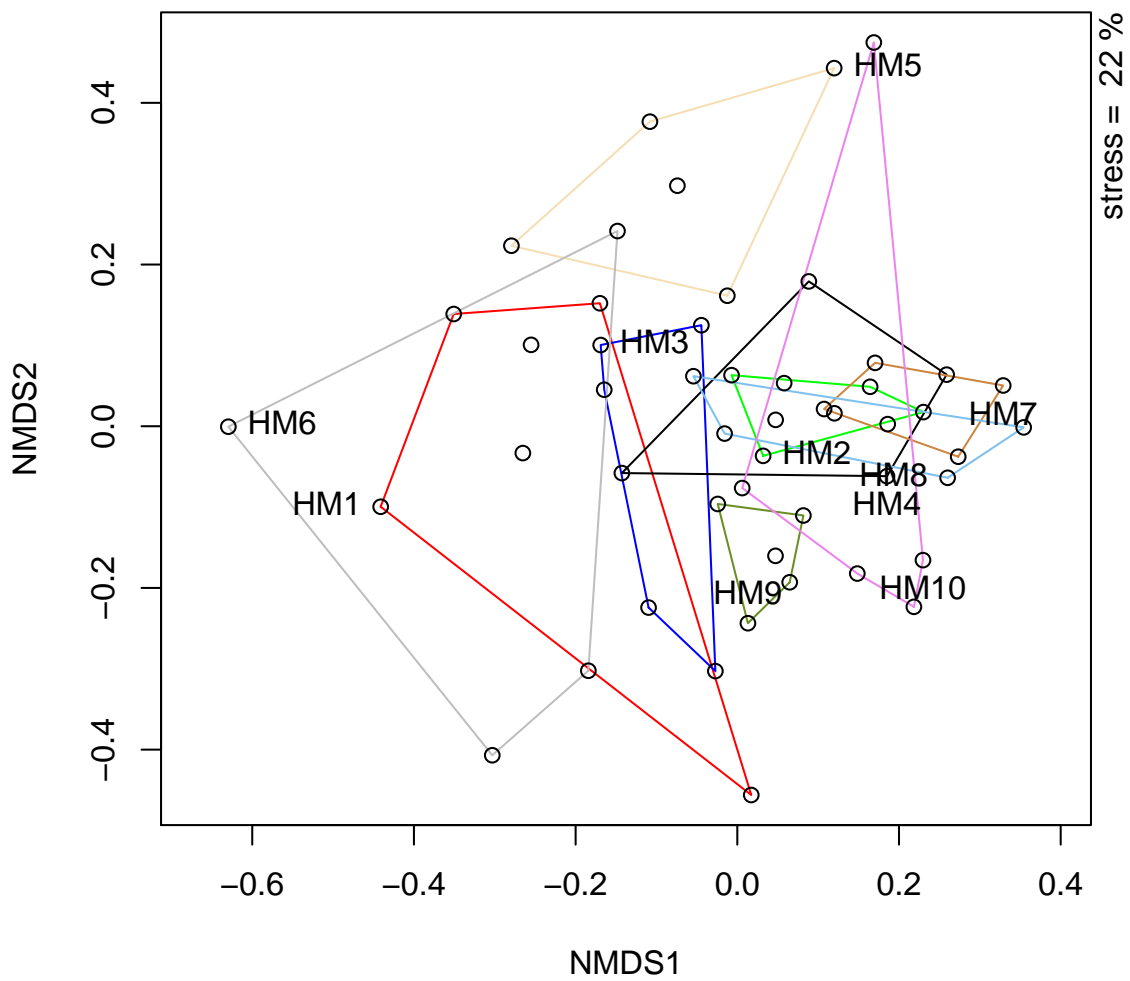
Slika 13 prikazuje uvrstitev vrst v cehe na posameznem vzorčnem mestu (preglednica 7). Najpogostejša prehranjevalna ceha sta predatorji in filtratorji, ki prevladujeta na večini vzorčnih mest. Vzorčna mesta bi lahko razdelili na tista, ki imajo visok delež filtratorjev (HM2, HM4, HM7 in HM8) in tista, ki imajo nizek delež filtratorjev (HM1, HM3, HM5, HM6, HM9 in HM10).



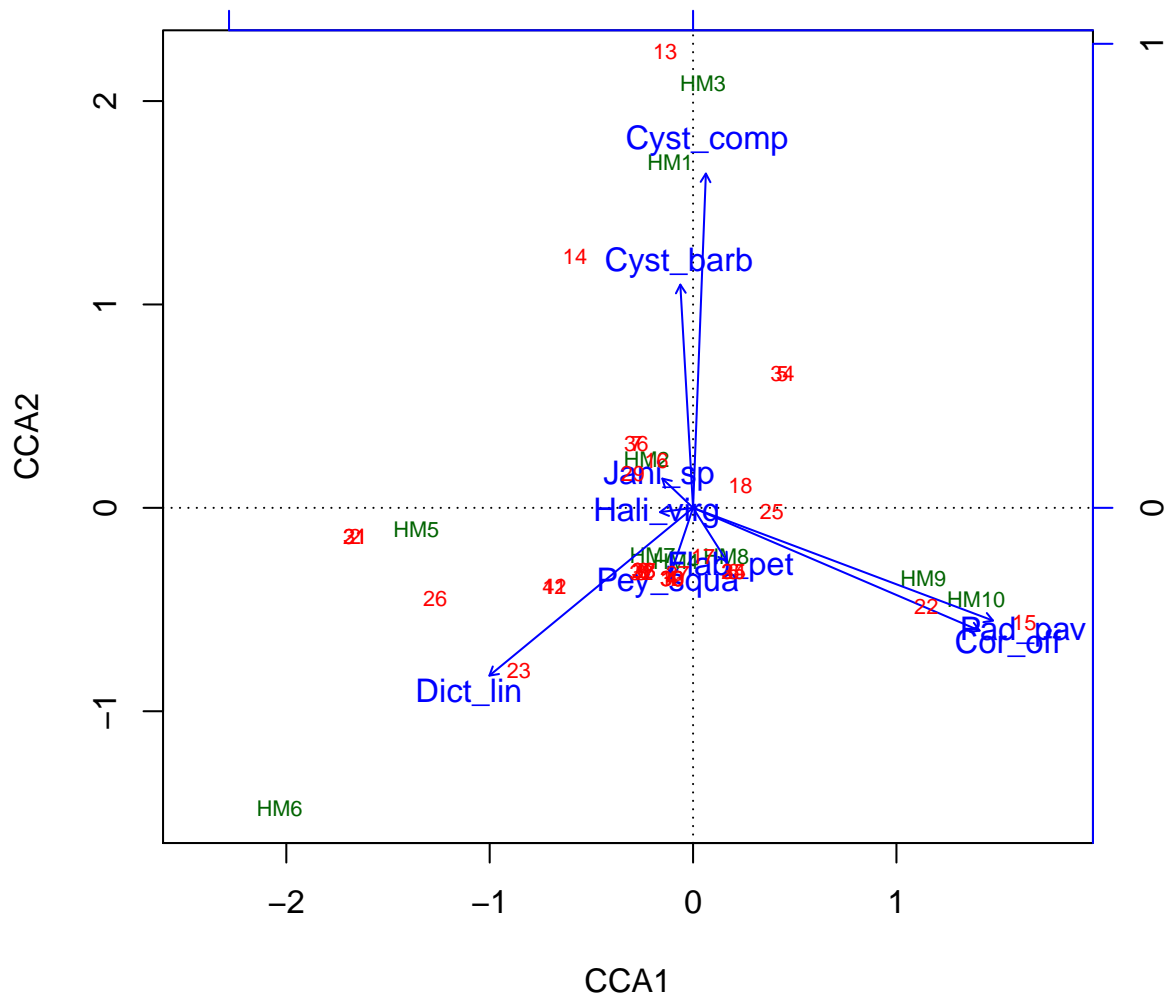
Slika 8: Klastiranje podzorcev združbe mnogoščetincev s pomočjo Wardove metode združevanja. Listi drevesa so obarvane glede na vzorčno mesto.



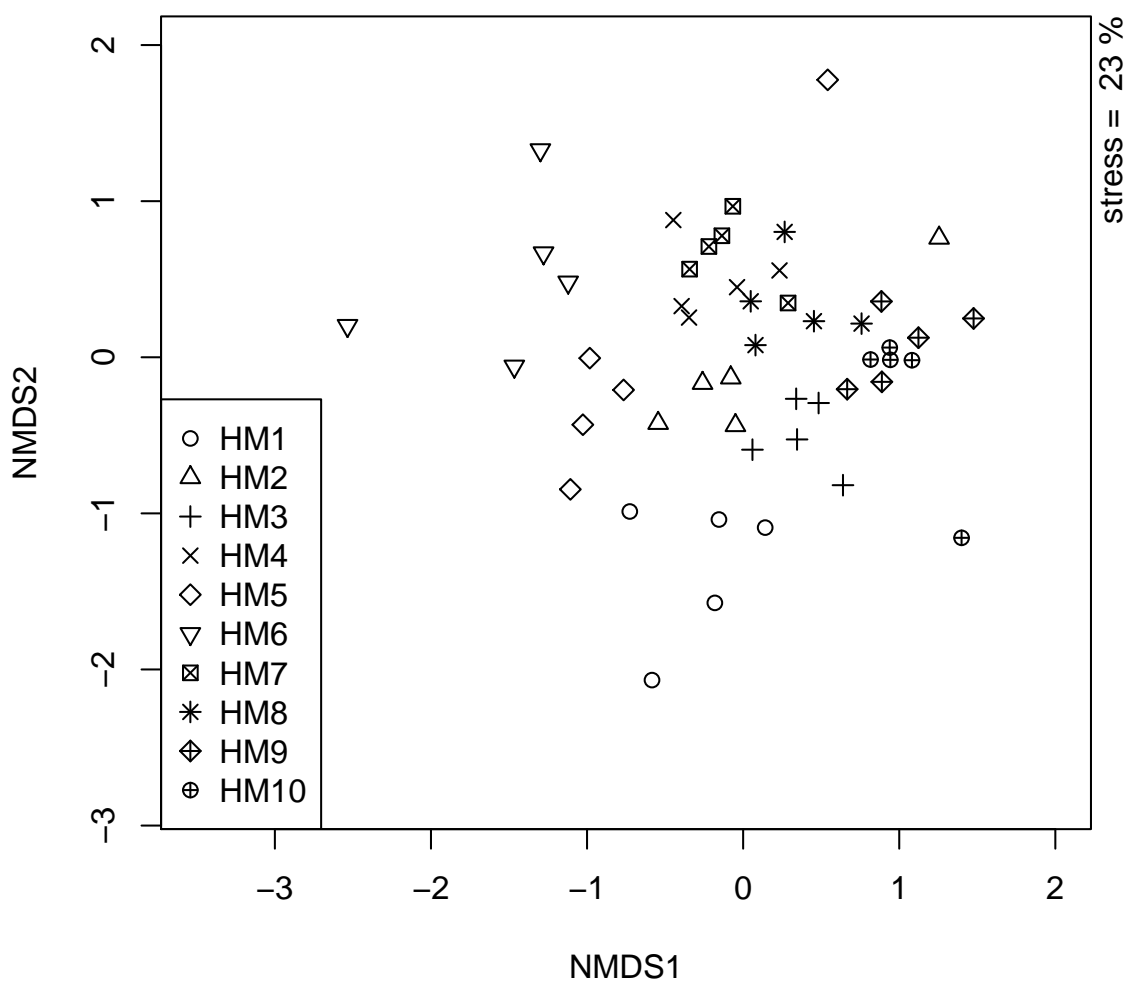
Slika 9: Klastiranje podvzorcev združbe alg s pomočjo Wardove metode združevanja. Listi drevesa so obarvane glede na vzorčno mesto.



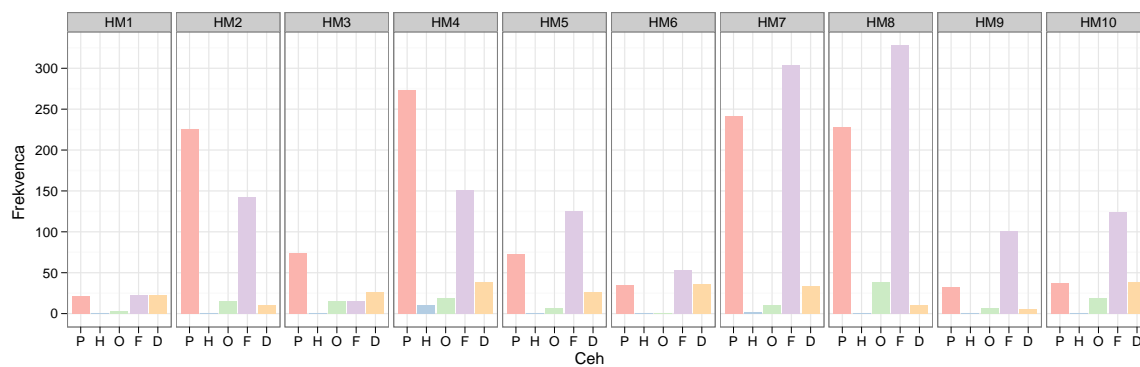
Slika 10: nMDS prikaz vseh podvzorcev kot ponazoritev permutacijske multivariatne analize. Razlago o stopnji stresa glej tekst v poglavju 3.3 Podobnost združb mnogoščetincev in alg.



Slika 11: Prikaz podatkov s pomočjo prvih dveh osi kanonične korespondenčne analize (CCA).



Slika 12: Slika prikazuje vzorce s pomočjo nemetričnega večrazsežnostnega lestvičenja (nMDS). Znaki na sliki so enaki za vzorce z enega vzorčnega mesta. Razlago o stopnji stresa glej tekst v poglavju 3.3 Podobnost združb mnogoščetincev in alg.



Slika 13: Primerjava prehranjevalnih cehov za vsa vzorčna mesta. P - plenilci, H - herbivori, O - omnivori, F - filtratorji, D - detritivori

4 Diskusija

To delo obravnava favno mnogoščetincev, ki se pojavljajo na trdem dnu v združbah alg trdega dna v zgornjem delu infralitorala. Vzorčna mesta so bila razporejena vzdolž slovenske morske obale.

4.1 Ustreznost uporabljenih metod

Tako kot vse druge raziskave, imajo naši pristopi in uporabljene metode prednosti in slabosti. Prednosti dajejo raziskavi večjo težo, zavedanje pomanjkljivosti pa so dobra šola za v prihodnje.

Raziskava je prva take vrste pri nas in predstavlja izhodišče za nadaljnje raziskave. Dobre strani naše raziskave so predvsem v tem, da so vzorčna mesta nanizana vzdolž celotne slovenske obale tako, da je bilo zajete približno 80% obalne črte. Poleg velikega razpona so bila vzorčna mesta tudi enakomerno porazdeljena, kar verjetno prispeva k manjši pristranskosti rezultatov. Za ocenjevanje ekološkega stanja smo uporabili mnogoščetince, ki so se izkazali kot zelo prilagodljivo skupino pokazateljev stanja okolja.

V delu so se pokazale tudi nekatere pomanjkljivosti. Vzorčenje je potekalo na desetih vzorčnih mestih vzdolž slovenskega morja. Le-te nam dajo relativno dober vpogled v stanje vsaj na teh vzorčnih mestih, vsaj v teoriji pa bi bilo smiselno razširiti proučevanje na več vzorčnih mest (na primer 50). Za monitoring v daljšem časovnem obdobju je to zaradi vložka dela verjetno preveč, bi pa raziskavi koristilo, saj bi lahko ocenili minimalno število potrebnih vzorčnih mest, ki še kažejo dober približek realnega stanja obale. Obenem je potrebno pretehtati koliko truda bi bilo še smiselno vložiti, da bi bili rezultati bistveno kakovostnejši. Naše vzorčenje je potekalo samo v poletnem času, zato bi bilo smiselno vzorčiti tudi v drugih letnih časih. Ker smo vzorčili samo poleti, smo lahko spregledali prisotnost nekaterih vrst. Tako bi lahko spremljali tudi sezonsko dinamiko živali, kar bi dalo nalogi bolj celosten pogled.

Našo raziskavo moti veliko število ničel, kar je v ekoloških raziskavah relativno pogost pojav in dela preglavice tudi poklicnim statistikom (Joris Meys, *oseb. sporočilo*). Ničle v podatkih se pojavijo zaradi krpaste distribucije vrst, zaradi česar so korelacija, kovarianca in χ^2 funkcije manj uspešne pri prepoznavanju povezav. Temu bi se lahko deloma izognili, če bi na vsakem vzorčnem mestu vzeli več vzorcev in jih primerno združili. Smotrno bi bilo tudi uporabiti metode, ki znajo do določene mere upoštevati

večje število ničel. Zaradi majhnih geografskih razdalj med vzorčnimi mesti bi bilo v modelu smotrno upoštevati tudi prostorsko avtokorelacijo.

Ker je število sorodnih raziskav pri nas relativno majhno, je težko ocenjevati kvaliteto naših podatkov, saj ustreznih primerjav nimamo. Določevanje nekaterih taksonov (npr. Syllidae) je omejeno pretežno na redke strokovnjake. V naši raziskavi je mnogo takih taksonov na žalost ostalo nedoločenih, kar je prispevalo k slabši kvaliteti podatkov, marsikatera vrsta pa je verjetno ostala za zdaj prikrita.

4.2 Nove vrste

Slovenija kot dežela z dostopom do morja relativno malo vlaga v njegovo raziskovanje. To velja še posebej za ekološke raziskave bazične narave, ki se osredotočajo na organizme, ki so neposredno ekonomsko manj zanimivi. Tudi zaradi tega bi bilo poznavanje favne mnogoščetincev trdnega dna v slovenskem morju lahko boljše. V Sredozemlju so do sedaj zabeležili približno 884 vrst mnogoščetincev, v zadnjih štiridesetih letih pa 640 vrst samo v Tržaškem zalivu (Mavrič *et al.* v pripravi). Isti avtorji so na mehkem dnu v slovenskem morju v recentni raziskavi zabeležili 277 vrst. Tudi v preteklosti so se raziskave slovenskega morja osredotočale na vrste mehkega dna (Avčin *et al.*, 1974; Vrišer, 1974), medtem ko sistematičnih študij favne trdega dna primanjkuje. Za zdaj najbolj obsežen favnistični popis je opravil Avčin (1989), ki je v Tržaškem zalivu zabeležil 281 vrst. V pričujočem delu smo v zgornjem delu infralitorala trdega dna zabeležili 3939 osebkov v 83 taksonih. Vrsta, ki se je pojavila največkrat je *Pileolaria militaris*. Ker mnogih osebkov ni bilo moč določiti do vrste, pričakujemo še več vrst, tako izključno takih, ki se pojavljajo na trdni podlagi, kot tudi takih, ki so v svojih zahtevah evrieke in jih najdemo tudi v drugih habitatih (na primer tudi na blatnem dnu). V južni Italiji so Giangrande *et al.* (2003) vzorčili večji horizontalni in vertikalni razpon, kjer so našli približno 4000 osebkov uvrščenih v 152 taksonov. Pričakovali smo, da bomo zabeležili vrste mnogoščetincev, ki jih do sedaj za ta del Jadrana v literaturi še niso opisali (so jih pa na primer pričakovali, glej Avčin (1989)). Od teh 83 taksonov je bilo za slovensko morje zabeleženih novih 16 vrst (preglednica 2).

4.3 Sestava združbe

Ekološke raziskave favne Sredozemskega morja se pogosto osredotočajo na vertikalno razporeditev organizmov, vključno z mnogoščetinci (Abbiati *et al.*, 1987). Vertikalno razporejanje združb alg, in posledično mnogoščetincev, je pod vplivom abiotskih de-

javnikov (e.g. valovanje in svetloba). Poleg vertikalnega razporejanja združb (mногоščetincev) pa je zanimivo tudi horizontalno razporejanje združbe. Za razliko od vertikalnega, pa horizontalnemu razporejanju najverjetneje botrujejo biotski dejavniki (i.e. interakcije med organizmi) (Benedetti-Cecchi, 2001). V tem delu smo se med drugim ukvarjali s horizontalno razporeditvijo združbe mnogoščetincev v zgornjem delu infralitorala na trdem dnu v različnih merilih (skalah).

Znano je, da so mnogoščetinci odvisni od obrasti na algah in ne od samih alg (Katzmann, 1971). V našem primeru so si morda alge v tem oziru (z vidika obrasti) relativno podobne. Obrasti v tem delu nismo obravnavali, zato predpostavljamo, da so lahko zaradi podobne sestave obrasti, združbe mnogoščetincev med vzorčnimi mesti primerljive. Obe združbi sta relativno heterogeni, zaradi česar je potencialna povezava med aljno ploskvijo in združbo mnogoščetincev še toliko bolj zabrisana. Večina vrst je pri CCA v prvih treh dimenzijah koordinatnega sistema nameščenih centralno, kar nakazuje, da se vrste ne razporejajo po prepoznavnem vzorcu. Nekatere vrste posamič korelirajo z nekaterimi vrstami alg (npr. *Pileolaria militaris* in *Neodexiospira pseudocorrugata* s *Padina pavonica* in *Corallina officinalis*), vendar pa pri iskanju zakonitosti v združbi ne gre dajati poudarka na posameznih taksonih. Mantelov test podpira navedeno interpretacijo in ne kaže, da med obema združbama obstajala povezava.

4.4 Številčnost in vrstna pestrost mnogoščetincev

Številčnost mnogoščetincev je bila med vzorčnimi mesti podobna. Izjema sta vzorčni mesti HM6 in HM7, za katere smo zaznali, da se med seboj statistično značilno razlikujeta. Do takega pojava je lahko prišlo zgolj iz naključja, saj gre izmed vseh vzorčnih mest za najmanjšo (HM6) in največjo (HM7) številčnost. Pričakovali bi lahko, da bi na antropogeno spremenjenih habitatih zabeležili višjo številčnost (na račun osiromašene vrstne sestave) relativno glede na vzorčna mesta, kjer pričakujemo manjšo organsko in anorgansko obremenitev. Na podlagi opazanj na terenu je bilo pričakovati, da bosta vzorčni mesti HM9 in HM10 najbolj obremenjeni lokaciji, kjer bi pričakovali visoko številčnost samo določenih taksonov. Slednja teza ne drži, saj je bila številčnost med vzorčnimi mesti relativno primerljiva.

Vrstna pestrost je bila na večini vzorčnih mest med seboj primerljiva. Vzorčno mesto HM4 (z najvišjo mediano vrednost Shannon-Wienerjevega diverzitetnega indeksa) se je statistično značilno razlikovala od vzorčnih mest HM9 in HM10. Ti dve vzorčni mesti sta imeli relativno nižjo vrstno pestrost glede na druge, vendar ne statistično značilno. Gre za vzorčni mesti, ki sta pod močnim antropogenim vplivom (piransko pristanišče in laguna hotela Bernardin). Že med vzorčenjem je bilo moč opaziti, da

sta od drugih na pogled različni (slaba vidljivost, poraščenost z algami, ki so značilne za močno obremenjene vode, npr. *Ulva rigida* in odsotnost večine drugih makro organizmov). Odstopanje vrednosti teh dveh vzorčnih mest glede na druge pokažejo tudi akumulacijske krivulje vrstne pestrosti. Krivulje nakazujejo enakomernost (vodoraven profil) porazdelitve vrstne pestrosti na teh dveh lokacijah. Relativno enakomerno razporeditev vrst lahko razložimo z obremenjenim stanjem okolja, zaradi česar je vrstna pestrost na tem mestu osiromašena.

Poiskusili smo pokazati ali so si vzorci znotraj vzorčnega mesta med seboj relativno bolj podobni glede na druga vzorčna mesta (večja podobnost na mikro skali v primerjavi z mezo skalo). Na podlagi naših podatkov tega ni bilo mogoče zaznati z nobeno od uporabljenih metod. Vzrok za ta pojav moramo verjetno iskati v relativno majhnih geografskih razdaljah (učinek prostorske avtokorelacije), saj večino variabilnosti v združbi zaznamo že na nivoju vzorcev na vzorčnem mestu (Rakocinski *et al.*, 1998; Benedetti-Cecchi, 2001). Ker je vrednost stresa relativno visoka (24%), je zanesljivost teh vzorcev vprašljiva (na primer, pri 40% stresa se točke na prikazu razporejajo že bolj ali manj naključno (Gavin Simpson, *oseb. sporočilo*, glej tudi Zuur *et al.* (2007)).

V naši raziskavi na podlagi številčnosti in vrednosti vrstne pestrosti na vseh desetih vzorčnih mestih lahko le-te uvrstimo v dve večji skupini. V eni skupini so vzorčna mesta HM1-HM8, v drugi skupini pa HM9 in HM10. Orlando Bonaca *et al.* (2008) so ista vzorčna mesta razvrstili na podlagi hidromorfoloških in bioloških parametrov v pet razredov. Naši rezultati (ki temeljijo na drugačnih parametrih in kriterijih) se skladajo le z zadnjim razredom, kamor sta uvrščeni najbolj obremenjeni vzorčni mesti HM9 in HM10. Druga vzorčna mesta na podlagi naših analiz ni smiselno razvrščati v podrazrede.

Vzorčni mesti HM9 in HM10 sta na območjih, ki sta pod največjim vplivom antropogenih dejavnosti, zato je razumljivo, da imata glede na druga vzorčna mesta spremenjene parametre številčnosti in vrstne pestrosti mnogoščetincev. Na drugih vzorčnih mestih (HM6-HM8), kjer smo pričakovali močan vpliv človeške dejavnosti, pa glede na druga vzorčna mesta nismo zaznali tako velikega vpliva. Iz tega lahko sklepamo, da sta vzorčni mesti HM9 in HM10 izjemno obremenjeni. Na to lahko vpliva dejstvo, da sta obe območji relativno zaprti zaradi česar prihaja do manjšega mešanja in posledično tudi do manjšega redčenja onesnažil.

Na podlagi prehranjevalnih cehev bi lahko sklepali, da obstajata dve skupini vzorčnih mest. Ločita se predvsem po tem, da ima ena skupina večjo pogostnost filtratorjev in plenilcev. Pričakovali bi, da bo tak vzorec viden na vzorčnih mestih, ki so pod antropogenim vplivom, vendar pa iz naših podatkov tega ni bilo moč razbrati. Množično prisotnost predatorjev lahko pojasnimo s tem, da je to številčno največja skupina mno-

goščetincev (Fauchald & Jumars, 1979).

Iz rezultatov lahko sklepamo, da so mnogoščetinci manj občutljivi na onesnaženje, vseeno pa obstajajo med nekaterimi vzorčnimi mesti razlike. Te razlike so najverjetneje posledica različne obremenitve delov obale. Ugotavljamo, da vrstna pestrost in številčnost mnogoščetincev le delno odražata predvideno ekološko stanje na vzorčnih mestih, ki smo jih preučevali. Orlando Bonaca *et al.* (2008) so na podlagi hidromorfološke spremenjenosti in nekaterih živalskih skupin uvrstila zgornji infralitoral v 5 razredov obremenitve. V tem delu bi lahko ta vzorčna mesta uvrstili v dva razreda. Primerjava je v preglednici 6. Klasifikacija velike skupine vzorčnih mest (HM1-HM8) je pesimistična (zmerne obremenitve). Za tako klasifikacijo smo se odločili na podlagi naše ugotovitve, da razlik glede na domnevno močne, občutne, zmerne in naravne obremenitve nismo zaznali.

Preglednica 6: Uvrstitev vzorčnih mest v razrede obremenjenosti na podlagi različnih vhodnih podatkov in analiz.

Vzorčno mesto	Razred obremenjenosti	
	Orlando Bonaca <i>et al.</i> (2008)	to delo
HM1	Naravna	Zmerna
HM2	Naravna	Zmerna
HM3	Zmerna	Zmerna
HM4	Zmerna	Zmerna
HM5	Zmerna	Zmerna
HM6	Občutna	Zmerna
HM7	Močna	Zmerna
HM8	Občutna	Zmerna
HM9	Zelo močna	Zelo močna
HM10	Zelo močna	Zelo močna

4.5 Primerljivost združb v različnih merilih (skalah)

Vzorci so med seboj oddaljeni nekaj deset centimetrov ali metrov, lahko pa tudi več 10 kilometrov. Vzorčna mesta (oz. vzorci), ki so si prostorsko bolj blizu, so si med seboj bolj podobne kot vzorci, ki so bolj oddaljeni drug od drugega. Naši rezultati ne kažejo, da bi se združbe v vzorcih znotraj vzorčnih mest (mikro skala), med sosednjimi (mezo skala) ali med oddaljenimi vzorčnimi mesti (makro skala), bistveno razlikovale. Sorodne študije, ki so proučevale različne združbe v različnih merilih, so prišle do podobnih zaključkov (Rakocinski *et al.*, 1998; Benedetti-Cecchi, 2001). Če bi šlo za vzorce oddaljene več 100 km, bi te razlike zagotovo zaznali.

Slovensko obalno morje ima vzdolž celotne obalne črte pestre habitate, od naravnih

skalnih obal (npr. Strunjanski zaliv) do močno antropogeno spremenjenih struktur (npr. piranski mandrač). Pomanjkanje korelacije med združbo mnogoščetincev in alg ni presenetljivo. Iz nekaterih del je znano, da se v horizontalnem okviru med vzorčnimi mesti združbe mnogoščetincev spreminjajo manj očitno kakor v vertikalnem okviru (Benedetti-Cecchi, 2001). To kaže, da združba mnogoščetincev na trdem dnu ni odvisna od vrstne sestave združbe alg.

4.6 Sklepi

1. V tej raziskavi smo zabeležili 83 taksonov. K boljšemu pregledu nad vrstami v slovenskem morju smo prispevali podatke o pojavljanju 16 novih vrst.
2. Drugo hipotezo smo potrdili, ker se sestava združb mnogoščetincev ni spreminjala glede na sestavo združbe obrasti alg na trden dnu infralitorala.
3. Številčnost in vrstna pestrost mnogoščetincev je bila med vzorčnimi mesti relativno primerljiva. V vrstni pestrosti se razlikujeta le dve vzorčni mesti, ki sta pod močnim antropogenim vplivom, kar je tudi skladno z našo hipotezo.
4. Prostorska komponenta ni bistveno vplivala na sestavo združbe mnogoščetincev. Le-te so bile na mikro, mezo in makro skali med seboj primerljive, kar smo tudi predvideli v hipotezi.

5 Povzetek

Mnogoščetinci so zaradi svojih lastnosti (število vrst, ekoloških značilnosti) pogosto uporabljena bioindikatorska skupina. V tem delu smo se osredotočili na favno mnogoščetincev, ki se pojavlja na trdem dnu zgornjega infralitorala. Pričakovali smo, da (a) bomo za slovensko morje zabeležili nove vrste mnogoščetincev, (b) se sestava združb mnogoščetincev glede na prisotnost različnih vrst alg ne bo znatno spreminjala, (c) da se vrstna pestrost in številčnost med vzorčnimi mesti ne bosta razlikovali, razen v primeru vzorčnih mest, ki so pod močnim antropogenim vplivom, (d) da prostorska komponenta (mikro, mezo in makro skala) ne bo vplivala na sestavo združbe mnogoščetincev.

Vzorčenje je potekalo na desetih vzorčnih mestih, ki so bile enakomerno razporejene od Debelega rtiča do Portoroža, s čimer je bilo povzorčeno približno 80% slovenske obalne črte. Vzorčenje je potekalo s pomočjo raziskovalne ladje, pri vzorčenju pa smo uporabljali zračno sesalko in potapljaško opremo.

Skupno smo zabeležili 3939 osebkov iz 83 taksonov. Seznam vrst mnogoščetincev slovenskega morja smo dopolnili s podatki o pojavljanju 16 novih vrst. Ugotovili smo, da je združba mnogoščetincev na večini vzorčnih mest med seboj primerljiva ne glede na vrsto alg. Izjema sta le dve vzorčni mesti, ki sta pod močnim antropogenim delovanjem. Na teh dveh mestih je bila vrstna pestrost mnogoščetincev in alg nižja, vendar statistično značilna samo od vtornega mesta z najvišjim povprečjem vrstne pestrosti. Številčnost osebkov je bila med vsemi vzorčnimi mesti primerljiva. Združbe mnogoščetincev se niso spreminjale s prostorsko komponento. Sestava združb je bila na mikro, mezo in makro skali primerljiva. Glede na rezultate ugotavljamo, da mnogoščetinci zgornjega infralitorala niso dobri pokazatelji predvidenega ekološkega stanja.

6 Viri in reference

- Abbiati, M., Bianchi, C. N., Castelli, A. 1987. Polychaete vertical zonation along a littoral cliff in the western Mediterranean. *Marine ecology* **8(1)**: 33–48.
- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral ecology* **26**: 32–46.
- Anderson, M. J., Ellingsen, K. E., H., M. B. 2006. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology letters* **9**: 683–693.
- Antoniadou, C., Nicolaidou, A., Chintiroglou, C. 2004. Polychaetes associated with the sciaphilic alga community in the northern Aegean Sea: spatial and temporal variability. *Helgoland Marine Research* **58**: 168–182.
- Avčin, A. 1989. Favnistika in ekologija mnogoščetincev (Polychaeta) v Tržaškem zalivu (neobjavljeno). Ph.D. thesis Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VTOZD za biologijo Biotehniške fakultete.
- Avčin, A. 2003. *Mnogoščetinci v Živalstvo Slovenije (Sket, ur.)*. Tehnična založba.
- Avčin, A., Meith-Avčin, N., Vukovič, A., Vrišer, B. 1974. Primerjava bentoških združb strunjanskega in koprškega zaliva z ozirom na njihovo polucijsko pogojene razlike. *Biološki vestnik* **22(2)**: 171–208.
- Benedetti-Cecchi, L. 2001. Variability in abundance of algae and invertebrates at different spatial scales on rocky sea shores. *Marine ecology progress series* **215**: 79–92.
- Chemello, R., Milazzo, M. 2002. Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal molluscs. *Marine biology* **140**: 981–990.
- Clarke, K. R., Warwick, R. M. 2001. *Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition*. PRIMER-E: Plymouth.
- Damianidis, P., Chintiroglou, C. C. 2000. Structure and functions of polychaeto-fauna living in *Mytilus galloprovincialis* assemblages in Thermaikos Gulf (North Aegean Sea). *Oceanologica Acta* **23(3)**: 323–337.
- Fauchald, K. 1977. *The polychaete worms: Definitions and keys to the orders, families and genera*. Natural history museum of Los Angeles county.
- Fauchald, K., Jumars, P. A. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanographical marine biology annual review* **17**: 193–284.
- Fauvel, P. 1923. *Fauna de France: Polychètes errantes*. Fédération Française des sociétés de sciences naturelles.

- Fauvel, P. 1927. *Fauna de France: Polychaète sédentaires*. Fédération Française des sociétés de sciences naturelles.
- Fraschetti, S., Terlizzi, A., Babilacqua, S., Boero, F. 2006. The distribution of hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from micro- to macro-scale: spatial patterns on habitat-forming algae. *Journal of experimental marine biology and ecology* **339**: 148–158.
- Giangrande, A., Delos, A. L., Fraschetti, S., Musco, L., Licciano, M., A., T. 2003. Polychaete assemblages along a rocky shore on the South Adriatic coast (Mediterranean Sea): patterns of spatial distribution. *Marine biology* **143**: 1109–1116.
- Giangrande, A., Licciano, M., Musco, L. 2005. Polychaetes as environmental indicators revisited. *Marine pollution bulletin* **50**: 1153–1162.
- Karalis, P., Antoniadou, C., Chintiroglou, C. 2003. Structure of the artificial hard substrate assemblages in ports in Thermaikos Gulf (North Aegean sea). *Oceanologica Acta* **26**: 215–224.
- Katzmann, W. 1971. Polychaeten (Errantier, Sedentariier) aus nordadriatischen Cystoseira-Beständen und deren Epiphyten. *Oecologia* **8**: 31–51.
- Kindt, R., Coe, R. 2005. *Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies*. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi (Kenya).
- Lipej, L., Orlando Bonaca, M., Makovec, T. 2004. *Raziskovanje biodiverzitete v slovenskem morju*. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja.
- Maechler, M., Rousseeuw, P., Struyf, A., Hubert, M. 2005. *Cluster Analysis Basics and Extensions*.
- Magurran, A. E. 2008. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Neznan 2008. *Prognozno plimovanje morja*. Agencija republike Slovenije za okolje.
- Noguchi, K., Hui, W. L. W., Gel, Y. R., Gastwirth, J. L., Miao, W. 2009. *lawstat: An R package for biostatistics, public policy, and law*.
- Nybakken, J. W. . B. M. D. 2005. *Marine biology: an ecological approach (6th edition)*. Pearson education (as Benjamin Cummings), San Francisco, USA.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Wagner, H. 2010. *vegan: Community Ecology Package*.
- Orlando Bonaca, M., Lipej, L., Mavrič, B., Urbanič, U., Čermelj, B., Šiško, M., Bajt, O., Francé, J., Mozetič, P. 2008. Program opredelitve ekološkega stanja morja v skladu z vodno direktivo (2000/60/ES) v letih 2007-2008. Technical report Nacionalni inštitut za biologijo.

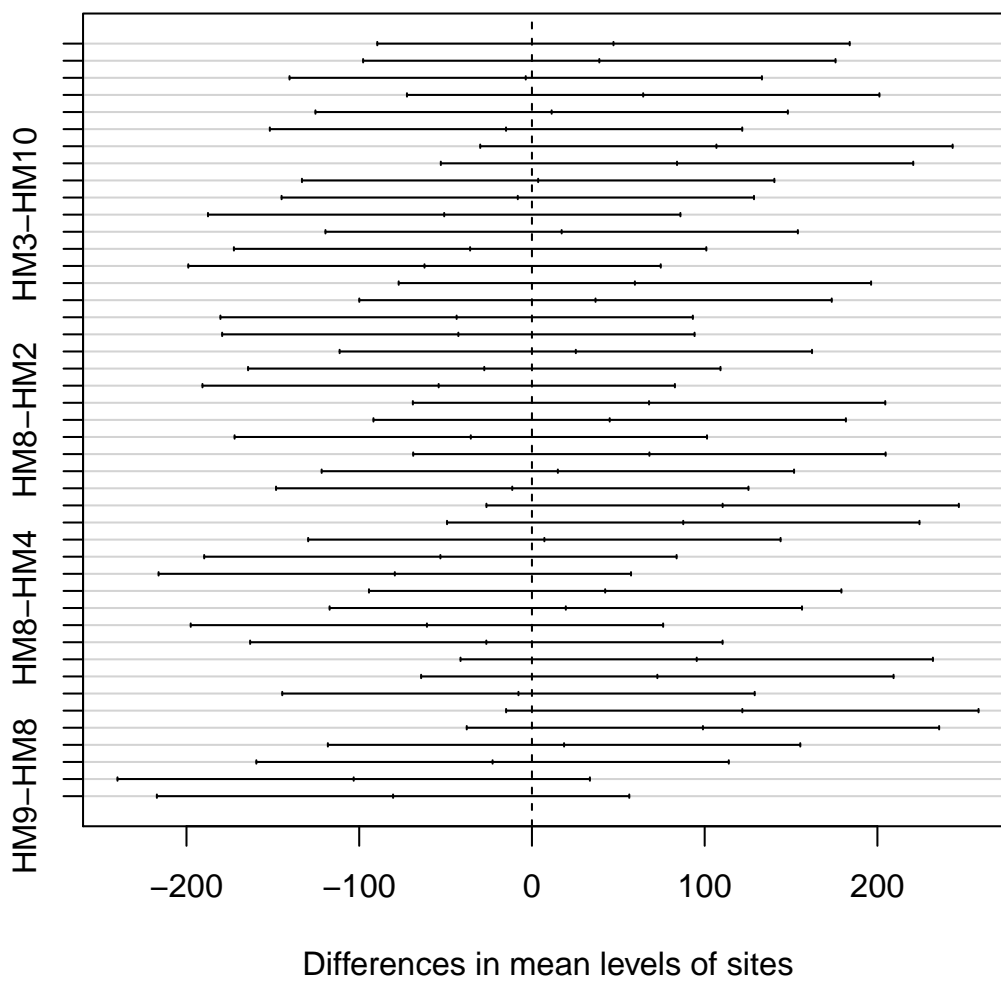
- R Development Core Team 2009. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria.
- Rakocinski, C. F., LeCroy, S. E., McLelland, J. A., Heard, R. W. 1998. Nested spatiotemporal scales of variation in sandy-shore macrobenthic community structure. *Bulletin of marine science* **63(2)**: 343–362.
- Ruppert, E. E., Fox, R. S., Barnes, R. D. 2004. *Invertebrate zoology*. Brooks/Cole.
- Russo, A. R. 1997. Epifauna living on sublittoral seaweeds around Cyprus. *Hydrobiologia* **344**: 169–179.
- Samuelson, G. M. 2001. Polychaetes as indicators of environmental disturbance on subarctic tidal flats, Iqluit, Baffin island, Nunavut territory. *Marine pollution bulletin* **42(9)**: 733–741.
- Sardá, A. 1991. Polychaete communities related to plant covering in the mediolittoral and infralittoral zones of the Balearic islands (western Mediterranean). *Marine ecology* **12(4)**: 341–360.
- Sket, B. 1983. Je *Marifugia* res ubežnik iz morja? *Proteus* **46(3)**: 102–104.
- Štirn, J. 1981. Manual of methods in aquatic environmental research. Technical report Food and agriculture organization of the united nations.
- Tena, J., Capaccioni-Azzati, R., Torres-Gavila, F. J., García-Carrascosa, A. M. 2000. Polychaetes associated with different facies of the photophilic algal community in the Chafarinas archipelago (SW Mediterranean). *Bulletin of marine science* **67(1)**: 55–72.
- Ter Braak, C. J. F., Verdonschot, P. F. M. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences* **57(3)**: 255–289.
- Turk, T. 2007. *Pod gladino Mediterana*. Modrijan.
- Vodna direktiva (2000/60/EC).
- Vrišer, B. 1974. Rezultati preliminarnih raziskovanj biološke obrasti v Piranskem zalivu. Diplomsko delo.
- Wickham, H. 2009. *ggplot2: elegant graphics for data analysis*. Springer New York. ISBN 978-0-387-98140-6.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Smith, G. M. 2007. *Analysing ecological data*. Springer. ISBN 978-0-387-45967-7.

Zahvala

V prvi vrsti bi se zahvalil moji družini (še posebej očetu Petru), ki me je podpirala tudi v času suhih krav in je posredno kriva, da danes pišem to zahvalo. Da sem se navdušil za morsko biologijo sta kriva predvsem Ron L. Shimek in Mateja Grego. Na terenu in laboratoriju so mi pomagali mentor Lovrenc Lipej, Borut Mavrič, Lorenzo Saitz, Nicola Bettoso, Martina Orlando Bonaca, pokojni Žiga Dobrajc, Milijan Šiško, Jani Forte, kapitan Marko Tadejevič, Darja Tratar, Maria Martina Quagiotto in Valentina Pitacco. Pri nabiranju literature mi je pomagala Leslie Harris iz Los Angeleskega muzeja. Pri obdelavi podatkov in diskutiranju teoretičnih zank naloge sta mi bila v neizmerno pomoč Joris FA Meys in Maarten de Groot.

Priloga C

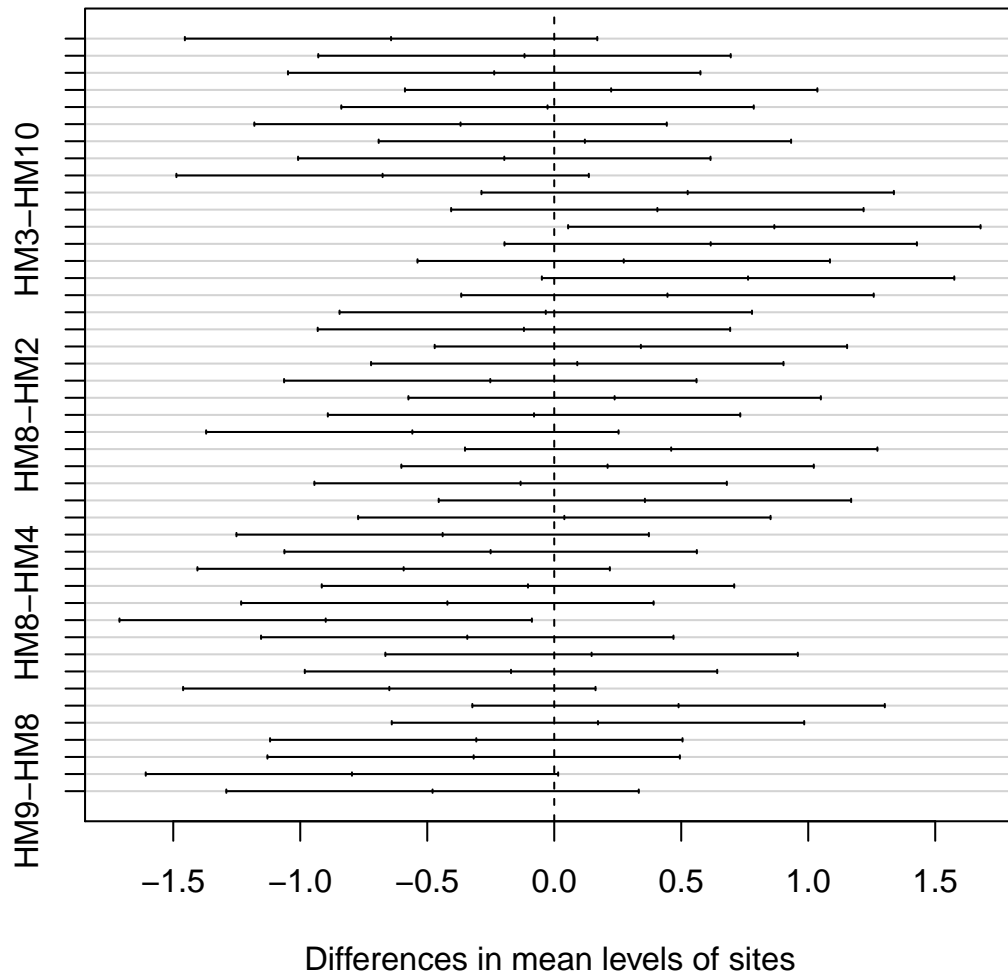
95% family-wise confidence level



Priloga 4: *Post hoc* prikaz analize variance abundance mnogoščetincev med posameznimi postajami. Slika prikazuje *post hoc* za analizo variance abundance.

Priloga D

95% family-wise confidence level



Priloga 5: *Post hoc* prikaz analize variance Shannon-Wienerjevega indeksa med posameznimi postajami.

Priloga E

Priloga 5: Okrajšave imen vrst mnogoščetincev, ki smo jih uporabljali v analizah.

Vrstno ime	Okrajšava	Vrstno ime	Okrajšava
<i>Amphitrite</i> sp.	Amp_sp.	<i>Nicolea venustula</i>	Nic_venu
<i>Amphitrite edwardsii</i>	Amp_edwa	<i>Notomastus latericeus</i>	Not_late
<i>Amphitritides gracilis</i>	Amp_grac	<i>Orbinia cuvieri</i>	Orb_cuvi
Aphroditidae indet.	Aph_idae	<i>Perinereis cultrifera</i>	Per_cult
<i>Armandia polyophtalma</i>	Arm_poly	<i>Petaloproctus terricola</i>	Pet_terr
Capitellidae indet.	Cap_idae	Phyllodocidae indet.	Phy_idae
<i>Ceratonereis costae</i>	Cer_cost	<i>Phyllodoce</i> sp.	Phy_sp.
Chaetopteridae indet.	Cha_idae	<i>Phyllodoce lineata</i>	Phy_line
<i>Chrysopetalum debile</i>	Chr_debi	<i>Pileolaria militaris</i>	Pil_mili
Cirratulidae indet.	Cir_idae	<i>Pista cristata</i>	Pis_cris
<i>Dodecaceria concharum</i>	Dod_conc	<i>Platynereis dumerillii</i>	Pla_dume
Dorvilleidae indet.	Dor_idae	<i>Polycirrus</i> sp.	Poc_sp.
<i>Euclymene</i> sp.	Euc_sp.	<i>Polydora</i> sp.	Pol_sp.
<i>Euclymene lumbricoides</i>	Euc_lumb	<i>Polydora ciliata</i>	Pol_cili
<i>Euclymene palermitana</i>	Euc_pale	<i>Pomatoceros triqueter</i>	Pom_triq
<i>Eunereis longissima</i>	Eun_long	<i>Prionospio cirrifera</i>	Pri_cirr
<i>Eunice</i> sp.	Eun_sp.	<i>Prionospio malmgreni</i>	Pri_malm
<i>Eunice herassi</i>	Eun_hera	<i>Protula</i> sp.	Pro_sp.
<i>Eunice torquata</i>	Eun_torq	<i>Protula tubularia</i>	Pro_tubu
<i>Eunice vittata</i>	Eun_vitt	Sabellidae indet.	Sal_idae
<i>Exogone verugera</i>	Exo_veru	<i>Sabella spallanzanii</i>	Sab_spal
<i>Filograna</i> sp.	Fil_sp.	Sabellariidae indet.	Sab_idae
<i>Harmothoe</i> sp.	Har_sp.	<i>Sabellaria</i> sp.	Sab_sp.
<i>Harmothoe extenuata</i>	Har_exte	<i>Sabellaria spinulosa</i>	Sab_spin
<i>Harmothoe lunulata</i>	Har_lunu	<i>Salmacina dysteri</i>	Sal_dyst
<i>Heteromastus filiformis</i>	Het_fili	<i>Semivermilia agglutinata</i>	Sem_aggl
<i>Hydroides pseudouncinata</i>	Hyd_pseu	<i>Serpula concharum</i>	Ser_conc
<i>Laonice cirrata</i>	Lao_cirr	Serpulidae indet.	Ser_idae
<i>Lumbrineris</i> sp.	Lum_sp.	<i>Spio</i> sp.	Spi_sp.
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Lum_grac	<i>Spio filicornis</i>	Spi_fili
<i>Lumbrineris latreilli</i>	Lum_latr	Spionidae indet.	Spo_idae
<i>Lumbrineris tetraura</i>	Lum_tetr	Spirorbidae indet.	Spi_idae
<i>Lysidice ninetta</i>	Lys_nine	<i>Spirorbis</i> sp.	Spi_sp.
Maldanidae indet.	Mal_idae	Syllidae indet.	Syl_idae
<i>Marphysa sanguinea</i>	Mar_sang	<i>Syllis krohnii</i>	Syl_kroh
<i>Mastobranchus trinchessii</i>	Mas_trin	Terebellidae indet.	Ter_idae
<i>Neanthes fucata</i>	Nea_fuca	<i>Trichobranchus glacialis</i>	Tri_glac
<i>Neanthes succinea</i>	Nea_succ	<i>Trypanosyllis</i> sp.	Try_sp.
<i>Nematonereis unicornis</i>	Nem_unic	<i>Vermiliopsis</i> sp.	Ver_sp.
<i>Neodexiospira pseudocorrugata</i>	Neo_pseu	<i>Vermiliopsis infundibulum</i>	Ver_infu
<i>Nereis</i> sp.	Ner_sp.		
<i>Nereis rava</i>	Ner_rava		
<i>Nereis zonata</i>	Ner_zona		

Priloga F

Priloga 6: Okrajšave imen vrst alg, ki smo jih uporabljali v analizah.

Vrstno ime	Okrajšava
<i>Acetabularia acetabulum</i>	Acet_acet
<i>Corallina officinalis</i>	Cor_off
<i>Cystoseira barbata</i>	Cyst_barb
<i>Cystoseira compressa</i>	Cyst_comp
<i>Cystoseira compressa</i> f. <i>rosetta</i>	Cyst_comp_ros
<i>Cystoseira</i> sp.	Cyst_sp
<i>Flabellia petiolata</i>	Flab_pet
<i>Halimeda tuna</i>	Halim_tun
<i>Haliptilon virgatum</i>	Hali_virg
<i>Halopithys incurva</i>	Halo_inc
<i>Hydrolithon</i> spp.	Hyd_spp
<i>Jania</i> sp.	Jani_sp
<i>Lithophyllum</i> spp.	Lith_spp
<i>Padina pavonica</i>	Pad_pav
<i>Peyssonnelia polymorpha</i>	Pey_poly
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	Pey_squa
<i>Phyllophora</i> sp.	Phy_sp
<i>Zanardinia prototypus</i>	Zan_prot
<i>Ceramium</i> spp.	Cer_spp
<i>Chaetomorpha</i> sp.	Chae_sp
<i>Champia parvula</i>	Cham_parv
<i>Cladophora</i> spp.	Clad_spp
<i>Cladostephus spongiosus</i> f. <i>verticillatus</i>	Clad_spong
<i>Dictyota dichotoma</i>	Dict_dich
<i>Dictyota linearis</i>	Dict_lin
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	Dict_poly
<i>Enteromorpha</i> sp.	Entero_sp
<i>Gelidiella</i> sp.	Gel_lla_sp
<i>Gelidium</i> sp.	Gel_sp
<i>Gelidium latifolium</i>	Gel_lat
<i>Gigartina acicularis</i>	Gig_aci
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	Grac_burs
<i>Halopteris scoparia</i>	Halo_scop
<i>Laurencia</i> spp.	Laur_spp
<i>Nithophyllum punctatum</i>	Nith_punc
<i>Polysiphonia</i> sp.	Poly_sp
<i>Pterocliadiella capillacea</i>	Pter_cap
<i>Sphacelaria</i> spp.	Spha_spp
<i>Ulva</i> sp.	Ulva_sp
<i>Valonia utricularis</i>	Valo_utri
<i>Wrangelia penicillata</i>	Wrang_peni

Priloga G

Priloga 7: Uvrstitev posameznega taksona v prehranski ceh.

Ime taksona	Ceh	Ime taksona	Ceh
Amp_sp.	detritivor	Nic_venu	detritivor
Amp_grac	detritivor	Not_late	detritivor
Cap_idae	predator	Owe_fus	detritivor
Chr_debi	predator	Per_cult	predator
Cir_idae	detritivor	Pet_terr	detritivor
Cir_ten	detritivor	Phy_line	predator
Dod_conc	detritivor	Phy_sp.	predator
Dor_idae	predator	Phy_idae	predator
Euc_lumb	detritivor	Pla_dume	predator
Euc_sp.	detritivor	Poc_sp.	detritivor
Eun_long	detritivor	Pol_cili	detritivor
Eun_hera	predator	Pol_sp.	detritivor
Eun_sp.	predator	Pom_triq	detritivor
Eun_torq	predator	Pri_cirr	detritivor
Eun_vitt	predator	Pro_sp.	filtrator
Exo_veru	herbivor	Pro_tubu	filtrator
Har_exte	predator	Sab_spal	filtrator
Har_lunu	predator	Sab_sp.	filtrator
Har_sp.	predator	Sab_spin	filtrator
Het_fili	detritivor	Sab_idae	filtrator
Lao_cirr	detritivor	Sal_idae	filtrator
Lum_grac	predator	Ser_idae	filtrator
Lum_latr	predator	Spi_fili	detritivor
Lum_sp.	predator	Spio_sp.	filtrator
Lum_tetr	predator	Spi_idae	filtrator
Lys_nine	predator	Spo_idae	filtrator
Mal_idae	detritivor	Syl_idae	predator
Mar_sang	herbivor	Ter_idae	filtrator
Ner_rava	predator	Tri_glac	detritivor
Ner_sp.	predator	Try_sp.	predator
Ner_zona	omnivor		