

# Analiza alometrije prirodnih populacija dagnje u Jadranu

---

Žmarić, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:669973>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-21**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ ZNANOST O MORU

**MARKO ŽMARIĆ**

**Analiza alometrije prirodnih populacija dagnje u  
Jadranu**

Završni rad

Pula, 2019.

SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ ZNANOST O MORU

**MARKO ŽMARIĆ**

**Analiza alometrije prirodnih populacija dagnje u  
Jadranu**

Završni rad

**JMBAG: 0125152460**

**Status: redoviti student**

**Studijski smjer: Znanost o moru**

**Kolegij: Biostatistička analiza i eksperimentalni dizajn**

**Mentor: izv. prof. dr. sc. Maja Fafandel**

Pula, 2019.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Marko Žmarić, kandidat za prvostupnika znanosti o moru ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

U Puli, 13.09.2019. godine

Student: Marko Žmarić

---



## **IZJAVA o korištenju autorskog djela**

Ja, Marko Žmarić, dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom Analiza alometrije prirodnih populacija degnje u Jadranukoristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, 13.09.2019. godine

Student: Marko Žmarić

---

Ovaj rad, izrađen u Instituta Ruđer Bošković u Rovinju, pod voditeljstvom izv. prof. dr. sc. Maje Fafandžel, predan je na ocjenu Sveučilišnom preddiplomskom studiju Znanost o moru Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli radi stjecanja zvanja prvostupnika (baccalaurea) znanosti o moru.

Voditelj Sveučilišnog preddiplomskog studija Znanost o moru je za mentora završnog rada imenovao izv. prof. dr. sc. Maju Fafandžel.

Mentor: izv. prof. dr. sc. Maju Fafandžel

Povjerenstvo za ocjenjivanje i obranu:

Mentor: izv. prof. dr. sc. Maja Fafandžel

Predsjednik: prof. dr. sc. Nevenka Bihari

Član: izv. prof. dr. sc. Mauro Štifanić

Datum i mjesto obrane završnog rada: 13. rujna, Pula

Rad je rezultat samostalnog istraživačkog rada.

Marko Žmarić

---

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem izv. prof. dr. sc. Maji Fafandžel na predloženoj temi, stručnim savjetima, velikom trudu i nesebičnoj pomoći koju mi je pružala u svim djelovima izrade završnog rada.

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Biološke karakteristike .....	2
1.2. Morfometrija i biometrija dagnji .....	4
1.3. Zakon kuba i duljinsko-maseni odnos .....	5
1.4. Indeks kondicije.....	9
2. CILJEVI RADA .....	11
3. MATERIJALI I METODE .....	12
3.1. Materijali.....	12
3.1.1. Izvor podataka .....	12
3.2. Metode .....	14
3.2.1. Sistematizacija podataka .....	14
3.2.2. Regresijska analiza .....	15
3.2.3. Određivanje alometrije.....	15
3.2.4. Utvrđivanje seta podataka za usporedbu postaja.....	15
3.2.5. Indeks kondicije (IK) - izračun i prikaz .....	16
4. Rezultati .....	17
4.1. Sistematizacija podataka .....	17
4.2. Alometrijska jednadžba .....	21
4.3. Indeks kondicije .....	48
5. Rasprava.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6. Zaključak.....	58
7. TEMELJNA DOKUMANTACIJSKA KARTICA.....	59
8. BASIC DOCUMENTATION CARD.....	60
9. Literatura .....	61



## 1. UVOD

Meditranska dagnja *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), kao što i samo ime govori, autohtona je vrsta Mediterana, kao i Jadranskog mora. Također, kao autohtonu vrstu pronalazimo ju i u Crnom moru, te na istočnim obalama Atlanskog oceana Europe, a kao invazivna vrsta naseljava južnu i jugozapadnu obalu Afrike, zapadnu obalu Sjeverne Amerike, obale Čilea, Rusije, Japana, Kine, Australije i Novog Zelanda (Slika 1). Najčešće naseljava mediolitoralnu zonu pa je samim time otporna na kolebanja abiotičkih faktora. Uz to, veoma je otporna i na antropogeni utjecaj pa, osim što nastanjuje područja izvan antropogenog utjecaja, također nastanjuje i visoko urbanizirana i industrijska područja, lučke vode i dr. Iz tog se razloga smatra indikatorskim organizmom za biomonitoring morskih ekosustava te procjenu onečišćenja u priobalnom području zbog svoje sesilne prirode i filtrirajućeg hranjenja te akumulacije kemijskih kontaminanata iz morske vode (Hamer i sur. 2008). Tako su razvijeni "mussel watch" programi u svrhu biomonitoringa te su u širokoj primjeni. U Republici Hrvatskoj komercijalno je najvažnija vrsta školjkaša iz uzgojnih razloga, a njena je godišnja proizvodnja oko 3000 t (Gavrilović i sur., 2014).



Slika 1. Rasprostranjenost mediteranske dagnje *Mytilus galloprovincialis*. Zelena područja označavaju autohtona staništa vrste, žuta područja označavaju moguća prirodna staništa, crvena područja označavaju potvrđena invazivna staništa.

(Izvor: [https://www.researchgate.net/figure/Distribution-map-of-Mytilus-galloprovincialis-adapted-from-GISD-Green-area-represents\\_fig5\\_263550724](https://www.researchgate.net/figure/Distribution-map-of-Mytilus-galloprovincialis-adapted-from-GISD-Green-area-represents_fig5_263550724))

## 1.1. Biološke karakteristike

Tablica 1. Taksonomija Mediteranske dagnje *Mytilus galloprovincialis*

Carstvo	Animalia
Koljeno	Mollusca
Razred	Bivalvia
Red	Mytiloidea
Porodica	Mytilidae
Rod	<i>Mytilus</i>
Vrsta	<i>Mytilus galloprovincialis</i>

Mediteranska dagnja izduženog je trokutastog oblika s dvije jednake ljuštore, crne ili tamno plave boje izvana i sedefaste boje iznutra. Stražnja je strana zaobljena, dok je prednja šiljasta. Ljuštore su tanke i oštre i produkt su plašta, a međusobno su spojene elastičnim aduktorom. Unutar ljuštore nalazi se izduženo bilateralno simetrično tijelo (Slika 2). Posjeduje škrge pomoću kojih se prehranjuje, odnosno na škragama se vrši filtracija morske vode iz koje ingestijom uzima organsku tvar. Osim organske tvari, hrane se i širokim spektrom planktonskih organizama; fitoplanktonom, zooplanktonom i bakterijama (Gavrilović i sur. 2011).

Promatrajući vodeni stupac, najčešće i najgušće naseljava zonu mediolitorala. Mediolitoral je promjenjiv okoliš u kojem organizmi žive blizu ruba svoje fiziološke tolerancije (Tsuchiya 1983). Dagnje su na dnevnoj bazi izložene i kopnenim i morskim uvjetima, a period izloženosti zraku mijenja se s ciklusom plime i oseke (Denny i Paine 1998). Time je njihov način života prilagođen na kolebanja abiotičkih faktora poput temperature, saliniteta, količine otopljenog kisika, pH i dr.



Slika 2. Mediteranska dagnja *Mytilus galloprovincialis*.

(Izvor: [https://www.researchgate.net/figure/Three-perspectives-of-Mytilus-galloprovincialis-a-shell-appearance-b-side-view-of\\_fig4\\_263550724](https://www.researchgate.net/figure/Three-perspectives-of-Mytilus-galloprovincialis-a-shell-appearance-b-side-view-of_fig4_263550724))

Gornja granica naseljenosti prvenstveno je određena sušom i temperaturnim promjenama. Ograničena dubinska rasprostranjenost uzrokovana je biološkim faktorima kompeticije i predacije, a ne nemogućnošću preživljavanja u uvjetima dubljih slojeva infralitorala (Gosling, 1992). Mediteranska dagnja teže se prilagođava varijacijama saliniteta, dok se s druge strane smatra vrstom najviše tolerantnom na povišenje temperature mora.

Pomoću stopala i mnogih žljezdi koje izlučuju čvrsta i duga vlakna koje nazivamo bisusnim nitima, pričvršuje se za hridinasta tla i tvori gusta naselja. Odvojenog su spola, a on se određuje bojom gonada unutar ljuštura. Ženke posjeduju gonade crveno-narančaste boje, dok su u mužjaka one mliječno bijele boje (Bayne, 1976).

## 1.2. Morfometrija i biometrija dagnji

Biometrija je skup mjerljivih i brojčano iskazivih vrijednosti, sa svrhom istraživanja promjenjivosti svojstava organizama uzrokovanih egzogenim i endogenim činiteljima, dok se morfometrija odnosi na kvantitativnu analizu forme, odnosno koncepta koji obuhvaća veličinu i oblik ([oed.com](http://oed.com)). Morfometrijske metode analize ljuštura školjkaša dijelimo na one tradicionalne te geometrijske. Za potrebe ovog rada korištene su one tradicionalne. Tradicionalna morfometrija obuhvaća analizu duljine, širine, visine, mase, kuteva i omjera pa su podaci općenito mjere veličine. Tako dobiveni podaci korisni su kada su apsolutne ili relativne veličine od posebnog značaja, poput istraživanja rasta. Mjere se najčešće izvodi pomičnom mjerkom ili kaliperom, ručnim mjernim instrumentom s preciznošću manjom od milimetra ("Hrvatska enciklopedija", <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=32038>). Duljina ljuštura ili težina mesa mogu se koristiti kao pokazatelji rasta školjkaša (Gosling, 1992). Navedene dimenzije često se podvrgavaju regresijskim analizama za potrebe biometrijskih ispitivanja.

Razni endogeni (genetski i fiziološki) i egzogeni (biotički i abiotički) čimbenici utječu na morfologiju dagnje u vidu visine i širine ljuštura, brzine rasta i dr. (Hammock J.) Tako je otkriveno da smanjena koncentracija hrane i visoke  $pCO_2$  vrijednosti kod svake jedinke značajno smanjuju rast ljuštura u duljinu (Melzner i sur. 2011). Pokazano je i da mali školjkaši rastu brže od velikih (Lauzon-Guay i sur. 2005). Kapacitet rasta dagnje ovisi i o kompeticiji unutar same vrste uzrokovano gustoćom nasada. Pokazano je da je uzgojna gustoća važan okolišni faktor za oblik ljuštura dagnji (Seed 1968), pri čemu veća gustoća populacije i manja količina dostupne hrane dovode do užih i izduženijih dagnji u odnosu na one koje rastu u uvjetima niske gustoće. Osim toga, također i predacija pokazuje utjecaje na veličinu organizma. Rakovi svoj plijen odvajaju od supstrata te mu lome ljušturu. U okolišu s mnogo rakova školjkaši stoga povećavaju debljinu i veličinu ljuštura, te ona postaje zaobljenija i teža za manipuliranje (Brown, Aronhime i Wang, 2011).

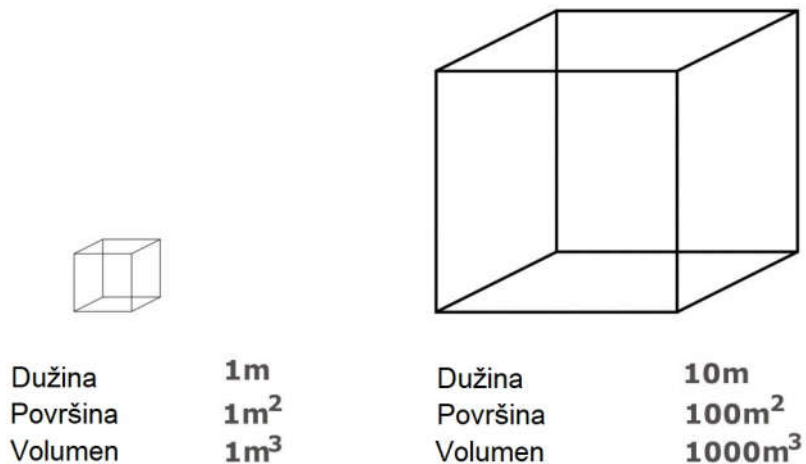
Podaci rasta dagnji istočnog Jadranskog mora kazuju da je najmanji rast dagnji u veljači uzrokovan niskim salinitetom, a najveći rast zabilježen je u kolovozu i rujnu, u

vrijeme najviših temperatura mora. U periodu od lipnja do kolovoza duljinski prirasti su oko 2-3 mm (N. Marušić i sur., 2010.).

Kako navodi Burčul B. (2015.) utvrđena je značajna pozitivna korelacija između temperature mora i volumena ljušture u jesen i proljeće. Osim temperature mora, i najniža temperatura zraka u listopadu korelirala je s volumenom ljušture u jesen, a najniža temperatura zraka u ožujku s volumenom u proljeće.

### **1.3. Zakon kuba i duljinsko-maseni odnos**

Kako navodi Froese, saznanja o duljinsko-masenom odnosu sežu u 16. stoljeće s kvadratnim zakonom Galilea Galileja, koji je navodno prvi rekao da se volumen objekta povećava kao kub linearnih dimenzija, dok se snaga povećava samo kao kvadrat. Mnogo godina ovaj je zakon bio zanemaren te ga Herbert Spancer u svojim *Principima biologije* (1864-1867) aktualizira ponavljanjem prvog dijela Galileovog zakona kako slijedi: „U slično oblikovanim tijelima mase, a time i težine, variraju kao kubovi dimenzija“. Zatim taj zakon postaje poznat kao zakon kuba. Za lakšu ilustraciju zakona koristit ćemo objekt kocke. Prva kocka dužine je stranica 1 m, što čini njenu površinu  $1 \text{ m}^2$  i volumen  $1 \text{ m}^3$ . Ako druga kocka ima deset puta duže stranice od prvobitne, odnosno dužine stranice druge kocke iznose 10 m, njena površina iznosi  $100 \text{ m}^2$  što je 100 više od prvobitne površine te je iznos volumena  $1000 \text{ m}^3$  što je 1000 puta veći volumen od prethodnog (Slika 3).



Slika 3. Odnos dužine, površine i volumena na primjeru dviju kocki različitih dimenzija

Prema navedenom, riba koja rastom poveća svoju duljinu dvostruko, osmerostruko će povećati vlastitu masu. Vođen time, Fulton 1904. godine izvodi analizu na 5675 uzoraka 19 vrsta riba Sjeverno-škotskog mora i uviđa neslaganje zakona na ispitivane populacije te zaključuje da većina ispitivanih vrsta povećava duljinu više od povećanja mase. Također je ustvrdio da se duljinsko-maseni omjeri razlikuju među vrstama i unutar veličinskih razreda, različitim mjestima uzorkovanja te u različito doba godine, ali i nagli gubitak težine neposredno nakon mrijesta koji se brzo povraća. Međutim, unatoč svemu spoznatom, Fulton ne napušta kubni zakon već predstavlja tablice za izračun mase iz duljine temeljen na fiksnim omjerima za najmanji veličinski razred te iz njega izvodi omjere za sve ostale razrede. Fulton nigdje ne navodi jednadžbu koja je danas poznata kao Fultonov kondicijski faktor ( $K$ ):

$$K = 100 \frac{W}{L^3}$$

gdjesu:

$W$  = ukupna masa(g)

$L$  = ukupna tjelesna dužina(cm)

Time Fulton postavlja konceptualnu osnovu onoga što danas poznajemo kao alometrijski rast.

Prema alometrijskom rastu razlikujemo tri tipa, i to izometrični rast ( $b=3$ ), pozitivan alometrični rast ( $b>3$ ) i negativan alometrički rast ( $b<3$ ). Izometrički rast odnosi se na rast pri kojemu rast duljine prati povećanje mase. Pozitivan alometrički rast je rast pri kojemu je povećanje mase veće od rasta duljine dok je negativan alometrijski rast onaj rast pri kojemu je rast duljine veći od povećanja mase.

1928. godine negdje u isto vrijeme Keys i Frances N. Clark u zasebnim radovima objavljuju da je kubni zakon pogrešna formulacija duljinsko-masenog odnosa te daju suvremeni duljinsko-maseni odnos:

$$W = aL^b$$

U navedenom se obliku jednadžbe i danas izražavaju rezultati alometrijskih istraživanja tako da  $W$  i  $L$  ostaju u obliku simbola dok se vrijednosti parametara  $a$  i  $b$  upisuju u jednadžbu.

Carlander je ustvrdio da bi eksponent  $b$  normalno trebao pasti između 2.5 i 3.5 i pokazao da su vrijednosti  $b<2.5$  ili  $b>3.5$  često izvedene iz uzoraka s uskim rasponom veličina.

Parametar  $b$  je eksponent aritmetičkog oblika dužinsko-masenog odnosa i nagiba regresijskog pravca u logaritmiranom obliku. Ako je  $b=3$  tada mali uzorci u razmatranom uzorku imaju isti oblik. Ako je  $b>3$  tada mali uzorci u razmatranoj populaciji imaju isti oblik i stanje kao i veliki primjerci. Ako je  $b<3$ , tada su se veliki uzorci povećali u širinu ili visinu nego u duljinu (...) Nasuprot tome, ako je  $b$  manji od 3 tada su veliki uzorci promijenili oblik tijela kako bi postali izduženiji ili su mali uzorci bili u boljem prehrambenom stanju u vrijeme uzorkovanja (R. Froese, 2000). Utjecaj ekstremnih vrijednosti  $b$  na srednju vrijednost  $b$  smanjuje se s brojem procjena.

Kada se raspravlja o eksponentu  $b$  pojedinačnih duljinsko-masениh odnosa, treba se odnositi na razlike stanja između malih i velikih pojedinaca u dotičnom području u tom trenutku. Tek kada se uzmu u obzir sve raspoložive procjene duljinsko-masениog odnosa koje obuhvaćaju geografske, sezonske i međugodišnje varijacije, ima smisla raspravljati o izometrijskom naspram alometričkog rasta vrste kao cijeline, na temelju srednje vrijednosti  $b$ .

Parametar  $a$  je koeficijent aritmetičkog dužinsko-masениog odnosa i presjeka logaritmiranog oblika istog. Iz logaritamskog oblika duljinsko-masениog odnosa i odgovarajuće krivulje mase prema duljini, vidljivo je da će svako smanjenje nagiba regresijske linije dovesti do povećanja presjeka i obrnuto.

Froese (2000) ističe da, ako je za neku vrstu dostupno nekoliko duljinsko-masениh odnosa, onda će dijagram  $\log a$  nad  $b$  tvoriti ravnu crtu i moći će se koristiti za otkrivanje outliera.

Jaka međusobna povezanost između parametara  $a$  i  $b$  u dijagramu  $\log a$  nad  $b$  pomaže u otkrivanju duljinsko-masениh odnosa koji su upitni zbog npr. uskog veličinskog raspona, malo podataka s visokom varijancom ili outliera u odgovarajućem uzorku. Imajte na umu da se mnoge točke ispod i iznad 2.5 i 3.5 zasnivaju na vrlo malom broju uzoraka i vjerojatno će se pomaknuti bliže središtu grafa kada više procjena postane dostupno za ovu vrstu.

Također, u uporabi je i njegov logaritamski ekvivalent:

$$\log W = \log a + b \log L$$

gdje su:

$W$  = ukupna masa (g)

$L$  = ukupna tjelesna duljina

$a$  i  $b$  = konstante izračunate prema izrazima:



$$\log a = \frac{\sum \log W \times \sum (\log L_t)^2 - \sum \log L_t \times \sum (\log L_t \times \log W)}{N \times \sum (\log L_t)^2 - (\sum \log L_t)^2}$$

$$\log b = \frac{\sum \log W - N \times \log a}{\sum \log L_t}$$

#### 1.4. Indeks kondicije

Indeks kondicije predstavlja količinu mekog tkiva školjkašau odnosu na ukupnu masu školjkaša i odraz je životnih uvjeta (Pampanin i sur., 2005). Na prirast mediteranske dagnje utječu dob i veličina jedinke, genotip te ekološki čimbenici (Gosling, 1992). Ekološki čimbenici obuhvaćaju temperaturu, salinitet i količinu hranjivih soli morske vode, pH-vrijednost, količinu otopljenog kisika, a najvažniji je dostupnost hrane, odnosno njena odgovarajuća količina i odgovarajući sastav. Također, promjene tjelesne mase u školjkašima blisko su povezane sa sezonskim ciklusom rasta, skladištenjem i iskorištavanjem rezervi i reprodukcijom (Gabbott, 1975). U zimskom razdoblju na područjima s niskom količinom hranjivih tvari dagnje ne mogu unijeti u organizam dovoljne količine hrane za održavanje konstantnoga prirasta. Unesena se hrana iskorištava za podmirenje metaboličkih potreba, a prirast stagnira tzv. nul-rast. Ako količina apsorbirane hrane nije dovoljna ni za podmirivanje metabolizma, dagnja iskorištava vlastite rezerve (negativan rast). U ljetnom periodu, kada količina apsorbirane hrane prelazi metaboličke potrebe, višak se hrane upotrebljava za prirast i reprodukciju (pozitivan rast) (Dardignac-Corbel, 1990). Također, utvrđeno je da dagnje pokazuju najveći rast i veći kondicijski indeks na obalama umjereno izloženim valovima (Steffani i Branch, 2003).

Prema Davenportu i Chen (1987) postoji 7 metoda izračunavanja indeksa kondicije (IK):

1.  $IK = \text{masa prokuhanog mesa} / \text{ukupna masa ljuštura} \times 100$
2.  $IK = \text{masa prokuhanog mesa} / \text{masa prokuhanog mesa} + \text{masa ljuštura} \times 100$
3.  $IK = \text{masa mokrog mesa} / \text{ukupni volumen} - \text{volumen ljuštura} \times 100$
4.  $IK = \text{masa sušenog mesa} / \text{ukupni volumen} - \text{volumen ljuštura} \times 100$
5.  $IK = \text{masa mokrog mesa} / \text{masa ljuštura} \times 100$
6.  $IK = \text{masa sušenog mesa} / \text{masa ljuštura} \times 100$
7.  $IK = \text{volumen mokrog mesa} / \text{ukupni volumen} - \text{volumen ljuštura} \times 100$

N. Marušić i sur. (2009) navode da su vrijednosti indeksa kondicije u veljači niske, a povećavaju se porastom temperature i saliniteta mora. Najveće vrijednosti indeksa kondicije izmjerene su u mjesecu kolovozu, dok jefaza spolnog mirovanja dagnji u razdoblju od lipnja do rujna.

## 2. CILJEVI RADA

Ciljevi ovog rada su :

1. Digitalizacija i sistematiziranje izvornih terenskih podataka biometrijskih parametara jedinki prirodnih populacija dagnje *Mytilus galloprovincialis* s 24 postaje duž jadranske obale
2. Prezentiranje i opis odabranih parametara (alometrijska jednadžba rasta, indeks kondicije)
3. Računalna obrada podataka kao priprema za daljnje statističke analize korištenjem postojećih biometrijskih parametara (masa, duljina) vezane na testiranje mogućih znanstvenih hipoteza koje se odnose na rast i indeks kondicije.

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Materijali

##### 3.1.1. Izvor podataka

Izvor podataka su bile tri terenske bilježnice kao dnevnici rada. U njima su se nalazili podaci s uzorkovanja koji su obuhvaćali sljedeće: osobe koje su vršile uzorkovanje, datum, ime postaje, izmjerene dimenzije dužine, širine i visine uzorkovanih jedinki dagnji u milimetrima i mase vaganih mokrih organizma u gramima dok su neka uzorkovanja, uz navedeno, sadržavala i mase ocijeđenog tkiva te masu ljušture, također u gramima. Većinu uzoraka činilo je 5 jedinki.

The image shows four pages of handwritten field notes, organized into four tables corresponding to different stations. Each table lists data for five samples (numbered 1-5).

					40	žirera
①	35.1	65	41	20	12.3	10.5
②	37.7	62	45	29	20.6	9.5
③	21.3	68	38	26	19.3	8.8
④	25.9	63	37	28	17.8	8.0
⑤	31.9	71	40	37	23.9	9

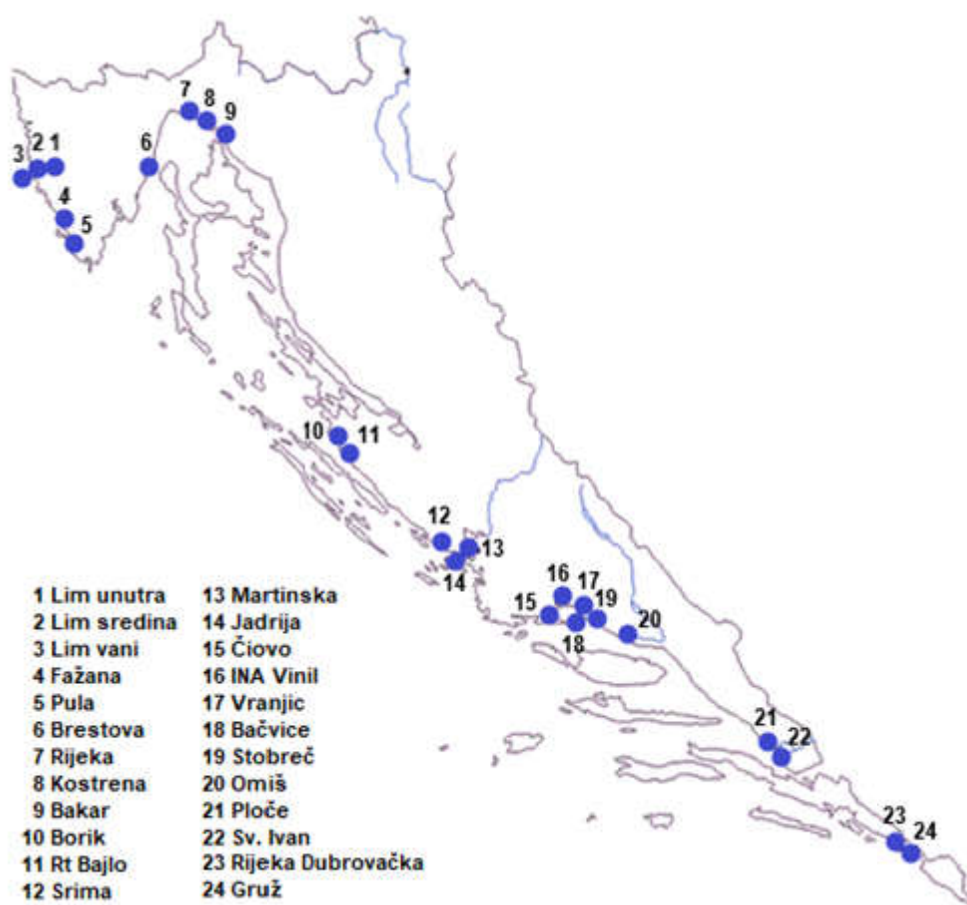
①	15.8	53	30	22	11.2	7.2
②	14.1	52	33	20	10.7	6.3
③	17.8	56	33	20	12.3	8.2
④	17.4	56	33	21	13.0	7.8
⑤	14.2	54	28	20	9.5	6.0

①	26.4	64	36	25	20.5	12.0
②	12.7	52	28	27	8.6	5.0
③	15.7	53	41	21	10.9	5.9
④	15.9	53	37	22	11.1	6.1
⑤	15.6	53	36	22	12.0	5.6

①	16.8	48	29	20	10.2	9.2
②	14.2	47	27	21	11.9	6.8
③	10.0	43	25	18	8.5	5.0
④	10.5	40	28	17	8.7	5.3
⑤	6.7	38	26	16	6.2	5.3

Slika 4. Primjer organizacije podataka u terenskoj bilježnici iz koje su uzimani podaci

Uzorci su bili prikupljeni su u sklopu Projekta Jadran (Sustavno istraživanje Jadranskog mora kao temelj za održivi razvoj Republike Hrvatske) financiranog od strane Ministarstva znanosti obrazovanjai športa RH u trajanju od deset godina, i to u razdoblju od 2000. godine do kraja prvog kvartala 2010. godine. Uzorkovanja su se provodila u mjesecima ožujku (III), lipnju (VI), kolovozu (VIII) i listopadu (X).. Uzorkovanja su bila provedena duž istočne obale Jadranskog mora unutar granica Republike Hrvatske na 24 postaje: Limski kanal na tri lokaliteta; unutar (LU), na sredini (LS), te van kanala (LV), Fažani (FA), Puli (PU), Brestovi (BR), Rijeci (RI), Kostreni (KO), Bakru (BK), Boriku (BO), Rtu Bajlo (BA), Srimi (SR), Martinskoj (MA), Jadriji (JA), Čiovu (ČI), INA Vinilu (IN), Vranjicu (VR), Bačvicama (BČ), Stobreču (ST), Omišu (OM), Pločama (PL), Sv. Ivanu (SI), Rijeci Dubrovačkoj (RD) i Gružu (GR) (Slika 5).



Slika 5. Postaje uzorkovanja u sklopu Projekta Jadran



### 3.2.2. Regresijska analiza

Prvi set podataka, odnosno uzorci kojima su mjerene dimenzije duljine, širine i visine, te vagana ukupna mokra masa podvrgnuti su regresijskoj analizi. Svakom uzorku iznos duljine logaritmiran je dekadskim logaritmom te predstavlja varijablu X. Također, iznos ukupne ocijeđene mase uzorka logaritmiran je dekadskim logaritmom te predstavlja varijablu Y. Na osnovu navedenog izvedena je linearna regresija za svaku od sezona svih postaja koja će biti ishodište za analize sezonskih razlika.

### 3.2.3. Određivanje alometrije

Alometrija je utvrđena testiranjem nagiba pravca proizašlog iz transformacije alometrijske jednadžbe koristeći mrežni servis (<https://www.danielsoper.com/statcalc/calculator.aspx?id=103>). Pravac koji se testira uspoređuje se s izometričnim pravcem ( $b=3$ ) na temelju varijabli: broj uzoraka postaje, vrijednost parametra  $b$ , odnosno nagiba pravca i standardne pogreške (Slika 7).

Sample size for line 1:	<input type="text" value="60"/>
Sample size for line 2:	<input type="text" value="60"/>
Slope of line 1:	<input type="text" value="2.657"/>
Slope of line 2:	<input type="text" value="3.000"/>
Standard error for line 1:	<input type="text" value="0.0874"/>
Standard error for line 2:	<input type="text" value="0.0001"/>

Slika 7. Prikaz web-kalkulatora namjenjenog usporedbi dva nagiba pravca

### 3.2.4. Utvrđivanje seta podataka za usporedbu postaja

Obzirom na različiti broj podataka za pojedinu sezonu nijemoguće uspoređivati postaje međusobno koristeći sve raspoložive podatke. Iz tog je razloga izveden je konsenzus, odnosno iz svih prikupljenih podataka za sve postaje ekstrahirani su i utvrđeni setovi (15 po sezoni za svaku od postaja) iz uzorkovanja koja su zajednička čim većem broju postaja kako bi postaje postale podložne međusobnoj usporedbi. Postaje koje nisu zadovoljile taj uvjet izbačene su iz daljnje analize, dok su zapostavljene

koje su uvjet zadovoljile uzeti podaci iz određenih sezona godina uzorkovanja kako bi postaje bile usporedive.

### 3.2.5. Indeks kondicije (IK)- izračun i prikaz

Za drugi set podataka, odnosno za onaj za koji je to bilo moguće, izračunati su indeksi kondicije. Radi prirode uzorkovanja, masa suhog mesa izračunata je razlikom ukupne mase ocijeđenog organizma  $m(m+l_j)$  i mase ljuštore  $m(l_j)$ , te je dalje korištena pri izračunavanju indeksa kondicije (IK) prema formuli (Davenport i Chen, 1987):

$$\text{IK} = \text{masa ocijeđenog mesa} / \text{masa ljuštore}$$

Također, kao i za set podataka za određivanje alometrijske jednadžbe, izvršen je konsenzus, no drugačijega tipa. Postaje s brojem podataka manjim od 50% podataka najbrojnije postaje, odbačene su. Točnije, postaju BAuzorcima najbrojniju postaju, koju čini 130 jedinki pa su tako postaje s brojem uzoraka manjim od 65 odbačene za daljnju analizu.

Iznosi indeksa kondicije s postaja koje su zadovoljile uvjet nakon izvršenog konsenzusa, svrstani su u veličinske razrede za svaku od postaja zasebno, unutar pripadajućeg mjeseca uzorkovanja. Iznosi su obuhvatili skalu od 0 do 2, u deset razreda od 0.2, odnosno prvi od 0 do 0.2, drugi od 0.2 do 0.4 itd. Broj uzoraka u svakom razredu naziva se frekvencijom, a njihov udio u ukupnom broju uzoraka unutar zadanog intervala unutar sezone kumulativom, izraženim u postotku. Tako dobiveni kumulativi zatim se zbraju na način da, polazeći od najmanjeg, svaki slijedeći zbroj kumulativa obuhvaća i onaj koji mu je prethodio. Konačno, u četiri grafikona, jedan za svaki mjesec uzorkovanja, prikazane su kumulativne frekvencije 18 postaja.

Uz izradu kumulativnih frekvencija određeni su i minimalni te maksimalni indeksi kondicije za svaku od postaja unutar sezona, njihova srednja vrijednost, standardna devijacija te medijan.



## 4. Rezultati

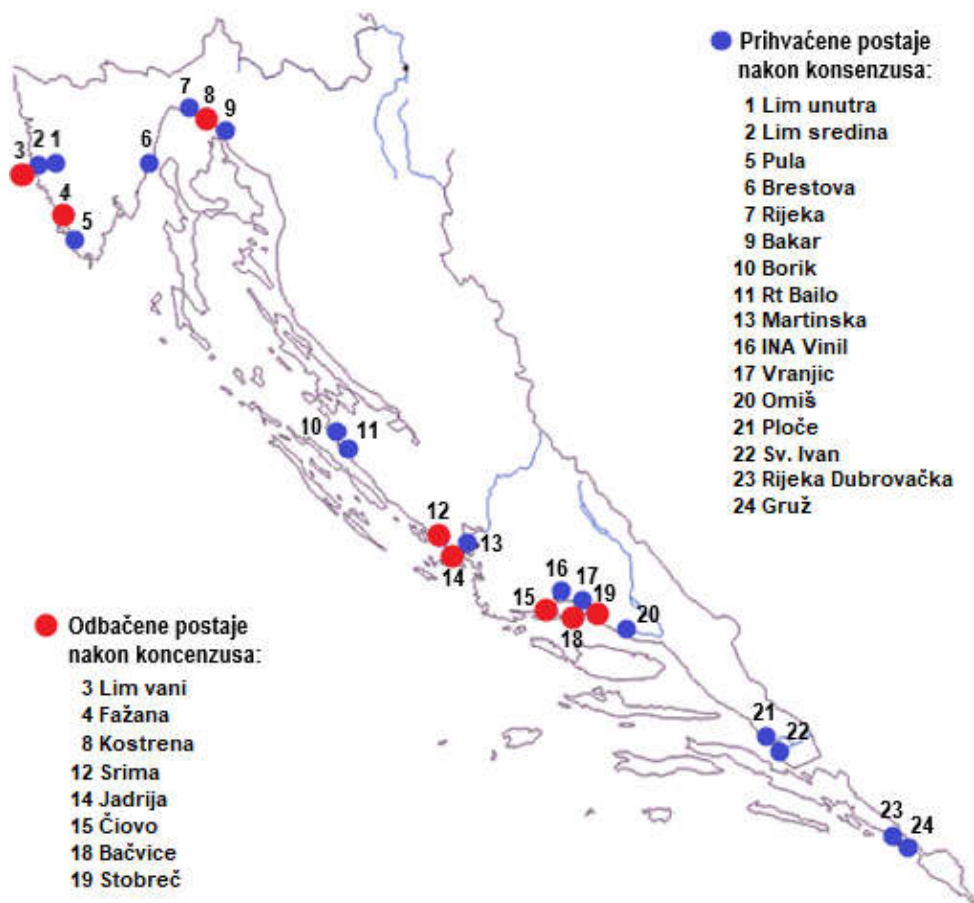
### 4.1. Sistematizacija podataka

Ukupan broj digitaliziranih podataka za izradu alometrijskih jednadžbi s 24 uzorkovane postaje ima podatke za 3422 jedinke (Tablica 2).

Tablica 2. Broj uzoraka prvog seta podataka za određivanje alometrijske jednadžbe po postajama i mjesecima

	III	VI	VIII	X	
LU	50	45	35	35	
LS	40	50	38	30	
LV	19	25	13	5	
FA	10	10	10	9	
PU	45	40	45	40	
BR	45	35	45	40	
RI	45	40	45	40	
KO	5	15	10	5	
BK	45	40	40	39	
BO	48	50	45	40	
BA	50	50	45	45	
SR	50	45	35	45	
MA	45	40	40	45	
JA	35	40	25	35	
ČI	0	20	10	0	
IN	44	39	49	50	
VR	40	35	50	47	
BČ	15	35	37	5	
ST	0	29	35	10	
OM	45	40	40	45	
PL	45	45	45	50	
SI	45	45	50	52	
RD	45	40	45	40	
GR	44	30	50	50	
Ukupno	855	883	882	802	3422

Usporedba postaja obzirom na duljinsko-masene odnose (alometrijske jednadžbe rasta) moguća je samo na temelju podataka za 960 jedinki i to 15 jedinki po sezoni po postaji za 16 postaja (Slika 8). Uspoređeni podaci odnose se na uzorkovanja u ožujku 2002, 2005. i 2010. godina, za one u lipnju 2000, 2002. i 2004. godina, za one u kolovozu 2002, 2003. i 2007. godina te za one u listopadu to su 2001, 2006. i 2008. godina.



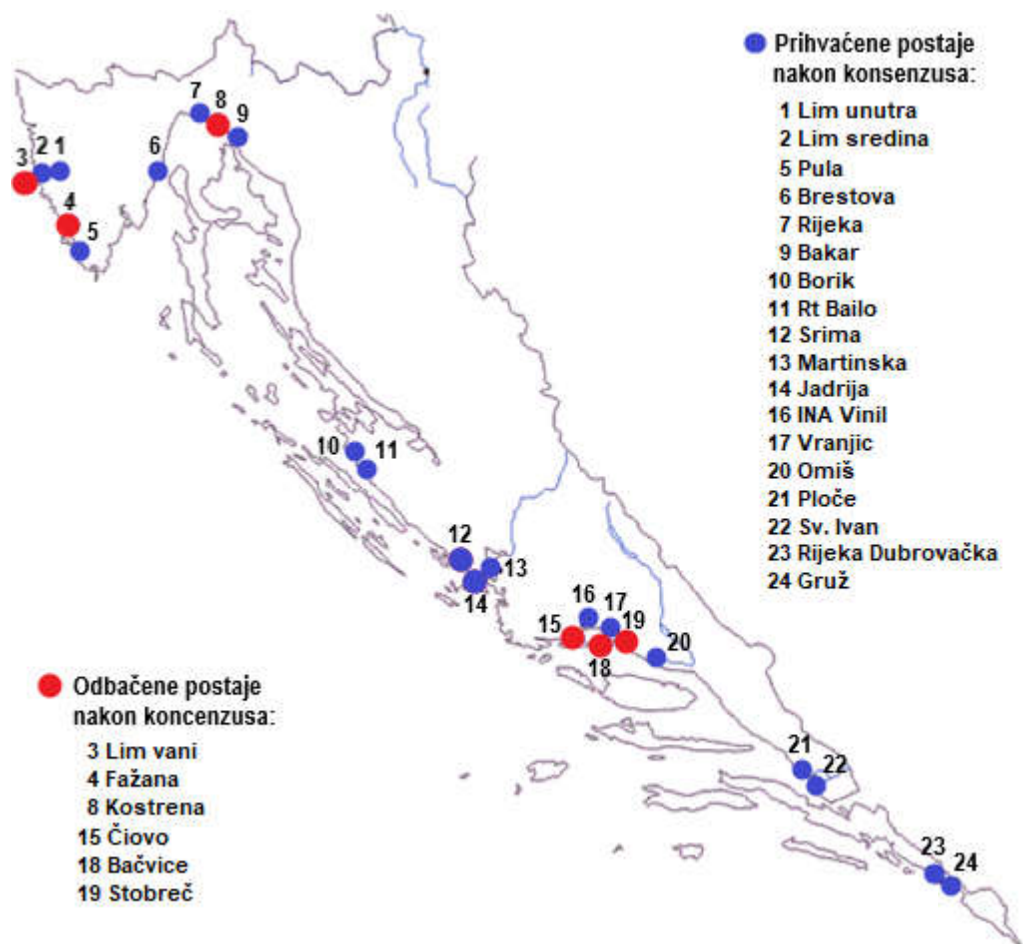
Slika 8. Prihvaćene i odbačene postaje prvog seta podataka za daljnju statističku analizu nakon izvedenog konsenzusa

Broj unešenih podataka iz drugog seta, koji podaci a izračun indeksa kondicije,odnosi se na 2298 jedinke (Tablica 3).

Tablica 3. Broj uzoraka drugog seta podataka za određivanje indeksa kondicije po postajama i mjesecima

	III	VI	VIII	X	
LU	40	30	15	30	
LS	30	35	20	25	
LV	14	20	10	5	
FA	10	10	5	9	
PU	40	25	15	30	
BR	40	25	15	30	
RI	40	25	15	30	
KO	5	14	5	5	
BK	40	25	15	29	
BO	38	45	20	20	
BA	40	45	20	25	
SR	40	35	15	25	
SI	35	40	25	25	
MA	35	35	20	25	
JA	25	35	15	20	
ČI	0	20	5	0	
VR	35	30	25	20	
ST	0	24	15	5	
BČ	10	30	24	0	
OM	35	35	20	20	
PL	35	40	20	25	
RD	35	35	25	20	
GR	34	30	25	25	
INA	34	34	24	25	
Ukupno	690	722	413	473	2298

Izradom konsenzusa za set podataka za određivanje indeksa kondicije odbačeno je 6 postaja (Slika 9).



Slika 9. Prihvaćene i odbačene postaje prvog seta podataka za daljnju statističku analizu nakon izvedenog konsenzusa

## 4.2. Alometrijska jednadžba

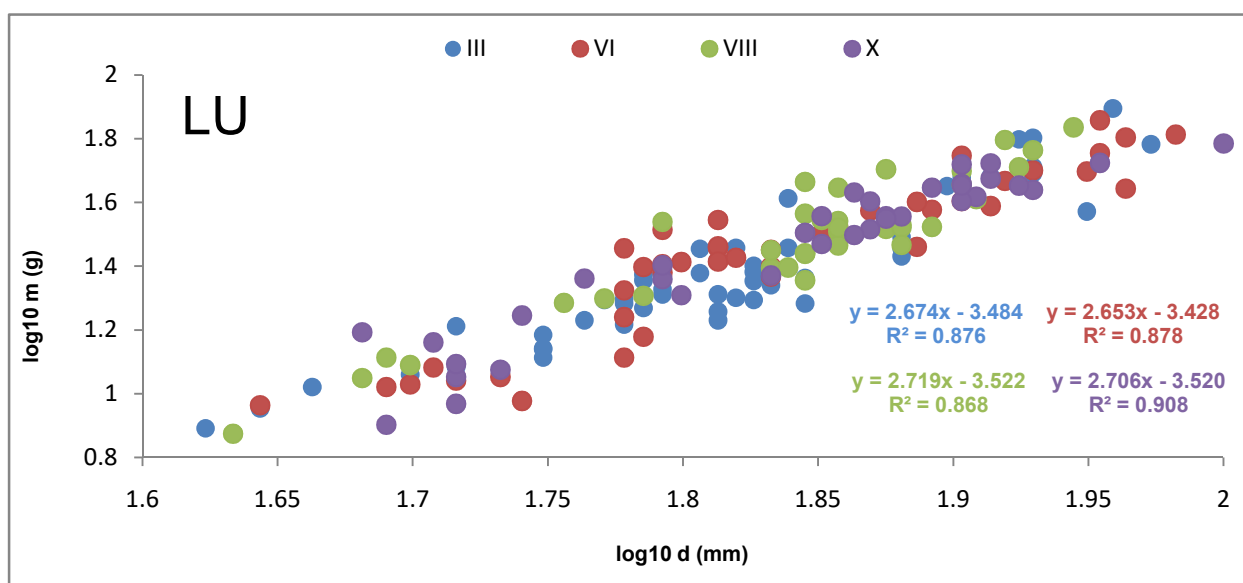
Alometrijske jednadžbe izražavaju se standardnim oblikom  $W=aL^b$  tako da  $W$  i  $L$  ostaju u prvobitnom obliku simbola dok se vrijednosti parametara  $a$  i  $b$  upisuju u jednadžbu.

Za postaju LU utvrđeni su podaci za 164 jedinice od kojih je najveći broj (50) iz mjeseca ožujka. Najniža srednja vrijednost duljine unutar sezona zabilježenajeza ožujak,u iznosu 66.6 mm, dok su one najviše zabilježene za svibanj i to 70.64 mm. Najveći veličinski raspon zabilježen je u lipnju u iznosu od 44 – 102 mm. Standardne devijancije kreću se od 12.08 za ožujak do 14.76 za lipanj (Tablica 4). Jedinke postaje LU negativnog su alometrijskog rasta u svim mjesecima uzorkovanja.

Tablica 4. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje LU. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	50	66.6 ± 12.08 (42 - 94)	$W=0.0003L^{2.674}$	0.876	- alometrija
VI	44	70.64 ± 14.76 (44 - 102)	$W=0.0004L^{2.653}$	0.878	- alometrija
VIII	35	70.06 ± 10.81 (43 - 88)	$W=0.0003L^{2.719}$	0.868	- alometrija
X	35	70.29 ± 13.05 (48-100)	$W=0.0003L^{2.707}$	0.908	-alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti,  $W$ ; ukupna masa jedinice,  $L$  ukupna duljina jedinice



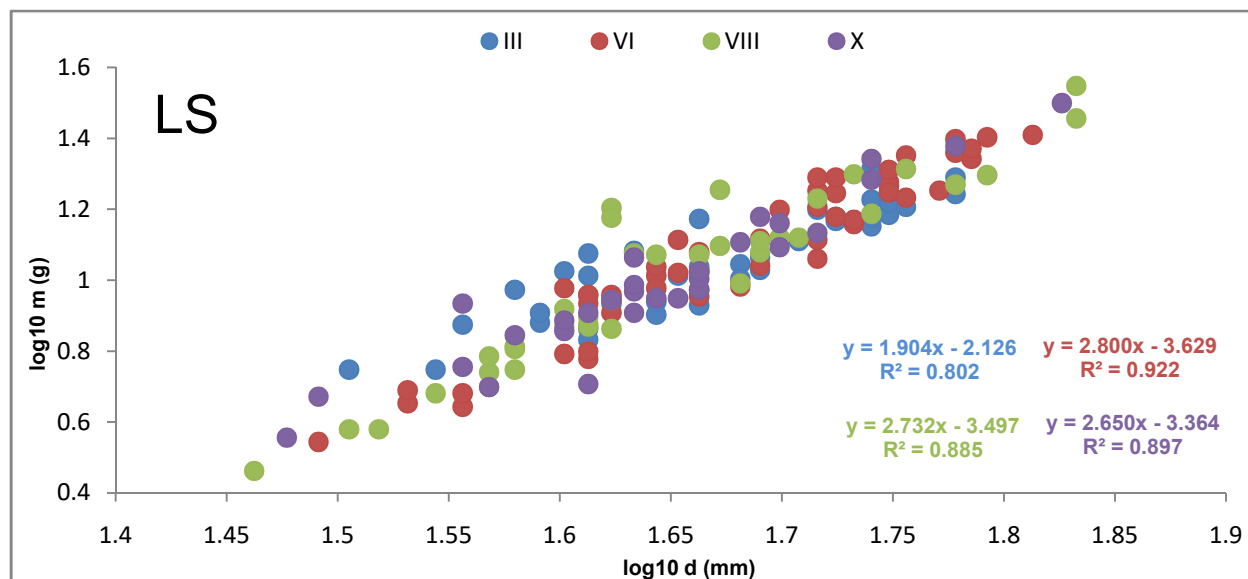
Slika 11. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje LS za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 5. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje LS. Iznosi duljina izraženi su u mm.

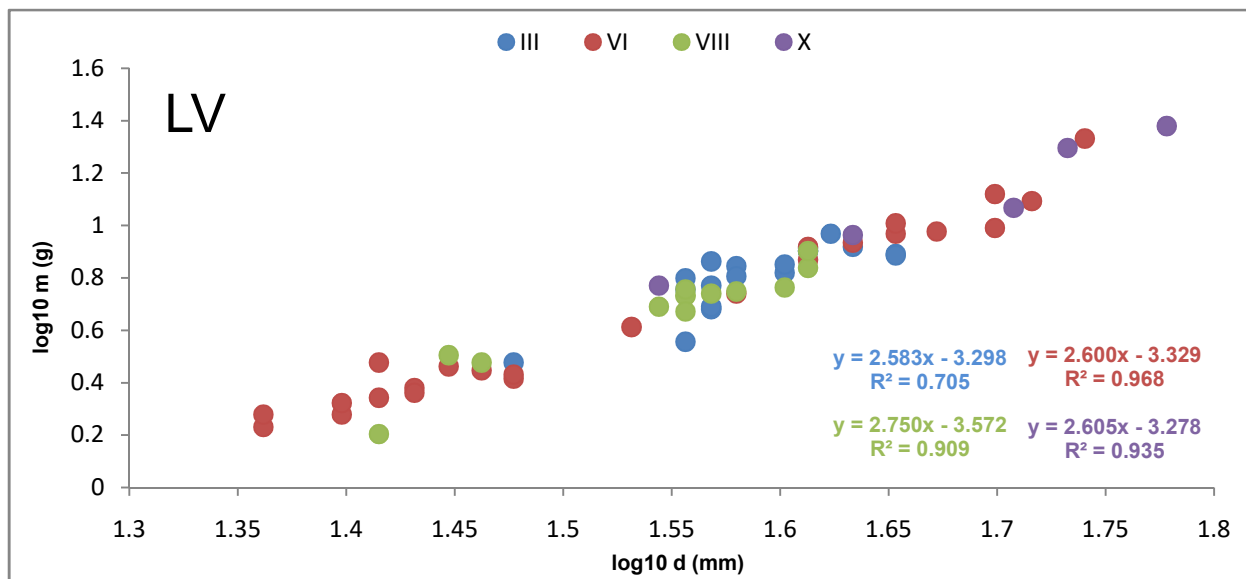
	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	40	46.98 ± 7.23 (32 - 60)	$W=0.0075L^{1.904}$	0.802	- alometrija
VI	50	48.76 ± 8.25 (31 - 65)	$W=0.0002L^{2.801}$	0.922	- alometrija
VIII	38	45.29 ± 9.30 (29 - 68)	$W=0.0003L^{2.732}$	0.885	- alometrija
X	29	44.72 ± 8.10 (30 - 67)	$W=0.0004L^{2.650}$	0.897	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

157 jedinki utvrđeno je na postaji LS s najvećim broj jedinki u mjesecu lipnju (50). Najniža srednja vrijednost duljine zabilježena je za kolovoz (45.29 mm), a ona najviša za lipanj (48.76 mm). Najveći veličinski raspon među mjesecima utvrđen je u kolovozu u rasponu od 29 do 68 mm. Jedinke postaje LS negativnog su alometrijskog rasta u svim mjesecima uzorkovanja.



Slika 11. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje LS za svaki mjesec uzorkovanja.



Slika 12. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje LV za svaki mjesec uzorkovanja.

Na postaji LV utvrđen je 61 jedinka od kojih je namanji broj jedinki u mjesecu lisopadu (5) dok je najveći broj jedinki u mjesecu lipnju (24). Najmanja srednja vrijednost duljine (35.31 mm) u mjesecu je kolovozu dok je ona najveća (48.60 mm) zabilježena u lisopadu. Najveći veličinski raspon jedinki onaj je u lipnju s vrijednostima dužine od 23 do 55 mm. Izračun alometrijskih jednadžbi ukazuju da su jedinke uzorkovane na postaji LV u svim mjesecima negativnog alometriskog rasta.

Tablica 6. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje LV. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	19	$38.95 \pm 3.63 (30 - 45)$	$W=0.0005L^{2.583}$	0.705	- alometrija
VI	24	$35.83 \pm 10.48 (23 - 55)$	$W=0.00047L^{2.600}$	0.968	- alometrija
VIII	13	$35.31 \pm 4.82 (26 - 41)$	$W=0.0003L^{2.751}$	0.909	- alometrija
X	5	$48.60 \pm 9.76 (35 - 60)$	$W=0.0005L^{2.605}$	0.935	- alometrija

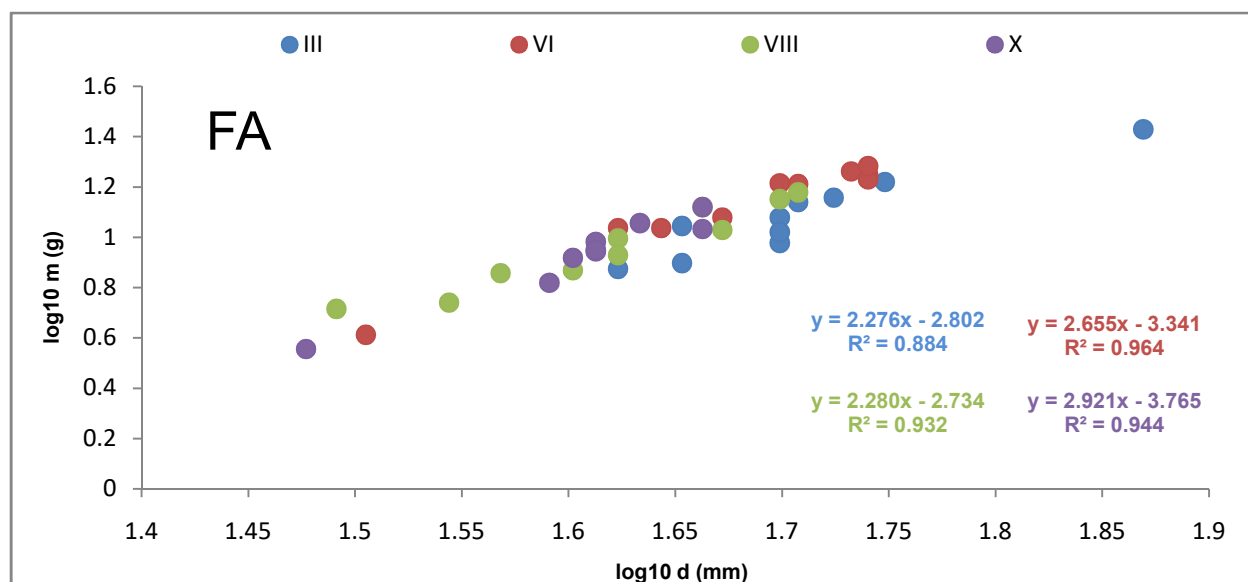
N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Tablica 7. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje FA. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	10	$51.6 \pm 8.88 (42 - 74)$	$W=0.001L^{2.276}$	0.884	- alometrija
VI	10	$48.50 \pm 7.47 (32 - 55)$	$W=0.0005L^{2.656}$	0.964	- alometrija
VIII	10	$42.10 \pm 6.54 (31 - 51)$	$W=0.002L^{2.281}$	0.932	- alometrija
X	5	$40.78 \pm 4.74 (30 - 46)$	$W=0.0002L^{2.922}$	0.944	izometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Za postaju FA utvrđeno je 35 jedinki, s 10 jedinki za prva tri mjeseca uzorkovanja te 5 za mjesec listopad. Najniža srednja vrijednost duljine unutar sezona zabilježenajeza listopad (40.78 mm),a najveća (51.6 mm) u mjesecu ožujku.Najveći veličinski raspon postaje FA izmjeren je u ožujku (42 – 74 mm). Najmanja standardna devijacija (4.74) u mjesecu kolovozu, dok je najveća (8.88) ona za ožujak.Dagnje s postaje FA uzorkovane u mjesecu kolovozu izometrijskog su rasta dok su jedinke preostala tri mjeseca uzorkovanja negativnog alometrijskog rasta.



Slika 13. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje FA za svaki mjesec uzorkovanja.

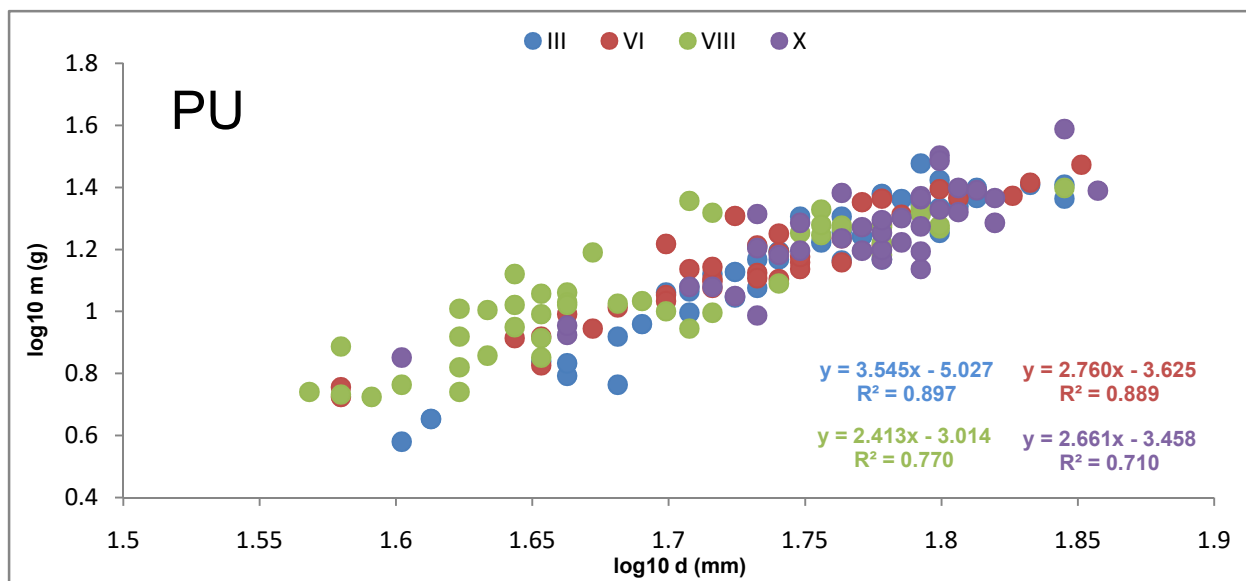


Postaja PU sadrži 164 jedinke, s 38 u lipnju i listopadu te 44 u ožujku i kolovozu. Najmanja srednja vrijednost duljine (49.86 mm) zabilježena je u kolovozu, a najveća u listopadu (58.97 mm). Od 37 do 72 mm najveći je veličinski raspon, a zabilježen je u listopadu što čini najveći veličinski raspon. Najmanja standardna devijacija (6.47) je u listopadu a najveća (8.32) izmjerena u kolovozu. Pozitivni alometrijski rast utvrđen je za jedinke uzorkovane u mjesecu ožujku dok su u ostalim mjesecima uzorkovanja dagnje pokazale negativan alometrijski rast.

Tablica 8. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje PU. Iznosi duljina izraženi su u mm.

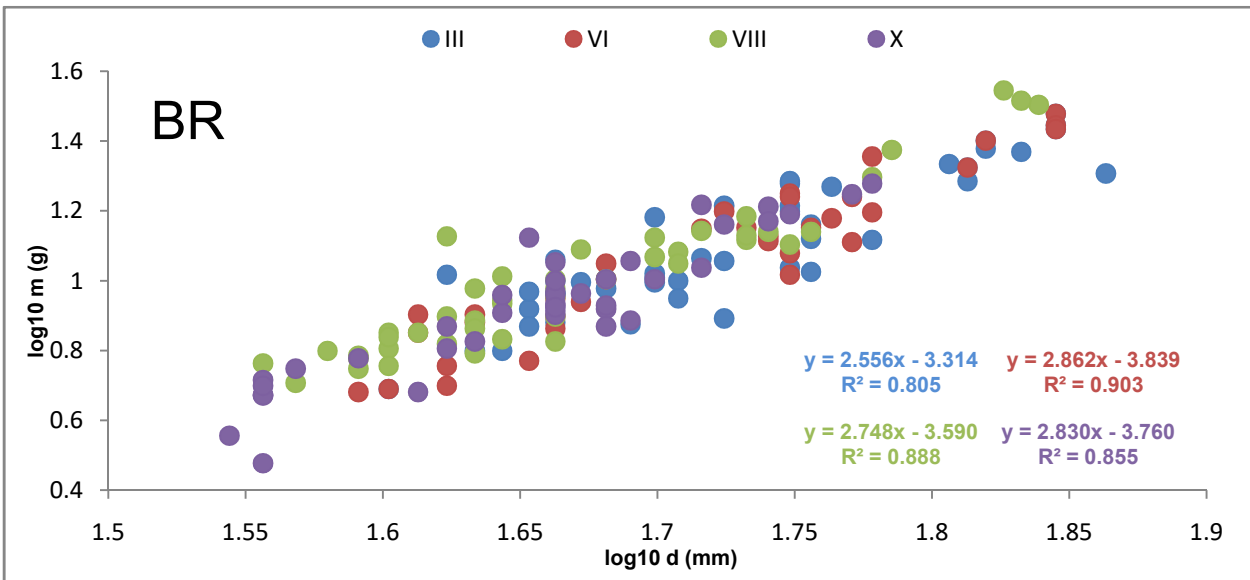
	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	44	$56.41 \pm 7.38 (40 - 70)$	$W=0.000009L^{3.545}$	0.897	+ alometrija
VI	38	$54.13 \pm 7.46 (38 - 71)$	$W=0.0002L^{2.760}$	0.889	- alometrija
VIII	44	$49.86 \pm 8.32 (37 - 70)$	$W=0.001L^{2.414}$	0.770	- alometrija
X	38	$58.97 \pm 6.47 (40 - 72)$	$W=0.0003L^{2.662}$	0.710	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke



Slika 13. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje PU za svaki mjesec uzorkovanja.

Slika 14. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje BR za svaki mjesec uzorkovanja.



165 jedinki sadržano je na postaji BR s najvećim brojem jedinki u mjesecima ožujku i kolovozu. Najniža srednja vrijednost duljine (45.88 mm) zabilježena je u kolovozu a najveća (54.16 mm) u ožujku. Najveći veličinski raspon zabilježen je u ožujku (40 – 73 mm) i kolovozu (36 – 69 mm). Standardne devijacije kreću se od najmanje (6.45) u listopadu do najveće (9.12) u lipnju. Jedinke postaje BR uzorkovane u mjesecu lipnju izometrijskog su rasta dok su ostale negativnog alometričnog rasta.

Tablica 9. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje BR. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	R <sup>2</sup>	Rast
III	45	54.16 ± 8.76 (40 - 73)	$W=0.0005L^{2.556}$	0.805	- alometrija
VI	35	52.69 ± 9.12 (39 - 70)	$W=0.0001L^{2.863}$	0.903	izometrija
VIII	45	47.49 ± 8.33 (36 - 69)	$W=0.0003L^{2.749}$	0.888	- alometrija
X	40	45.88 ± 6.45 (35 - 60)	$W=0.0002L^{2.831}$	0.855	- alometrija

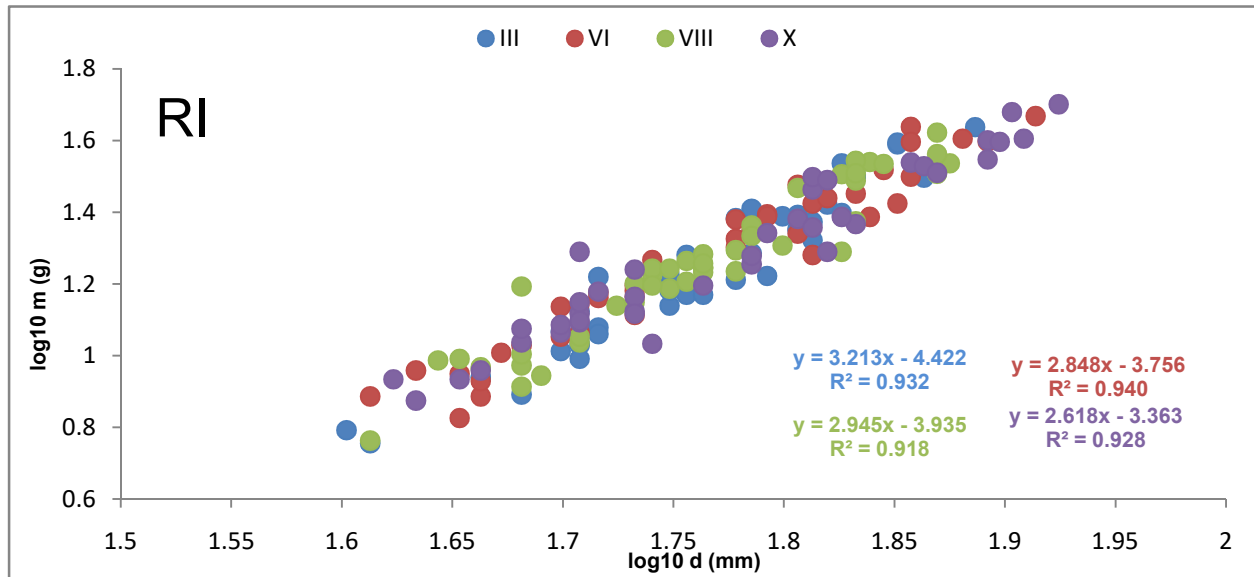
N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Tablica 10. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje RI. Iznosi dužina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	44	$58.66 \pm 8.51 (40 - 77)$	$W=0.00003L^{3.213}$	0.932	+ alometrija
VI	40	$58.93 \pm 10.63 (41 - 82)$	$W=0.0002L^{2.848}$	0.940	- alometrija
VIII	45	$58.18 \pm 9.03 (41 - 75)$	$W=0.0001L^{2.945}$	0.918	izometrija
X	40	$60.43 \pm 11.74 (42 - 84)$	$W=0.0004L^{2.618}$	0.855	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost dužina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost dužine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost dužine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna dužina jedinke

Postaja RI sadržava 169jedinke snajveći brojem jedinki u kolovozu (45). Najniža srednja vrijednost duljine (58.18 mm) u mjesecu je kolovozu, a najveća (60.43 mm) u listopadu. Najveći veličinski raspon onaj je u kolovozu (42 – 84 mm). Jedinske uzorkovane u ožujku pozitivnog su alometrijskog rasta, one uzorkovane u kolovozu izometrične su dok jedinke iz preostala dva mjeseca negativnog su alometrijskog rasta.



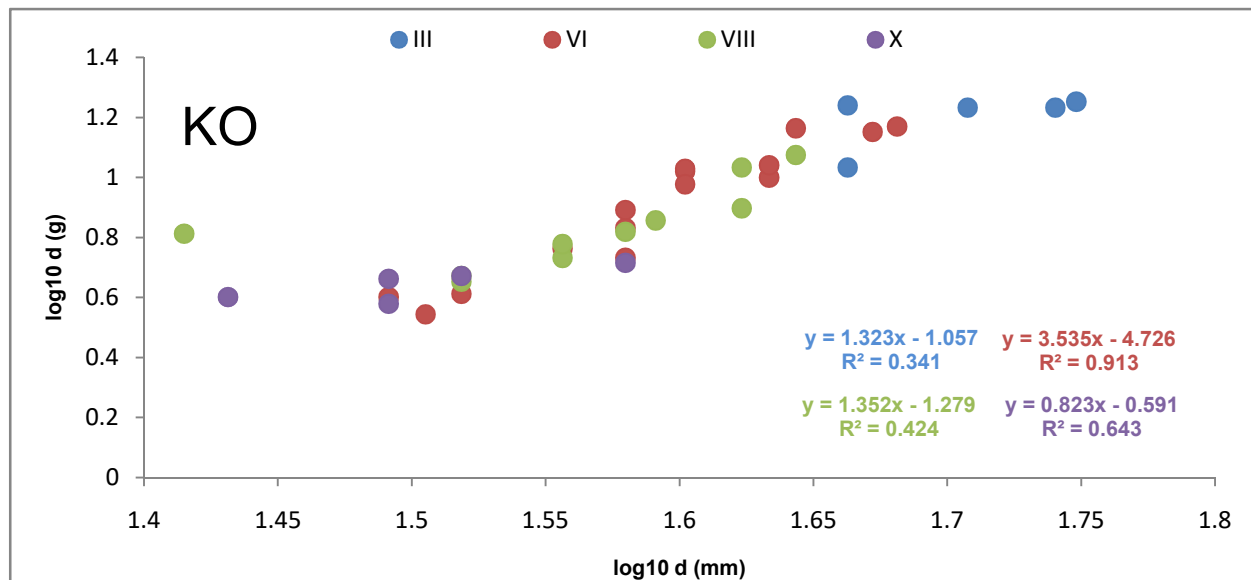
Slika 15. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje RI za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 11. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje KO. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD$ ( $d_{min} - d_{max}$ )	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	5	50.8 ± 4.76 (46 - 56)	$W=0.09L^{1.324}$	0.341	- alometrija
VI	15	39.4 ± 5.10 (31 - 48)	$W=0.00002L^{3.535}$	0.913	+ alometrija
VIII	10	36-90 ± 5.36 (26 - 44)	$W=0.05L^{1.352}$	0.424	- alometrija
X	5	32.00 ± 4.00 (27 - 38)	$W=0.2L^{0.824}$	0.643	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost dužina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost dužine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost dužine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna dužina jedinke

35 jedinki uzorkovano je na postaji KO. Najniža srednja vrijednost duljine (32.00 mm) izmjerena je u listopadu a najveća (50.8 mm) za ožujak. Od 26 do 44 mm najveći je veličinski raspon jadinki uzorkovanih u kolovozu. Standardne devijacije u rasponu su od 4.00 do 5.36 s najmanjom vrijednosti za listopad i najvećom za kolovoz. Jedinke uzorovane u ožujku, kolovozu i listopadu negativnog su alometrijskog rasta dok su one iz lipnja pozitivno alometrične.



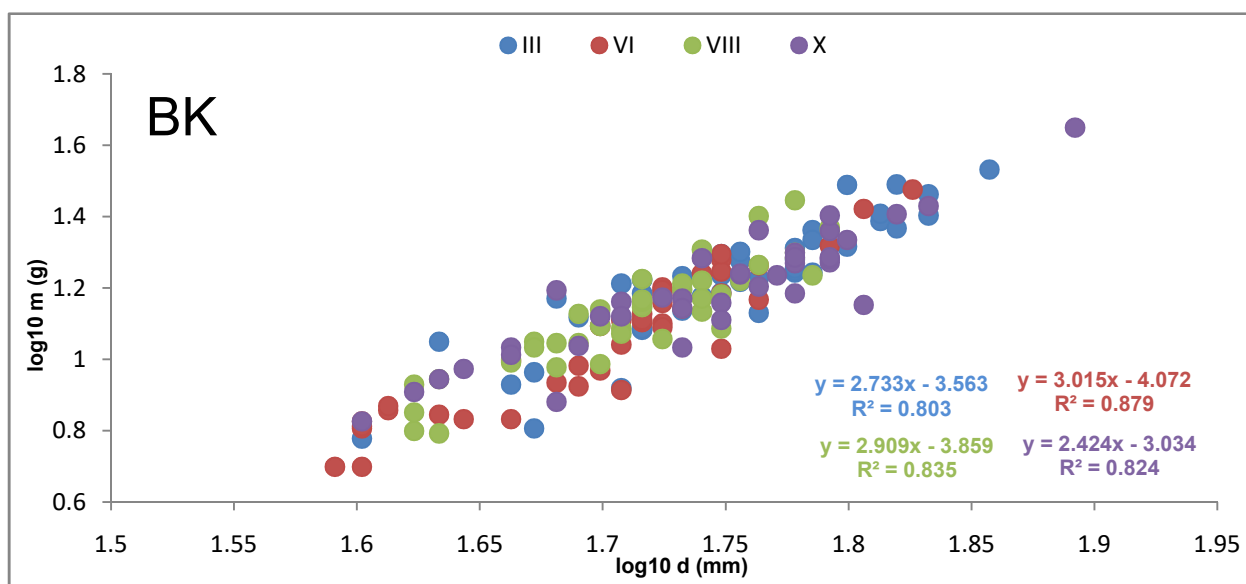
Slika 16. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje KO za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 12. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje BK. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	42	$56.67 \pm 7.13 (40 - 72)$	$W=0.0003L^{2.734}$	0.803	- alometrija
VI	40	$50.78 \pm 6.85 (39-67)$	$W=0.000008L^{3.015}$	0.879	izometrija
VIII	40	$52.08 \pm 5.76 (42 - 62)$	$W=0.0001L^{2.910}$	0.835	izometrija
X	38	$55.74 \pm 7.97 (40 - 78)$	$W=0.0009L^{2.424}$	0.824	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaja BK sadržava 160jedinke. Najmanja srednja vrijednost duljine (50.78 mm) unutar sezona zabilježena je za kolovoz, dok najveća srednja vrijednost iznosi 56.67 mm u mjesecu ožujku. Najveći veličinski raspon zabilježen je u listopadu u iznosu od 40 do 78 mm. Jedinke uzorkovane u ožujku i listopadu negativnog su alometrijskog rasta dok su one uzorkovane u lipnju i kolovozu izometrične.



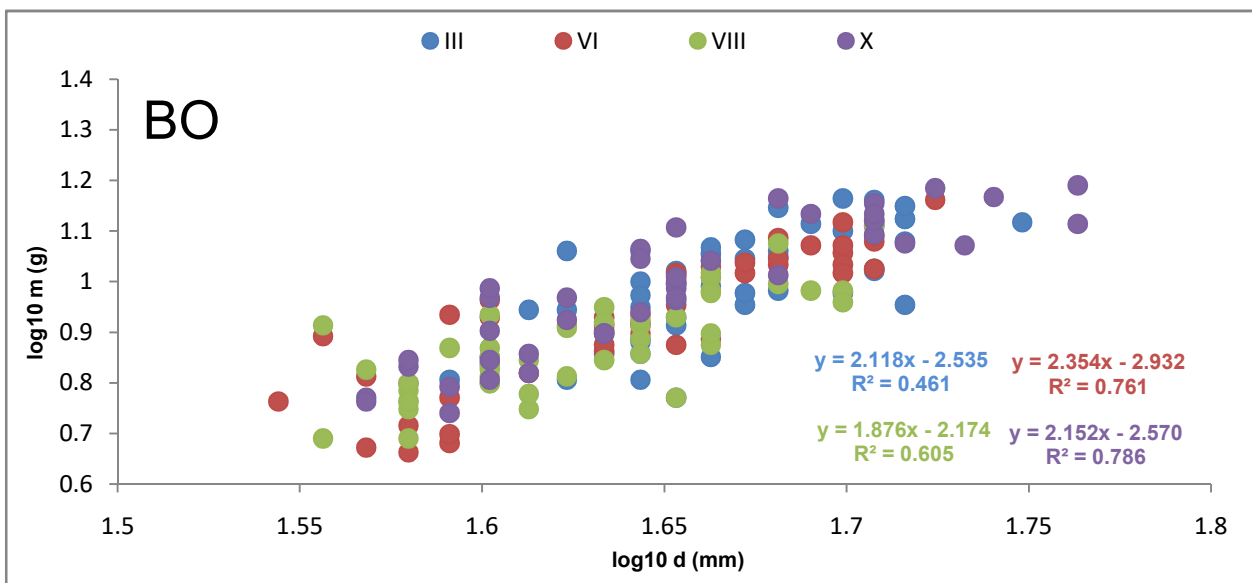
Slika 17. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje BK za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 13. Deskriptivna statistika i alometrijski parametri postaje BO. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	47	$46.57 \pm 3.64 (39 - 56)$	$W=0.0029L^{2.118}$	0.461	- alometrija
VI	48	$44.25 \pm 4.78 (35 - 53)$	$W=0.0012L^{2.354}$	0.761	- alometrija
VIII	45	$42.49 \pm 3.96 (36 - 51)$	$W=0.0067L^{1.876}$	0.605	- alometrija
X	40	$45.18 \pm 5.76 (37 - 58)$	$W=0.0027L^{2.152}$	0.786	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaja BO sadrži 180jedinke. Najveća srednja vrijednost duljine unutar sezona zabilježenajeza ožujak u iznosu 46.57 mm, dok su one najmanje zabilježene za kolovoz (42.49 mm). Najveći veličinski raspon zabilježen je u kolovozu u iznosu od 37do58 mm. Standardne devijacije u rasponu su od 3.64 (ožujak) do 5.76 (listopad). Alometrijske jednadžbe ukazuju da su jedinske postaje BO negativno alometrične u svim mjesecima uzorkovanja.



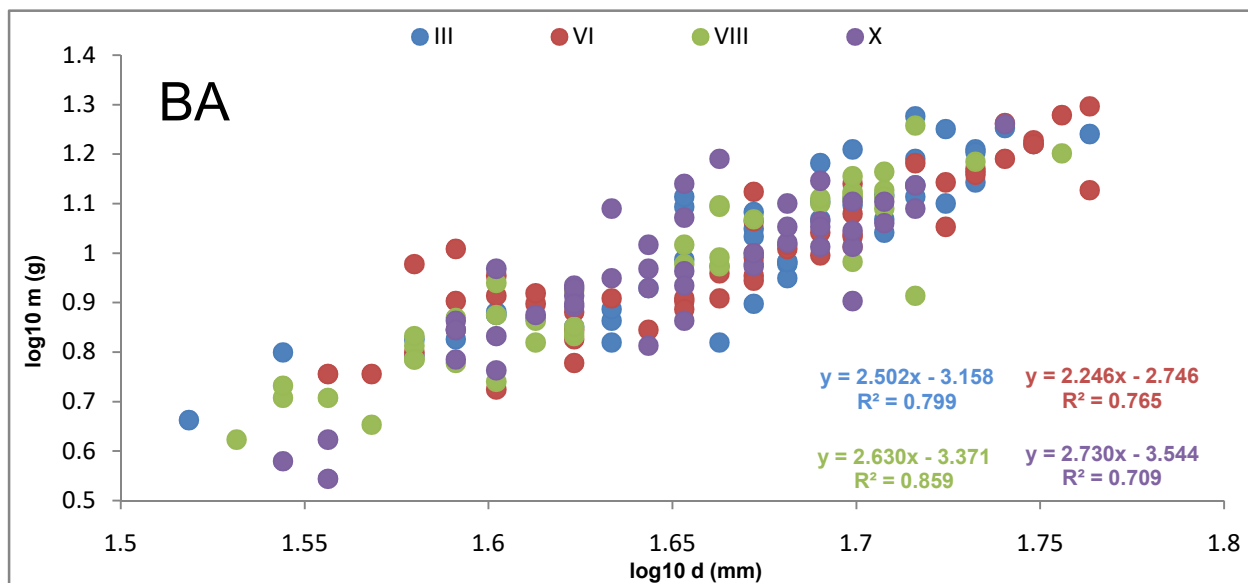
Slika 18. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje BO za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 14. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje BA. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	50	47.48 ± 5.60 (33 - 58)	$W=0.0007L^{2.502}$	0.799	- alometrija
VI	50	46.74 ± 6.08 (36 - 58)	$W=0.002L^{2.247}$	0.765	- alometrija
VIII	43	44.53 ± 6.03 (34 - 57)	$W=0.0004L^{2.630}$	0.859	- alometrija
X	45	44.96 ± 4.74 (35 - 55)	$W=0.0003L^{2.731}$	0.709	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaja BA sadrži 188 jedinki s najvećim brojem jedinki (50) za ožujak i lipanj. Najmanja srednja vrijednost dužine unutar sezona zabilježena je za kolovoz iznosa 44.53 mm, dok je ona najveća (47.48 mm) u ožujku. Najveći veličinski raspon zabilježen je u ožujku u iznosu od 33 do 58 mm. Jedinke postaje BA u svim mjesecima negativno su alometrične.



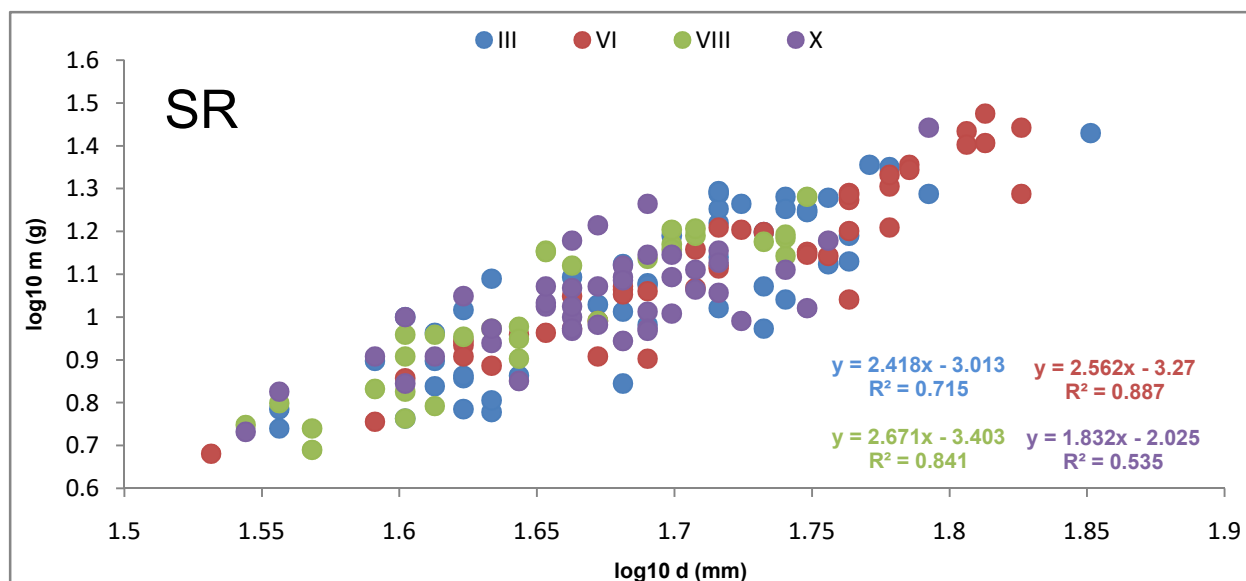
Slika 19. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje BA za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 15. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje SR. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	R <sup>2</sup>	Rast
III	49	49.53 ± 7.43 (36 - 71)	$W=0.001L^{2.418}$	0.715	- alometrija
VI	44	52.66 ± 8.32 (34 - 67)	$W=0.0005L^{2.562}$	0.887	- alometrija
VIII	31	45.23 ± 6.22 (35 - 56)	$W=0.0004L^{2.671}$	0.841	- alometrija
X	44	47.34 ± 5.30 (35 - 62)	$W=0.0094L^{1.832}$	0.535	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaja SR sadržava 168 jedinki s najvećim brojem jedinki (49) u mjesecu ožujku. Najmanja srednja vrijednost dužine (45.23 mm) unutar sezona zabilježenajezakolovoz,a najviša(52.66 mm) zabilježena za lipanj. Najveći veličinski raspon zabilježen je u ožujku u iznosu od36 do71 mm. Najveća standardna devijacija (8.32) ona je iz lipnja dok je najmanja (5.30) ona iz listopada. Jedinke iz svih mjeseci uzoraka negativno su alometrične.



Slika 20. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje SR za svaki mjesec uzorkovanja.

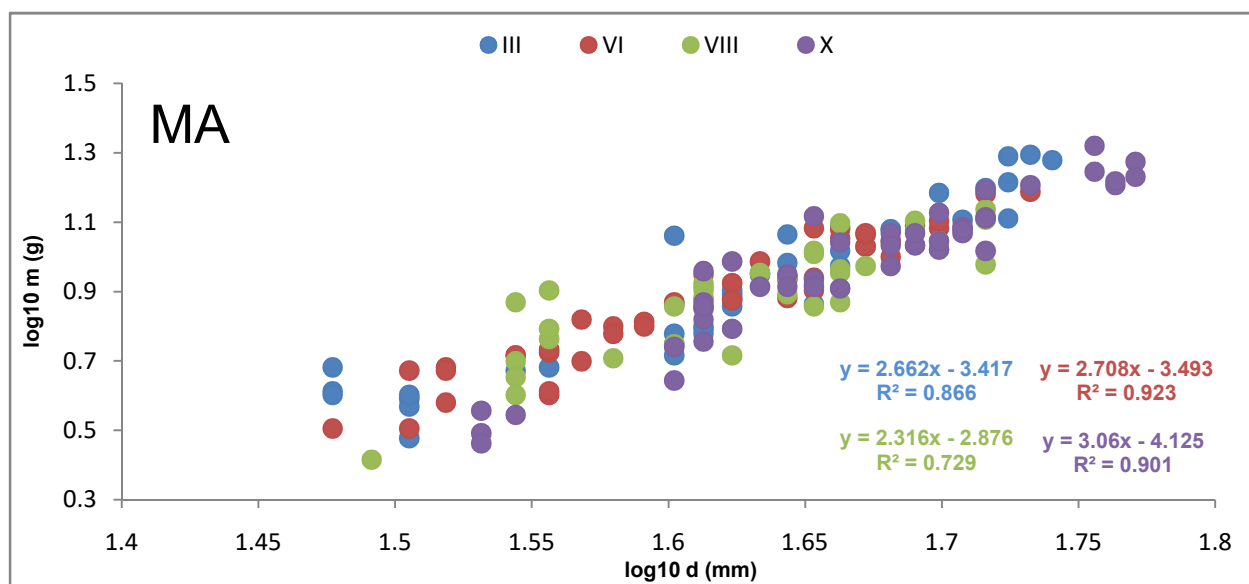


Tablica 16. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje MA. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	44	42.95 ± 7.00 (30 - 55)	$W=0.0004L^{2.662}$	0.866	- alometrija
VI	40	41.25 ± 6.30 (30 - 54)	$W=0.0003L^{2.709}$	0.923	- alometrija
VIII	37	42.59 ± 5.39 (31 - 52)	$W=0.0013L^{2.316}$	0.729	- alometrija
X	45	46.87 ± 6.79 (34 - 59)	$W=0.00007L^{3.060}$	0.901	izometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaju MA sadrži 166 jedinki. Najmanja srednja vrijednost duljine (41.25 mm) unutar sezona zabilježena je za lipanj, dok je ona najveća (46.87 mm) zabilježena za listopad. Jedinke iz mjeseca ožujka i listopad najvećeg su veličinskog rasponu iznosima od 30 do 55 mm i od 34 do 59 mm. Standardne devijacije u rasponu su od 5.39 (kolovoz) do 6.79 (listopad). Sve jedinke negativno su alometrične osim jedinki uzorkovanih u listopadu koje su izometričnog rasta.



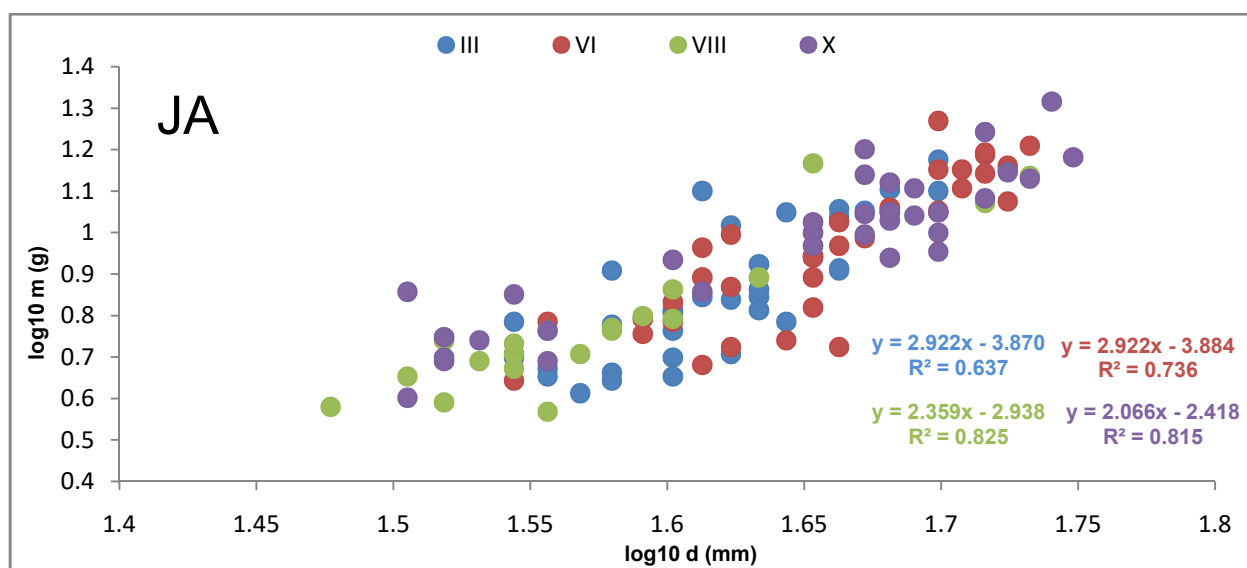
Slika 21. Dužinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje MA za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 17. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje JA. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	35	41.69 ± 4.23 (35 - 50)	$W=0.0001L^{2.922}$	0.637	izometrija
VI	36	45.94 ± 5.25 (35 - 54)	$W=0.0001L^{2.923}$	0.736	izometrija
VIII	20	38.25 ± 6.22 (30 - 54)	$W=0.0012L^{2.359}$	0.825	- alometrija
X	34	44.65 ± 7.43 (32 - 56)	$W=0.0038L^{2.066}$	0.815	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaja JA sadrži 125 uzorka. Najmanja srednja vrijednost duljine (38.25 mm) unutar sezona zabilježen je za kolovoz, a najveća (45.94 mm) za lipanj. Najveći veličinski rasponis u od 30 do 54 mm (kolovoz) i od 32 do 56 mm (listopad). Najmanja standardna devijacija (4.23) ona je iz mjeseca ožujka a najveća (7.43) iz listopada. Jedinke uzorkovane u ožujku i lipnju izometričnog su rasta dok su preostale jedinke uzorkovane u kolovozu i listopadu negativno alometrične.



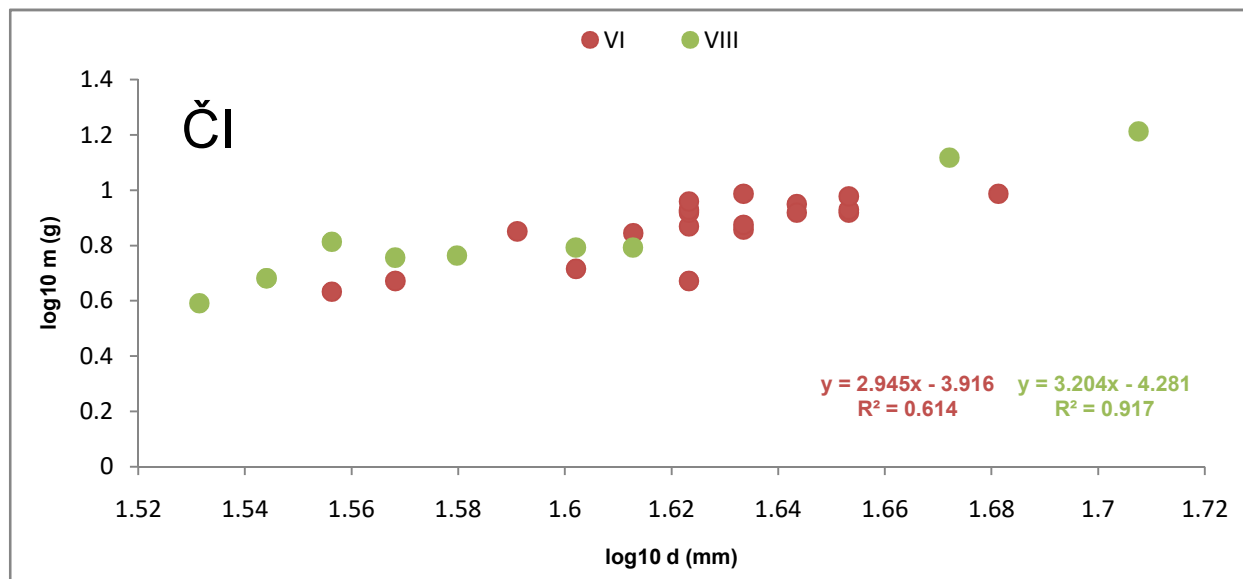
Slika 22. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje JA za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 18. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje ČI. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
VI	20	$42.25 \pm 2.79 (36 - 48)$	$W=0.0001L^{2.946}$	0.614	izometrija
VIII	10	$39.40 \pm 5.60 (34 - 51)$	$W=0.0012L^{3.204}$	0.917	+ alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaja ČI najmanje je brojna postaja s ukupno 30 jedinke sakupljenih u lipnju i kolovozu. Manja srednja vrijednost duljine (39.40 mm) zabilježena je u kolovozu, dok ona veća (42.25 mm) u lipnju. Alometrijske jednadžbe ukazuju da su jedinke uzorkovane u lipnju izometričnog rasta a one uzorkovane u kolovozu pozitivno alometrične.



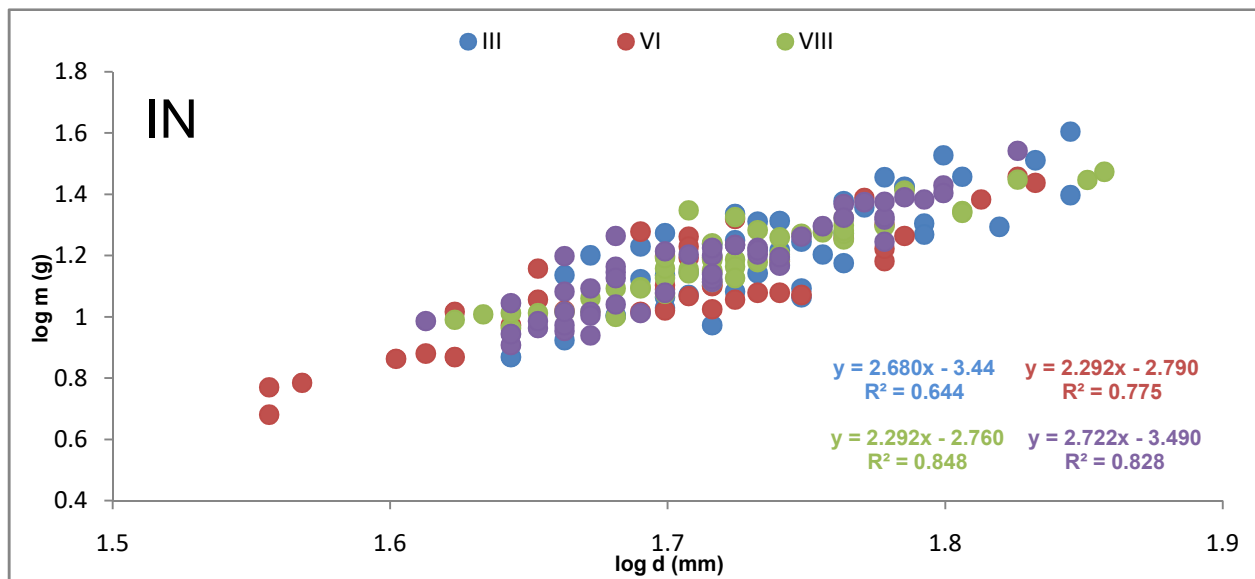
Slika 23. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje ČI za mjesec lipanj i kolovoz.

Tablica 19. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje IN. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	44	$55.34 \pm 6.48 (44 - 70)$	$W=0.00036L^{2.681}$	0.644	- alometrija
VI	39	$51.18 \pm 8.05 (36 - 68)$	$W=0.0016L^{2.292}$	0.775	- alometrija
VIII	49	$53.39 \pm 6.61 (42 - 72)$	$W=0.0017L^{2.293}$	0.848	- alometrija
X	50	$52.06 \pm 6.21 (41 - 67)$	$W=0.0003L^{2.722}$	0.828	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaja IN sadrži 182 jedinke. Njih najviše uzorkovano je u mjesecu listopadu (50). Najmanja srednja vrijednost duljine (51.18 mm) unutar sezona zabilježenaje zalipan j, dok je najveća (55.34 mm) zabilježena u ožujku. Najveći veličinski raspon zabilježen je u kolovozu u iznosu od 42 do 72 mm. Alometrijske jednadžbe ukazuju da su jedinske uzorkovane u svim mjesecima na postaji IN negativno alometrične.



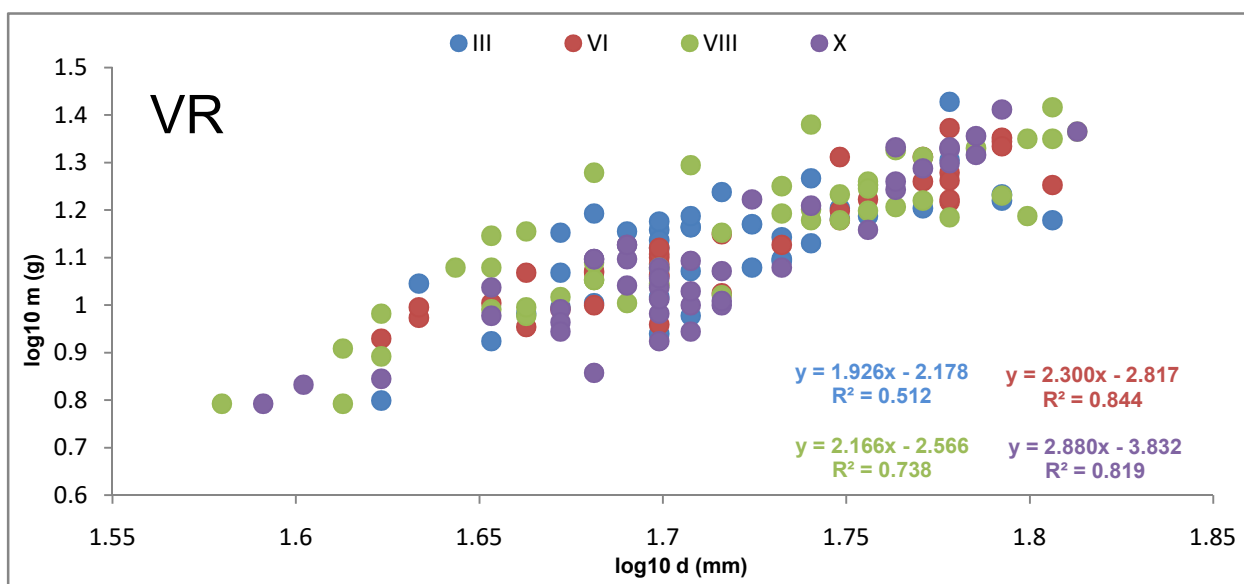
Slika 24. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje IN za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 20. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje VR. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	39	$52.13 \pm 5.19 (42 - 64)$	$W=0.0066L^{1.926}$	0.512	- alometrija
VI	35	$53.06 \pm 6.38 (42 - 64)$	$W=0.0015L^{2.300}$	0.844	- alometrija
VIII	48	$52.50 \pm 7.09 (38 - 65)$	$W=0.0027L^{2.166}$	0.738	- alometrija
X	44	$52.11 \pm 6.06 (39 - 65)$	$W=0.0001L^{2.880}$	0.819	izometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

166 jedinki sadržava postaja VR s najvećim broj jedinki (48) iz mjeseca kolovoza. Uzorkovanja u kolovozu imaju najveći veličinski raspon na postaji VR u rasponu od 38 do 65 mm. Najniža srednja vrijednost duljine (52.11 mm) unutar sezona zabilježenaje zalistopad, dok je ona najveća (53.06 mm) zabilježenau lipnju. Standardne devijacije kreću se između 5.19 (ožujak) i 7.09 (kolovoz). Jedinke uzorkovane u ožujku, lipnju i kolovozu negativno su alometrične, a one iz listopada izometričnog su rasta.



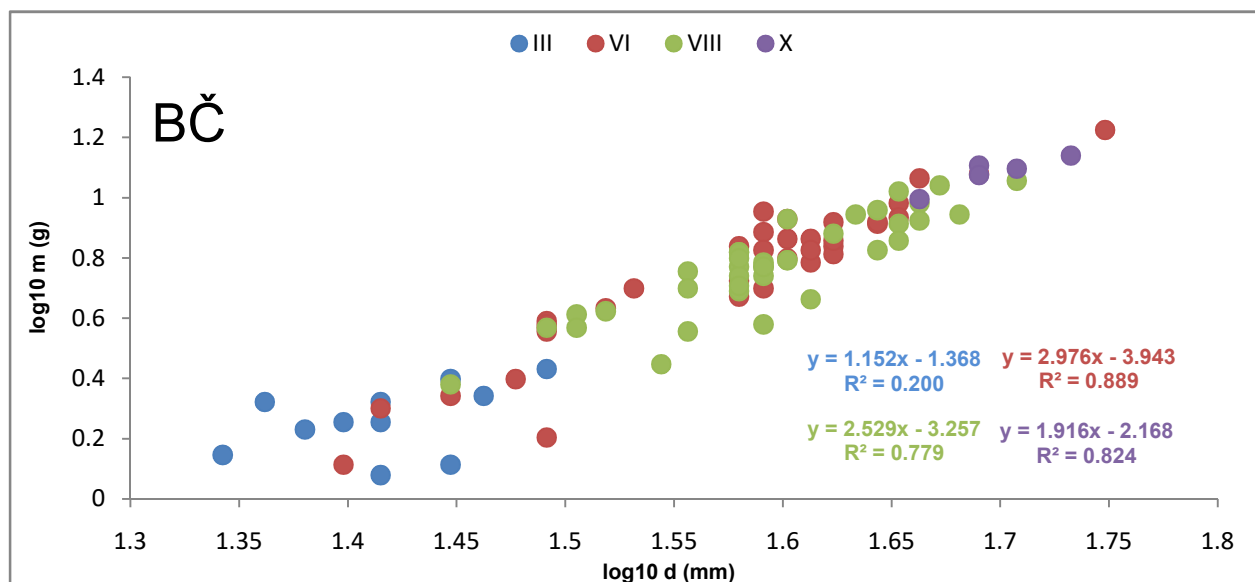
Slika 25. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje VR za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 21. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje BČ. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	11	$26.18 \pm 2.68 (22 - 31)$	$W=0.0428L^{1.153}$	0.200	- alometrija
VI	35	$38.31 \pm 6.74 (25 - 56)$	$W=0.0001L^{2.976}$	0.889	izometrija
VIII	37	$39.65 \pm 5.08 (28 - 51)$	$W=0.0006L^{2.530}$	0.779	- alometrija
X	5	$49.80 \pm 2.95 (46 - 54)$	$W=0.0068L^{1.916}$	0.824	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaja BČ sadržava 88 jedinki s kolovozom kao najbrojnijim mjesecom uzorkovanja (37). Najmanja srednja vrijednost duljine unutar sezona zabilježenajeza ožujak (26.18 mm),a najveća(49.80 mm) za kolovoz (49.80 mm). Najveći veličinski raspon zabilježen je u kolovozu u iznosu od 28do51 mm. Standardne devijacije u rasponu su od 2.68 (ožujak) do 6.74 (lipanj). Jedinke uzorkovane u lipnju izometričnog su rasta dok su jedinke iz ostala tri uzorkovanja negativno alometrične.



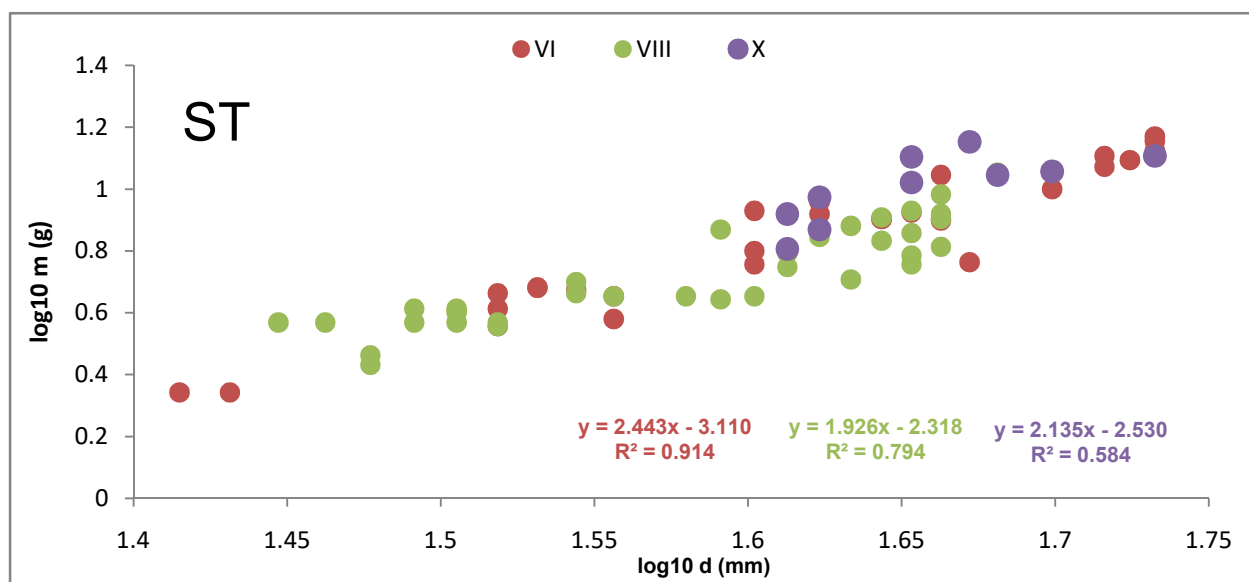
Slika 26. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje BČ za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 22. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje ST. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD$ ( $d_{min} - d_{max}$ )	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
VI	29	42.00 ± 8.22 (26 - 54)	$W=0.0008L^{2.443}$	0.814	- alometrija
VIII	35	38.71 ± 6.18 (28 - 48)	$W=0.005L^{1.927}$	0.784	- alometrija
X	10	45.50 ± 4.30 (41 - 54)	$W=0.003L^{2.135}$	0.684	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaja ST sadržava 74 jedinke iz tri mjeseca uzorkovanja, odnosno uzorkovanja u ožujku nisu provedena. Najniža srednja vrijednost duljine (38.71 mm) unutar tri sezona zabilježenajezakolovoz,dok je ona najveća zabilježena za kolovoz i iznosi45.50 mm. Najveći veličinski raspon (26 – 54 mm) jedinki zabilježen je za lipanju, Standardna devijacija najmanja je (4.30) za izračun uzorkovanja iz listopada dok je najveći iznos (8.22) onaj iz lipnja. Alometrijske jednadžbe ukazuju da su jedinke iz sva tri uzorkovana mjeseca negativno alometrične.



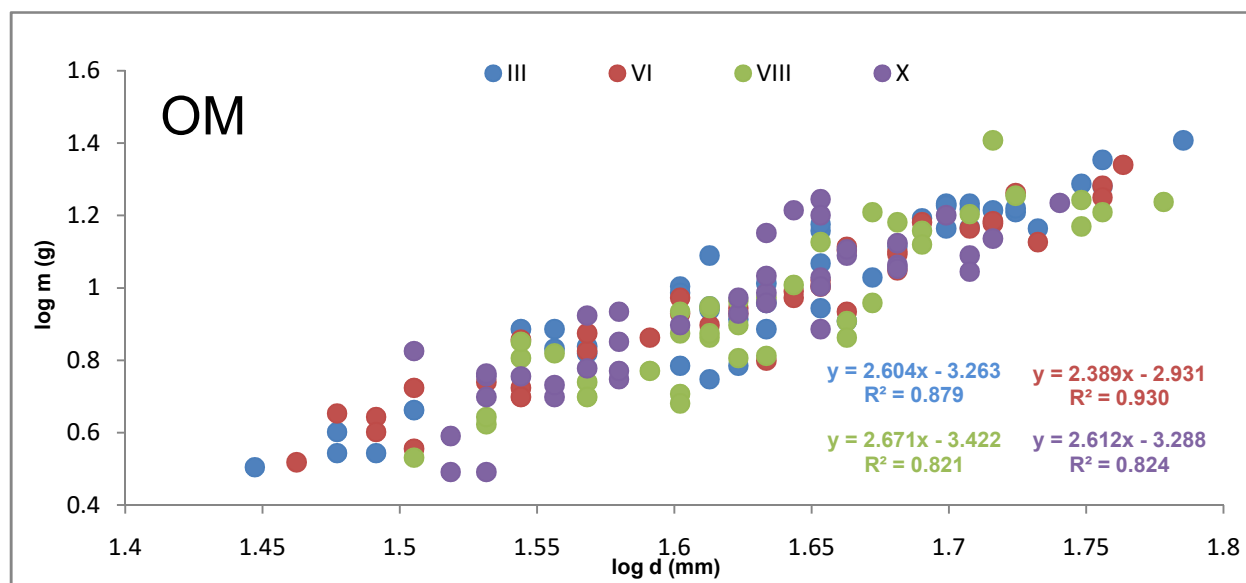
Slika 27. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje ST za mjesece lipanj, kolovoz i listopad.

Tablica 23. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje OM. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	44	44.20 ± 8.03 (28 - 61)	$W=0.0005L^{2.605}$	0.879	- alometrija
VI	40	43.43 ± 8.67 (29 - 64)	$W=0.0012L^{2.389}$	0.930	- alometrija
VIII	40	44.75 ± 8.20 (32 - 65)	$W=0.0004L^{2.672}$	0.821	- alometrija
X	44	43.64 ± 8.47 (32 - 68)	$W=0.0005L^{2.613}$	0.824	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

168 uzorka čini postaju OM. Najmanja srednja vrijednost duljine unutar sezona zabilježena je u lipnju i iznosi 43.43 mm, a najveća ona u mjesecu kolovozu (44.75 mm). Najveći veličinski raspon (32 - 68 mm) onaj je zabilježen za kolovoz. Negativan alometrijski rast jedinki zabilježen je u svim mjesecima uzorkovanja na postaji OM.



Slika 28. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje OM za svaki mjesec uzorkovanja.

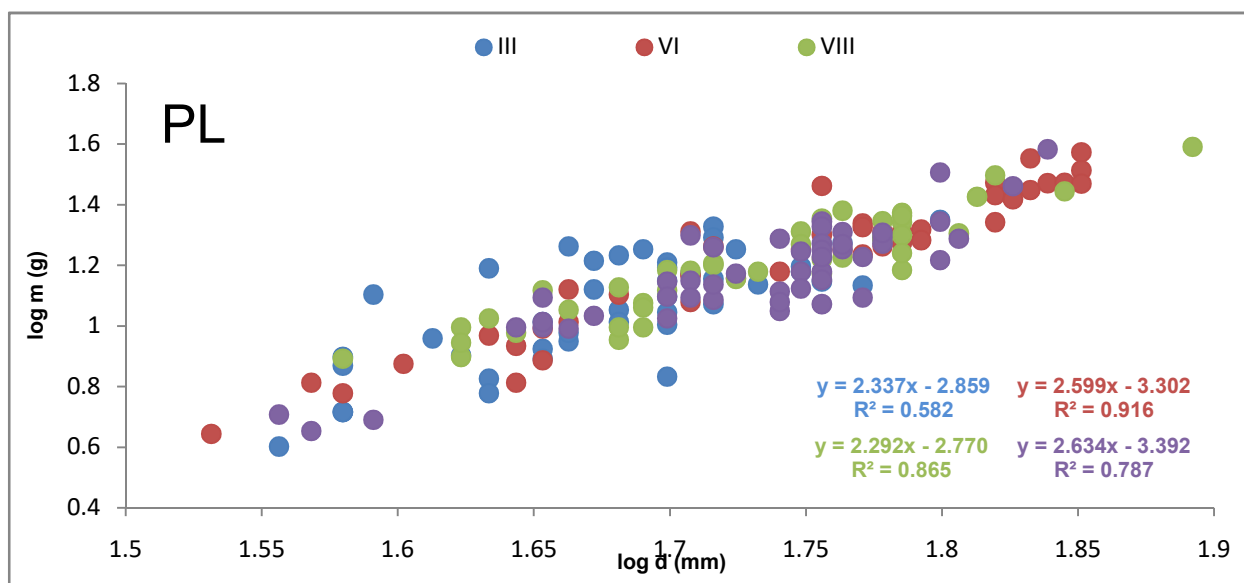


Tablica 24. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje PL. Iznosi duljina izraženi su u mm.

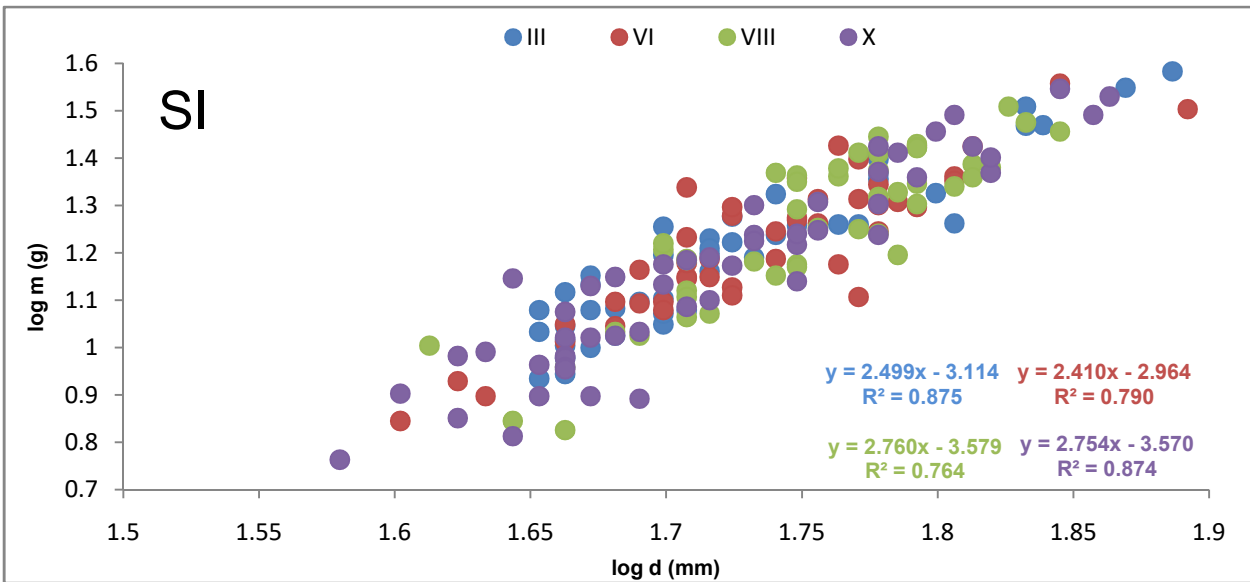
	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	45	48.53 ± 6.60 (36 - 63)	$W=0.0014L^{2.338}$	0.582	- alometrija
VI	44	56.09 ± 10.39 (34 - 71)	$W=0.0005L^{2.599}$	0.916	- alometrija
VIII	44	54.61 ± 8.36 (38 - 78)	$W=0.0017L^{2.293}$	0.865	- alometrija
X	49	54.31 ± 7.14 (36 - 69)	$W=0.0004L^{2.635}$	0.787	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaja PL sadržava 182 jedinke s najvećim brojem jedinki (49) uzorkovanih u listopadu. Najniža srednja vrijednost duljine (48.53 mm) unutar sezona zabilježena je za ožujak, dok je ona najvišau lipnju i iznosi 56.09 mm. Najveći veličinski raspon (38 – 78 mm) onaj je iz kolovoza. Alometrijske jednadžbe ukazuju da su jedinske postaje PL negativno alometrične u svim mjesecima uzorkovanja



Slika 29. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje PL za svaki mjesec uzorkovanja.



Slika 30. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje SI za svaki mjesec uzorkovanja.

Postaja SI sadrži 187 jedinke. Najniža srednja vrijednost duljine unutar sezona zabilježena je u listopadu iznosa 52.92 mm, dok je ona najviša zabilježena za kolovoz (56.80 mm). 40 mm do 78 mm najveći je veličinski raspon postaje SI. Najveći iznos standardne devijacije 8.59 onaj je u kolovozu a najmanji 6.66 u lipnju. Jedinke svih uzorkovanih mjeseci negativnog su alometrijskog rasta u svim mjesecima uzorkovanja.

Tablica 25. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje SI. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	45	$53.76 \pm 8.18 (45 - 77)$	$W=0.0008L^{2.500}$	0.875	- alometrija
VI	45	$54.96 \pm 7.29 (40 - 78)$	$W=0.0011L^{2.411}$	0.790	- alometrija
VIII	46	$56.80 \pm 6.66 (41 - 70)$	$W=0.0003L^{2.760}$	0.764	- alometrija

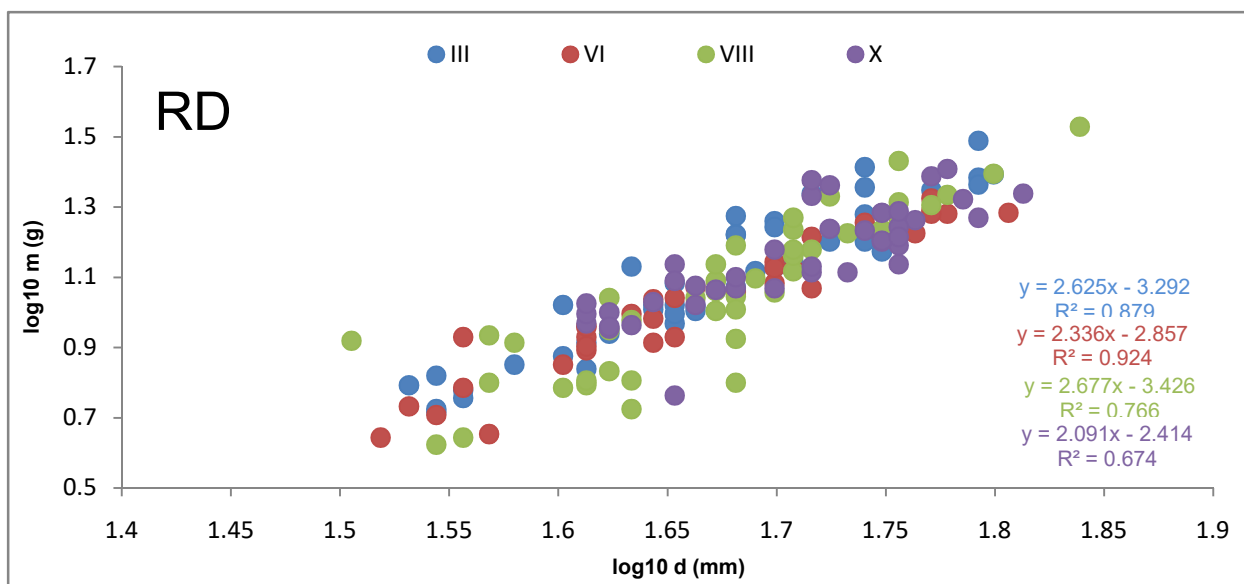
N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinice, L ukupna duljina jedinice

Tablica 26. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje RD. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	45	47.56 ± 7.88 (34 - 63)	$W=0.0005L^{2.626}$	0.879	- alometrija
VI	40	47.73 ± 8.26 (33 - 64)	$W=0.0014L^{2.336}$	0.924	- alometrija
VIII	44	47.68 ± 7.89 (32 - 69)	$W=0.00037L^{2.678}$	0.766	- alometrija
X	40	51.18 ± 6.70 (41 - 65)	$W=0.00038L^{2.092}$	0.674	- alometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

169 jedinki prikupljeno je na postaji RD. Najveća srednja vrijednost duljine (51.18 mm) jedinke u mjesecu je listopadu dok najniža srednja vrijednost iznosi 47.56 u mjesecu ožujku. Od 32 mm do 69 mm čine najveći veličinski raspon, a zabilježen je u mjesecu kolovozu. Jedinke uzorkovane u svim mjesecima na postaji RD negativno su alometrične.



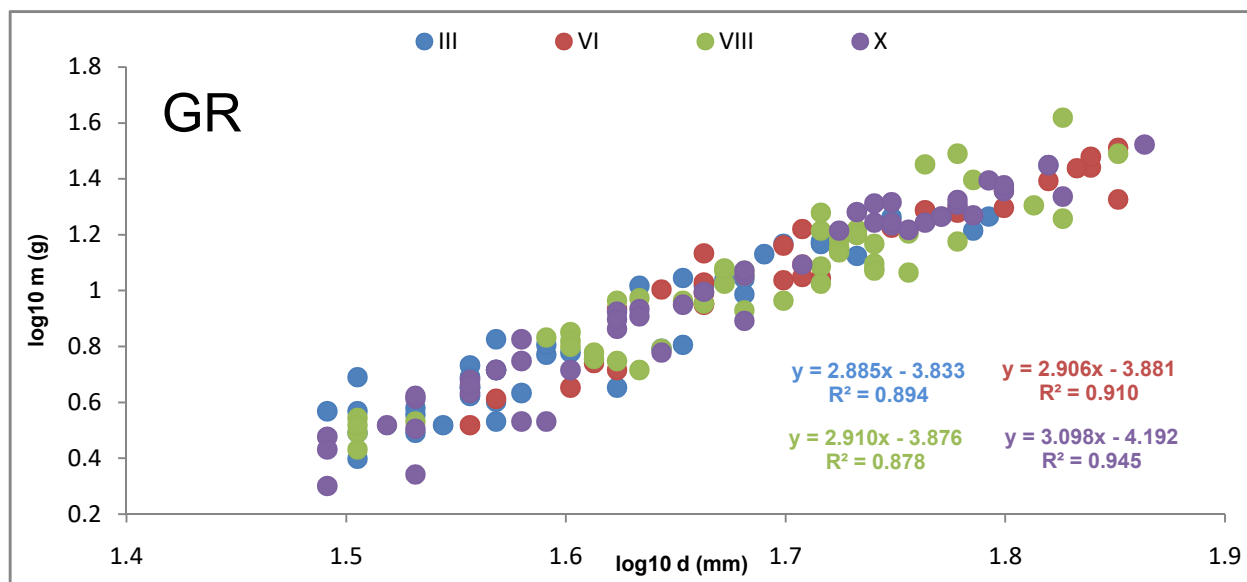
Slika 31. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje RD za svaki mjesec uzorkovanja.

Tablica 27. Opisna statistika i alometrijski parametri postaje GR. Iznosi duljina izraženi su u mm.

	N	$d_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
III	41	42.12 ± 8.99 (31 - 66)	$W=0.0001L^{2.885}$	0.894	izometrija
VI	30	53.03 ± 10.74 (36 - 71)	$W=0.0001L^{2.907}$	0.910	izometrija
VIII	50	49.34 ± 9.45 (32 - 71)	$W=0.0001L^{2.910}$	0.878	izometrija
X	50	47.44 ± 11.39 (31 - 73)	$W=0.00006L^{3.098}$	0.945	izometrija

N, broj uzoraka;  $d_{sv}$ , srednja vrijednost duljina; SD, standardna devijacija;  $d_{min}$ , minimalna vrijednost duljine;  $d_{max}$ , maksimalna vrijednost duljine;  $R^2$ , koeficijent signifikantnosti, W; ukupna masa jedinke, L ukupna duljina jedinke

Postaja GRobuhvaća ukupno 171jedinke u sva četiri sezonska uzorkovanja od kojih je najveći broj uzorkovan u mjesecima kolovozu i listopadu (50). Najniža srednja vrijednost duljine (42.12 mm) zabilježenajeza ožujak,aona najveća (53.03 mm) za jedinke mjeseca lipnja. Najveći veličinski raspon jedinke zabilježen je u listopadu u iznosu od 31 – 73 mm. Standardne devijacije u rasponu su od 8.99 do 11.39 s najmanjom vrijednošću u ožujku a najvećom u listopadu. Alometrijske jednadžbe ukazuju da su jedinke s postaje GR izometrijskog rasta.



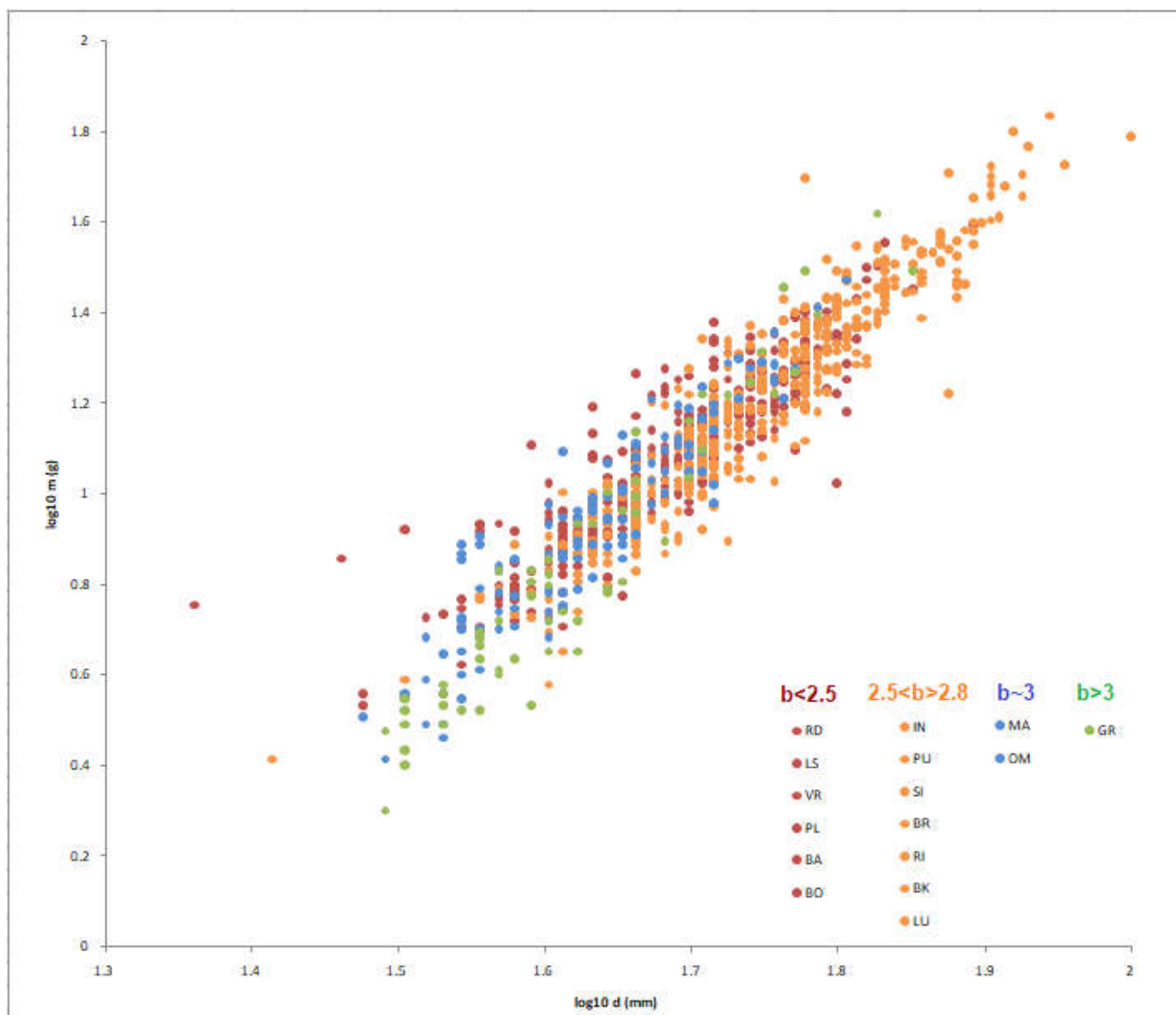
Slika 32. Duljinsko-maseni odnosi i alometrijski pravci postaje GR za svaki mjesec uzorkovanja.

Izradom koncenzusa za podatke namjenjene za određivanje alometrijskih jednadžbi broj uzoraka po postaji sveden je na 60 te je time omogućena njihova međusobna usporedba. Od 16 analiziranih postaja njih 13 negativnog je alometrijskog rasta, jedinke s postaja MA i OM izometrične su dok je jedina postaja s pozitivnom alometrijom GR (Tablica 28).

Tablica 28. Opisna statistika i alometrijski parametri 16 obrađenih postaja. Iznosi dužina izraženi su u mm.

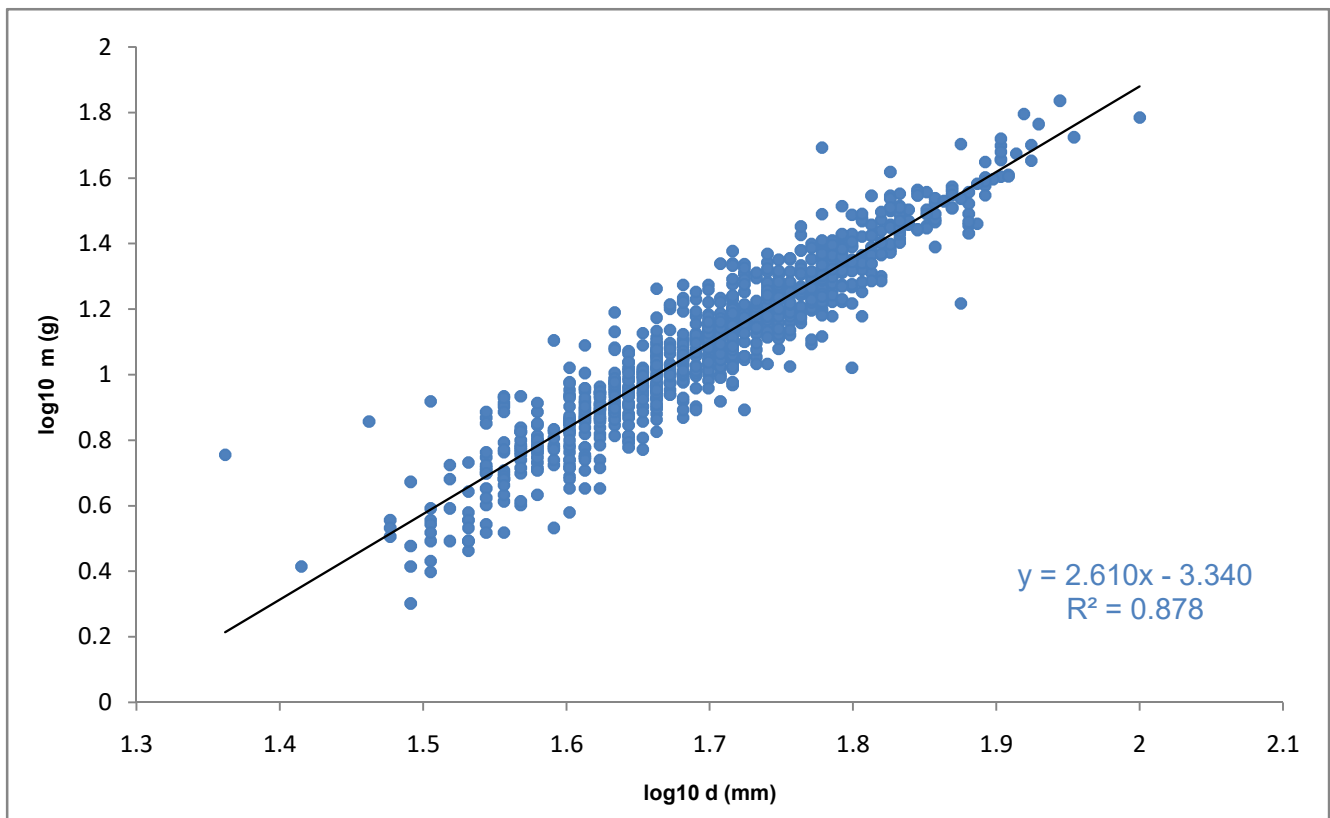
	N	$D_{sv} \pm SD (d_{min} - d_{max})$	Alometrijska jednadžba	$R^2$	Rast
LU	60	67.47 ± 13.08 (42 - 100)	$W=0.0002L^{2.799}$	0.905	- alometrija
LS	60	48.02 ± 8.43 (23 - 67)	$W=0.002L^{2.189}$	0.792	- alometrija
PU	60	55.83 ± 9.20 (38 - 75)	$W=0.0004L^{2.619}$	0.840	- alometrija
BR	60	50.15 ± 7.44 (36 - 69)	$W=0.0003L^{2.695}$	0.821	- alometrija
RI	60	60.32 ± 10.66 (41 - 84 )	$W=0.0003L^{2.715}$	0.926	- alometrija
BK	60	54.80 ± 7.28 (40 - 78)	$W=0.0003L^{2.743}$	0.814	- alometrija
BO	60	44.70 ± 5.85 (33 - 58)	$W=0.001L^{2.393}$	0.830	- alometrija
BA	60	46.95 ± 5.84 (35 - 63)	$W=0.001L^{2.359}$	0.778	- alometrija
MA	60	43.62 ± 7.31 (30 - 59)	$W=0.0002L^{2.869}$	0.870	izometrija
VR	60	55.47 ± 6.10 (42 - 71)	$W=0.002L^{2.192}$	0.792	- alometrija
IN	60	52.68 ± 8.34 (36 - 72)	$W=0.0005L^{2.597}$	0.857	- alometrija
OM	60	43.45 ± 7.56 (32 - 64)	$W=0.0002L^{2.876}$	0.856	izometrija
PL	60	53.98 ± 9.08 (30 - 78)	$W=0.001L^{2.313}$	0.790	- alometrija
SI	60	56.75 ± 9.92 (26 - 77)	$W=0.0004L^{2.6341}$	0.893	- alometrija
RD	60	48.25 ± 8.48 (29 - 65)	$W=0.006L^{1.986}$	0.777	- alometrija
GR	60	42.97 ± 9.36 (31 - 71)	$W=0.00002L^{3.359}$	0.920	+ alometrija

Također, postaje su grupirane u četiri skupine prema vrijednosti parametra  $b$ . Iako su prve dvije skupine ( $b < 2.5$  i  $b > 2.5$ ) razdvojene, one čine postaje negativnog alometričnog rasta. Prva skupina obuhvaća 6 postaja (RD, LS, VR, PL, BA, BO) dok druga njih 7 (IN, PU, SI, BR, RI, BK, LU). Treća skupina obuhvaća samo jednu postaju (MA) i to onu izometričnu ( $b \sim 3$ ) dok posljednja skupina obuhvaća jedinu pozitivno alometričnu postaju ( $b > 3$ ) GR (Slika 33).



Slika 33. Postaje grupirane prema koeficijentu  $b$ .

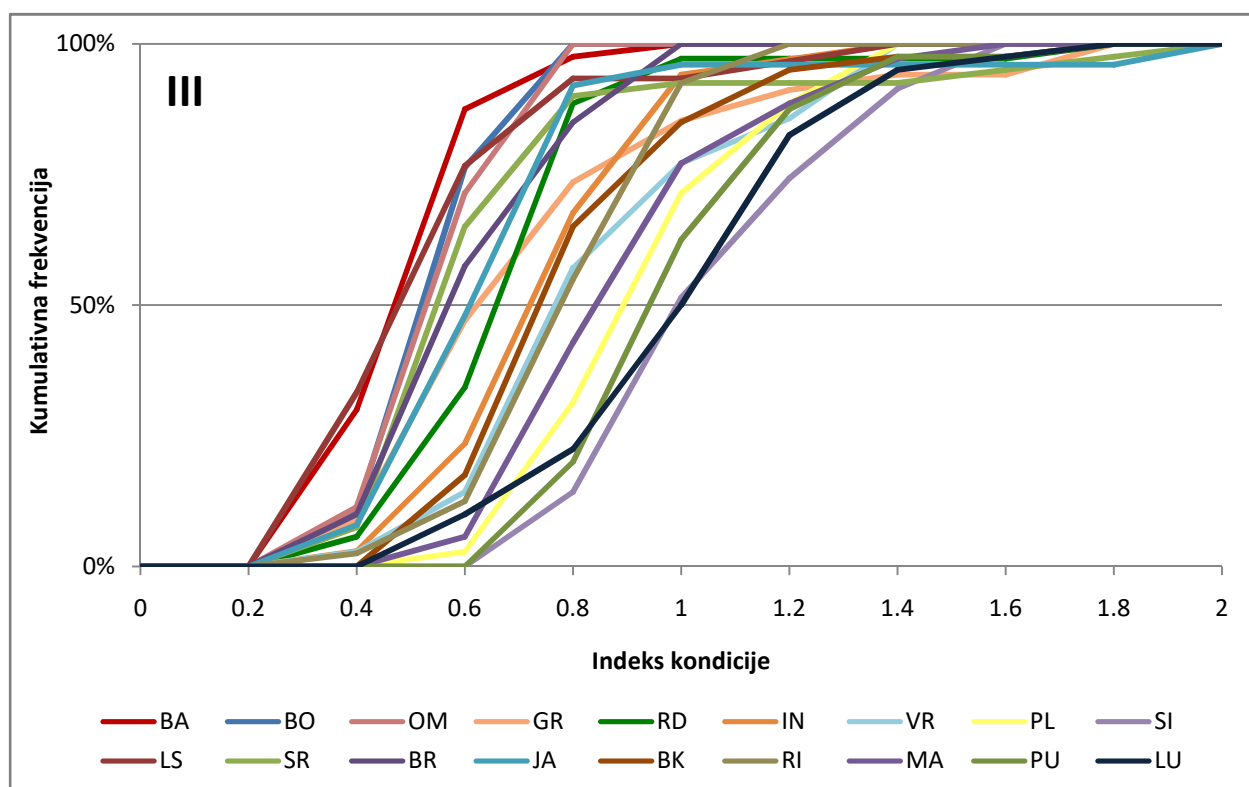
Također, određen je ukupni alometrijski pravac za 16 postaja (960 jedinki) koje su zadovoljile kriterij koncenzusa te kao takav opisuje opću alometriju analiziranih prirodnih populacija dagnje *M. galloprovincialis* za Jadransko more (Slika 34). Alometrijska jednadžba pravca glasi  $W=0.0005L^{2.610}$  ( $R^2=0.878$ ). Prema tome, prirodne populacije *M. galloprovincialis* Jadranskog mora negativnog su alometrijskog rasta.



Slika 34. Duljinsko–maseni odnos (alometrijski pravac) prirodnih populacija dagnje istočne obale Jadranskog mora.

### 4.3. Indeks kondicije

Ukupan broj jedinki za koje su utvrđeni podaci potrebni za računanje indeksa kondicije za mjesec ožujak iznosio je 651. Najmanji broj jedinki s postaje JA (25) uzoraka, dok najveći broj jedinki po postaji iznosi 40 i to u njih sedam, LU, PU, BA, SR, BR, BK, RI (Tablica 28). Najmanja srednja vrijednost indeksa kondicije te najmanji median na postaji su BA a iznose 0.40 i 0.47. Najmanji iznos minimuma indeksa kondicije je na postaji OM, te također na postaji BA u istom iznosu od 0.25. Najveća srednja vrijednost izračunata je za postaju SI (1.04), dok je najveći median zabilježen na postaji LU (1.02). Najveći iznos minimuma je na postaji PU i to 0.73. Uzorak s najnižom vrijednosti maksimuma je na postaji BO, a najveći zabilježen maksimum iznosi 1.86 na postaji JA. Navedeni podaci također su vidljivi na slici 35, gdje su najniže vrijednosti indeksa kondicije pri 50% kumulativnih frekvencija na postajama BA i LS, dok su one najveće na postajama LU i SI.



Slika 35. Kumulativne frekvencije indeksa kondicije 18 postaja uzorkovanih u mjesecu ožujku (III)

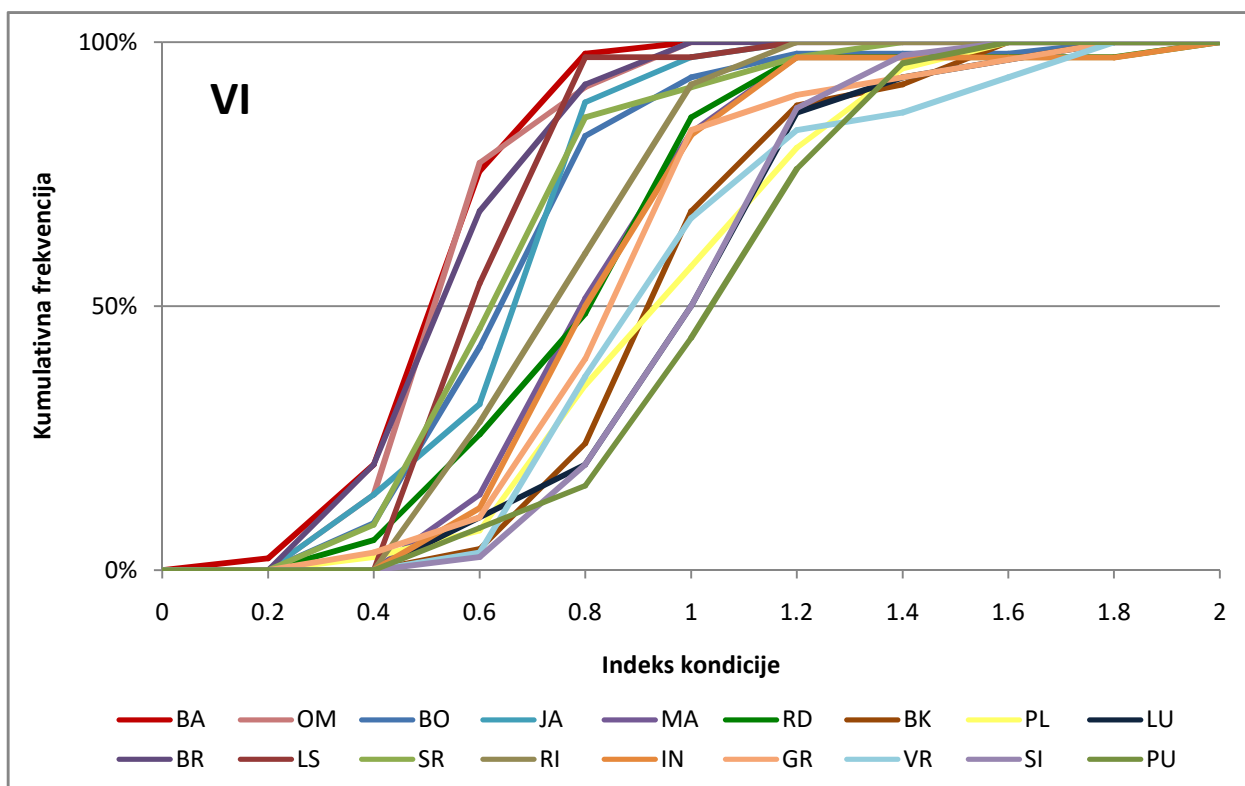


Tablica 28. Opisna statistika za indeks kondicije na 18 obrađenih postaja za mjesec ožujak (III)

BA	40	$0.48 \pm 0.13$ (0.25 - 0.84)	0.47
LS	30	$0.51 \pm 0.21$ (0.26 - 1.24)	0.48
BO	38	$0.52 \pm 0.11$ (0.28 - 0.71)	0.53
SR	40	$0.63 \pm 0.32$ (0.32 - 1.84)	0.55
OM	35	$0.55 \pm 0.12$ (0.25 - 0.74)	0.56
BR	40	$0.60 \pm 0.17$ (0.32 - 0.91)	0.57
GR	34	$0.72 \pm 0.34$ (0.38 - 1.76)	0.61
JA	25	$0.64 \pm 0.29$ (0.31 - 1.86)	0.62
RD	35	$0.67 \pm 0.21$ (0.33 - 1.67)	0.67
BK	40	$0.78 \pm 0.24$ (0.41 - 1.70)	0.72
IN	34	$0.76 \pm 0.19$ (0.34 - 1.39)	0.75
RI	40	$0.77 \pm 0.18$ (0.35 - 1.19)	0.76
VR	35	$0.84 \pm 0.26$ (0.34 - 1.38)	0.78
MA	35	$0.87 \pm 0.24$ (0.56 - 1.43)	0.82
PL	35	$0.92 \pm 0.21$ (0.50 - 1.36)	0.93
PU	40	$0.98 \pm 0.20$ (0.73 - 1.61)	0.96
SI	35	$1.04 \pm 0.22$ (0.69 - 1.55)	1.00
LU	40	$0.99 \pm 0.26$ (0.50 - 1.62)	1.02

N, broj uzoraka;  $IK_{sv}$ , srednja vrijednost indeksa kondicije; SD, standardna devijacija;  $IK_{min}$ , minimalna vrijednost indeksa kondicije;  $IK_{max}$ , maksimalna vrijednost indeksa kondicije

Mjesec lipanj sadrži 604 jedinice indeksa kondicije. Najveći broj jedinica po postaji je 45 i to za postaje BA i BO, a najmanjina postaji 25 na četiri postaje; BR, RI, BK i PU. Također, kao i u mjesecu ožujku, najmanja srednja vrijednost indeksa kondicije i najmanji median te najmanji minimum su na postaji BA, a iznose 0.52, 0.51 i 0,19. Najveći median i najveću srednju vrijednost pronalazimo na postaji PU s vrijednostima 1.03 i 1.00. Najveći iznos minimuma je na postaji BK(0.58), dok je uzorak s najnižom vrijednosti maksimuma na postaji BR (0.89). Najveći zabilježen maksimum iznosi 1.86 na postaji JA. Najmanja standardna devijacija zabilježena je na postaji LS (0.13), dok najveća iznosi 0.30 za postaje IN i VR. Indeksi kondicije pri 50% kumulativnih frekvencija najveći su na postajama PU i SI, a najmanji na postajama BA, OM i BR (Slika 36).

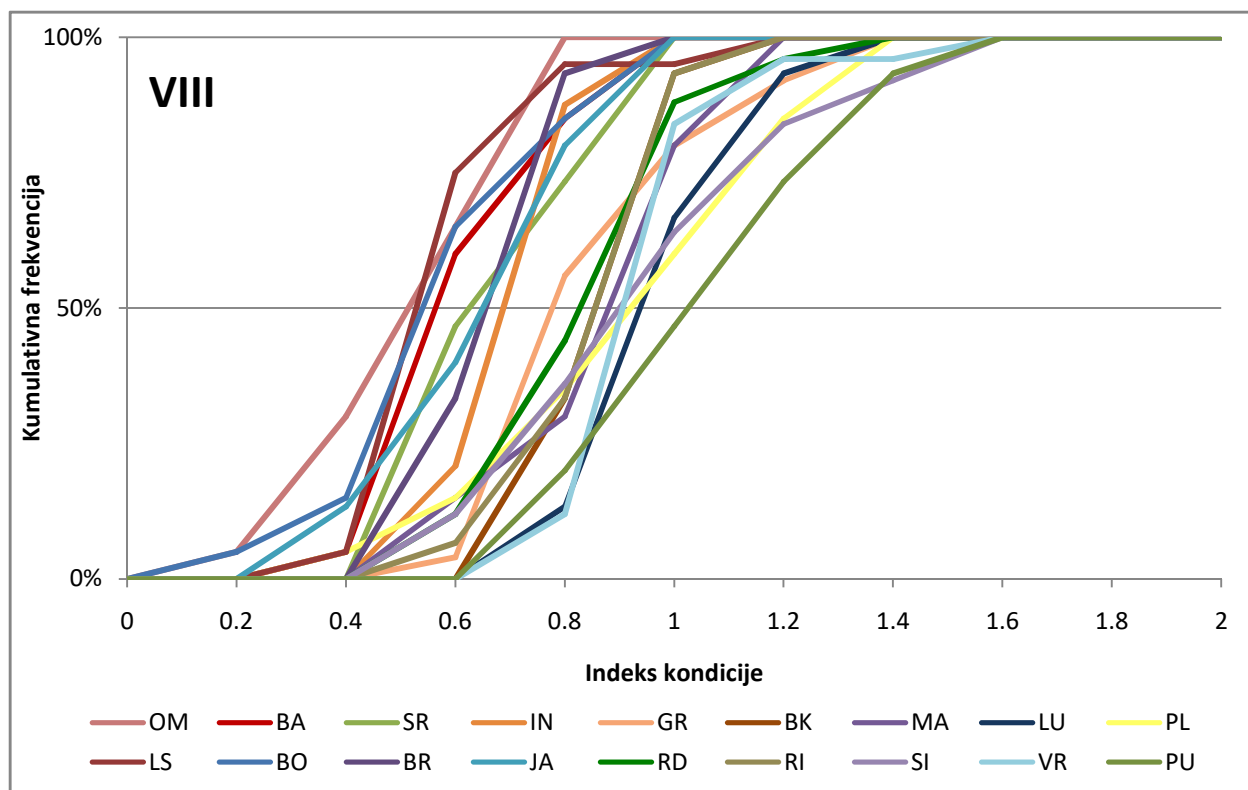


Slika 36. Kumulativne frekvencije indeksa kondicije 18 postaja uzorkovanih u mjesecu lipnju (VI)

Tablica 29. Opisna statistika za indeks kondicije na 18 obrađenih postaja za mjesec lipanj (VI)

	N	$IK_{sv} \pm SD (IK_{min} - IK_{max})$	MEDIAN
BA	45	$0.52 \pm 0.14 (0.19 - 0.91)$	0.51
BR	25	$0.55 \pm 0.15 (0.28 - 0.89)$	0.52
OM	35	$0.54 \pm 0.15 (0.20 - 0.94)$	0.52
LS	35	$0.61 \pm 0.13 (0.42 - 1.16)$	0.59
BO	45	$0.65 \pm 0.24 (0.23 - 1.67)$	0.61
SR	35	$0.64 \pm 0.21 (0.35 - 1.32)$	0.62
JA	35	$0.65 \pm 0.20 (0.20 - 1.10)$	0.71
RI	25	$0.76 \pm 0.19 (0.46 - 1.09)$	0.75
MA	35	$0.82 \pm 0.20 (0.51 - 1.43)$	0.80
IN	34	$0.84 \pm 0.30 (0.57 - 2.24)$	0.80
RD	35	$0.79 \pm 0.28 (0.29 - 1.83)$	0.80
GR	30	$0.86 \pm 0.27 (0.29 - 1.74)$	0.81
BK	25	$0.96 \pm 0.23 (0.58 - 1.50)$	0.92
VR	30	$0.97 \pm 0.30 (0.55 - 1.74)$	0.94
PL	40	$0.95 \pm 0.27 (0.37 - 1.57)$	0.95
SI	40	$0.99 \pm 0.20 (0.54 - 1.59)$	1.00
LU	30	$0.99 \pm 0.25 (0.53 - 1.66)$	1.01
PU	25	$1.00 \pm 0.25 (0.43 - 1.48)$	1.03

Najmanji broj jedinkiza izračun indeksa kondicije zabilježen je u mjesecu kolovozu, te iznosi 349 jedinke. Četiri postaje (VR, SI, RD, GR) sadrže po 25 jedinki, što je najveći broj jedinki po postaji za mjesec kolovoz. Šest postaja (SR, BR, JA, BK, RI, LU, PU) sadrži sa po 15 jedinki kao najmanje brojne postaje. Postaja OM ima najmanju srednja vrijednost indeksa kondicije (0.51), najmanji median (0.55), najmanju minimalnu (0.07), ali i najmanju maksimalnu vrijednost indeksa kondicije (0.75). Najveći median i najveću srednju vrijednost, kao i u podacima za mjesec lipanj, ima postaja PU s iznosom mediana 1.03 i srednjom vrijednosti indeksa kondicije 1.01. Najveći minimum je na postaji BK (0.74), dok najveći zabilježen maksimum iznosi 1.59 na postaji SI. Najmanja standardna devijacija zabilježena je na postaji BK (0.09), a najveća na postaji SI iznosa 0.29. Indeksi kondicije pri 50% kumulativnih frekvencija najveći su na postajama PU i SI, a najmanji na postajama BA, OM i BR (Slika 36).

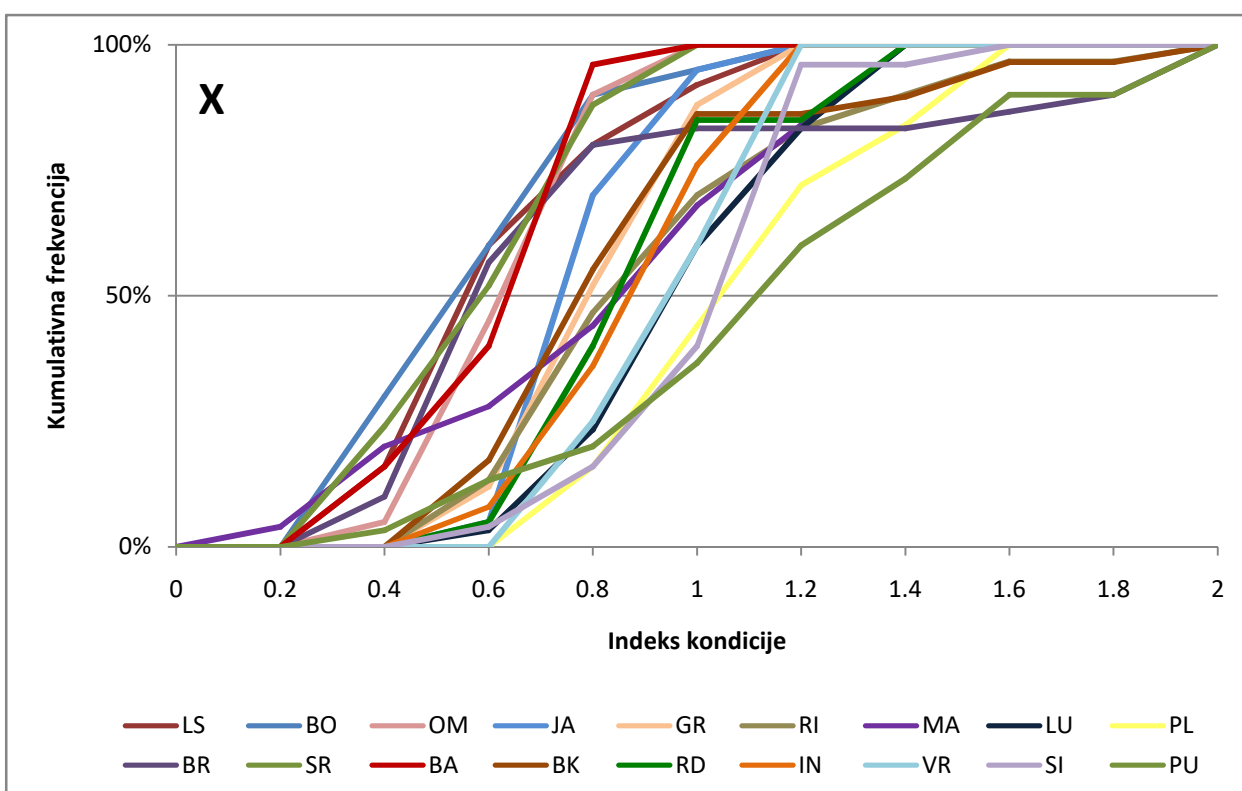


Slika 37. Kumulativne frekvencije indeksa kondicije 18 postaja uzorkovanih u kolovozu (VIII)

Tablica 30. Opisna statistika za indeks kondicije na 18 obrađenih postaja za mjesec kolovoz (VIII)

	N	$IK_{sv} \pm SD (IK_{min} - IK_{max})$	MEDIAN
OM	20	$0.51 \pm 0.18 (0.07 - 0.75)$	0.55
LS	20	$0.57 \pm 0.13 (0.40 - 1.03)$	0.56
BA	20	$0.59 \pm 0.15 (0.31 - 0.86)$	0.56
BO	20	$0.57 \pm 0.20 (0.13 - 0.97)$	0.57
SR	15	$0.65 \pm 0.16 (0.46 - 0.92)$	0.63
BR	15	$0.66 \pm 0.12 (0.46 - 0.86)$	0.69
IN	24	$0.68 \pm 0.13 (0.40 - 0.97)$	0.69
JA	15	$0.64 \pm 0.18 (0.31 - 0.89)$	0.70
GR	25	$0.85 \pm 0.19 (0.56 - 1.21)$	0.80
RD	25	$0.84 \pm 0.17 (0.55 - 1.24)$	0.82
BK	15	$0.87 \pm 0.09 (0.74 - 1.02)$	0.84
RI	15	$0.83 \pm 0.14 (0.53 - 1.07)$	0.87
MA	20	$0.85 \pm 0.18 (0.50 - 1.06)$	0.87
SI	25	$0.93 \pm 0.29 (0.53 - 1.59)$	0.92
LU	15	$0.96 \pm 0.14 (0.75 - 1.22)$	0.93
VR	25	$0.94 \pm 0.15 (0.67 - 1.41)$	0.93
PL	20	$0.91 \pm 0.26 (0.32 - 1.30)$	0.94
PU	15	$1.01 \pm 0.25 (0.61 - 1.47)$	1.03

449 indeksa kondicije sadrži skup podataka mjeseca listopada. Uzorcima najmnogobrojnije postaje su BR, RI, LU i PU s po 30 jedinki dok postaje BO, OM, JA, RD i VR sadrže najmanji broj indeksa kondicije zabilježen u mjesecu listopadu s brojem jedinki 20. Postaja BO ima najmanju srednja vrijednost indeksa kondicije (0.53), a najmanji iznos minimuma (0.13) je na postaji MA, dok je najmanja vrijednost mediana zabilježena na postaji LS (0.52). Najveći median i najveću srednju vrijednost, kao i u uzorcima za mjesece lipanj i kolovoz, ima postaja PU u vrijednostima 1.13 i 1.15. Najveći zabilježen maksimumvrijednosti 2.82 na postaji je BK, a najmanji minimum (0.21) na postaji BO. Najmanja standardna devijacija (0.13) izračunata je za postaje OM i JA, a najveća (0.58) na postaji BR (0.09). Vrijednosti indeksa kondicije pri 50% kumulativnih frekvencija najmanje su na postaji BO, a najveće na postaji RD, a prate ju postaje PL i SI.



Slika 38. Kumulativne frekvencije indeksa kondicije 18 postaja uzorkovanih u listopadu (X)

Tablica 31. Opisna statistika za indeks kondicije na 18 obrađenih postaja za mjesec listopad (X)

	N	$IK_{sv} \pm SD (IK_{min} - IK_{max})$	MEDIAN
LS	25	$0.60 \pm 0.23 (0.28 - 1.11)$	0.52
BR	30	$0.78 \pm 0.58 (0.26 - 2.76)$	0.55
BO	20	$0.53 \pm 0.22 (0.21 - 1.03)$	0.56
SR	25	$0.57 \pm 0.17 (0.28 - 0.87)$	0.60
OM	20	$0.63 \pm 0.13 (0.36 - 0.89)$	0.62
BA	25	$0.59 \pm 0.16 (0.23 - 0.89)$	0.64
JA	20	$0.74 \pm 0.13 (0.48 - 1.02)$	0.73
BK	29	$0.89 \pm 0.45 (0.42 - 2.82)$	0.78
GR	25	$0.80 \pm 0.18 (0.42 - 1.13)$	0.79
RD	20	$0.86 \pm 0.20 (0.58 - 1.33)$	0.83
RI	30	$0.92 \pm 0.32 (0.49 - 1.89)$	0.85
IN	25	$0.85 \pm 0.18 (0.50 - 1.15)$	0.88
MA	25	$0.80 \pm 0.36 (0.13 - 1.35)$	0.89
VR	20	$0.93 \pm 0.15 (0.61 - 1.16)$	0.92
LU	30	$0.98 \pm 0.21 (0.52 - 1.36)$	0.95
SI	25	$0.99 \pm 0.19 (0.54 - 1.43)$	1.05
PL	25	$1.08 \pm 0.24 (0.64 - 1.49)$	1.08
PU	30	$1.15 \pm 0.43 (0.35 - 2.00)$	1.13

## 5. Rasprava

Mediterranska dagnja *Mytilus galloprovincialis* osim kao bioindikatorski organizam pogodan je i za biometrijska i morfometrijska istraživanja radi svog oblika i veličine ali i dostupnosti za uzorkovanja te relativno lakog mjerenja osnovnih dimenzija dužine, širine i visine jedinki. Duljina ljušture ili težina mesa mogu se koristiti kao pokazatelji rasta školjkaša (Gosling, 1992). Ti podaci korisni su kada su apsolutne ili relativne veličine od posebnog značaja, poput istraživanja dužinsko-masениh odnosa što je i tema rada. Razni endogeni (genetski i fiziološki) i egzogeni (biotički i abiotički) čimbenici utječu na morfologiju dagnje u vidu dužine, visine i širine ljušture, brzine i oblika rasta i dr. Inicijalni eksperimentalni dizajn projekta obuhvatio je 24 postaje duž istočne Jadranske obale uzorkovane četiri mjeseca godišnje u razdoblju od 10 godina. U terenskim podacima za jedinke *M. galloprovincialis* koje su korištene za biomarkere nalazili su se i biometrijski parametri (duljina i masa). Ovaj završni rad je za obradu trebao obuhvatiti samo podatke za izradu alometrijskih jednadžbi no dio digitaliziranih i sistematiziranih podataka sadržavao je i podatke (masa ljušture, ocijeđeno meso) pomoću kojih je bio moguć izračun indeksa kondicije dagnje. Tako su u konačnici stvorena dva seta podataka, prvi za određivanje alometrijskih parametara koji sadrži 3422 jedinke te drugi sa svrhom izračuna indeksa kondicije s 2298 jedinki.

U svrhu izrade opće alometrijske jednadžbe rasta za jedinke istočnog Jadrana proveden je konsenzus. Izabrane su godine i njima pripadajući mjeseci u kojima su uzorkovanja provedena na što većem broju postaja te je tako konsenzus rezultirao s odabrane 4 godine po sezoni na 16 postaja, odnosno 60 jedinki po postaji, ukupno 960 jedinki. Tek kada se uzmu u obzir sve raspoložive procjene dužinsko-masenog odnosa koje obuhvaćaju geografske, sezonske i međugodišnje varijacije, ima smisla raspravljati o izometrijskom naspram alometričkog rasta vrste kao cijeline, na temelju srednje vrijednosti  $b$ . Kada se raspravlja o eksponentu  $b$  pojedinačnih dužinsko-masениh odnosa, treba se odnositi na razlike stanja između malih i velikih jedinki u dotičnom području u tom trenutku. U ovom radu nisu analizirane male jedinke pa nemamo dvije kategorije uzoraka odnosno ne treba se razmatrati 2 oblika rasta.



Nedostatak istraživanja alometrijskih parametara za vrstu *M. galloprovincialis* iskazuje važnost ovih podataka. Uspoređujući dobivene alometrijske parametre s onima za ostale vrste porodice *Mytilus* vidljiva je sličnost, odnosno populacije iz porodice *Mytilus* češće su negativno alometrične no izometrične dok je pozitivni alometrični rast rijedak (Salkeld, 1995).

Podaci namjenjeni izračunu indeksa kondicije sadržavaju manji broj podataka od prethodnog pa je kriterij konsenzusa promjenjen za ove podatke, odnosno postavljen je kriterij da svaka od postaja kako bi bila prihvaćena za daljnju analizu mora sadržavati minimalno 50% uzoraka od najbrojnije uzorkovane postaje. Konsenzusom je određeno 18 postaja za izračun indeksa kondicije i to: LU, LS, PU, BR, RI, BK, BO, BA, MA, IN, VR, OM, PL, SI, RD, GR. Rezultati izračuna indeksa kondicija prikazani su kumulativnim frekvencijama za svaku od postaja unutar istog mjeseca uzorkovanja. Kumulativna frekvencija kao način prezentiranja podataka odabrana je jer se iz krivulje jasno vide i jednostavno grafički predočuju podaci za indeks kondicije za velik broj postaja, njih 18. To nam je omogućilo reprezentativnost velike količine podataka i njihove lake grafičke usporedbe.

Rezultati ovog rada uobličeni u tablice predstavljaju temelj za daljnje statističke analize tj. potvrde znanstvenih hipoteza koje je moguće postaviti obzirom na postojeće biometrijske podatke (masa, duljina) a odnose se na rast (zakon kuba) i indeks kondicije.

## 6. Zaključak

1. Uzimanjem podataka za biometrijske parametre iz terenskih bilježaka digitaliziranjem i organiziranjem kreirane su Excel tablice podacima za 3342 jedinke za koje je moguće određivanje duljinsko-masениh odnosa (alometrijske jednadžbe rasta), te tablice s podacima za 2298 jedinke za koje je moguće određivanje indeksa kondicije.
2. Usporedba postaja obzirom na duljinsko-masene odnose (alometrijske jednadžbe rasta) moguća je samo na temelju podataka za 960 jedinki i to 15 jedinki po sezoni po postaji za 16 postaja.
3. Od 16 analiziranih postaja, na 13 su populacije dagnje negativnog alometrijskog rasta, dok populacije s postaja Martinska i Omiš su izometrične a jedina postaja s pozitivnom alometrijom je Gruž.
4. Indeksi kondicije određeni su sezonski za 18 od 24 postaje. Na većini postaja (12) je najmanji indeks kondicije u ožujku a najveći u listopadu (10 postaja), odnosno kolovozu (7 postaja), dok je na jednoj najmanji u kolovozu a najveći u ožujku.

## 7. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Sveučilišni preddiplomski studij Znanost o moru

Završni rad

### Analiza alometrije prirodnih populacija dagnje u Jadranu

Marko Žmarić

Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, G. Paliaga 5, 52210 Rovinj

#### SAŽETAK

Svrha ovog rada je priprema prikupljenih podataka za daljnje statističke analize potvrde znanstvenih hipoteza koje je moguće postaviti obzirom na postojeće biometrijske podatke (masa, duljina) a odnose se na (zakon kuba i indeks kondicije). Cilj rada bila je digitalizacija, sistematiziranje i prezentiranje obrađenih izvornih terenskih biometrijskih parametara jedinki prirodnih populacija mediteranske dagnje *Mytilus galloprovincialis* prikupljenih od 2000. do 2010. godine u ožujku, lipnju, kolovozu i listopadu, duž istočne obale Jadranskog morana 24 postaje. Prema alometrijskom rastu razlikujemo tri tipa i to: izometrični rast kada rast duljina prati povećanje mase, pozitivan alometrični rast kada povećanje mase je veće od povećanja duljine i negativan alometrički rast kada je rast je veći od povećanja mase. Indeks kondicije predstavlja količinu mekog tkiva u odnosu na ukupnu masu školjkaša i odraz je životnih uvjeta. Izvorni terenski podaci digitalizirani su računalnim programom Excel i kreirani su dva seta podataka. U prvom setu su podaci za 3422 jedinke na temelju kojih je određena alometrijska jednadžba rasta regresijskom analizom po sezonama na svim postajama. Izometričnost je utvrđena testiranjem nagiba pravca proizašlog iz transformacije alometrijske jednadžbe koristeći mrežni servis. Za 16 postaja utvrđen je i oblik cjelogodišnjeg rasta i to: 13 je negativnog alometrijskog rasta, 2 populacije su izometrične dok je jedna postaja s pozitivnom alometrijom. Ukupni alometrijski pravac  $W=0.0005L^{2.610}$  ( $R^2=0.878$ ) ukazujući na negativnu alometriju prirodnih populacija dagnje *M. galloprovincialis* istočne obale Jadrana. Drugi set sadržavao je podatke za 2298 jedinki kojima je određen indeks kondicije. Indeksi kondicije određeni su sezonski za 18 postaja. Na većini postaja (12) je najmanji indeks kondicije u ožujku a najveći u listopadu (10 postaja), odnosno kolovozu (7 postaja), dok je na jednoj najmanji u kolovozu a najveći u ožujku. Rezultati ovog rada za svrhu imaju pripremu prikupljenih podataka za daljnje statističke analize tj. potvrde znanstvenih hipoteza koje je moguće postaviti obzirom na postojeće biometrijske podatke (masa, duljina) i analiziranih (zakon kuba i indeks kondicije).

Rad je pohranjen u knjižnicama Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli i Instituta Ruđer Bošković u Rovinju. Izvornik je na hrvatskom jeziku (64 stranice, 38 slika, 31 tablica, 25 literaturnih navoda).

**Ključne riječi:** alometrija, indeks kondicije, izometrija, Jadran, *Mytilus galloprovincialis*

**Mentor:** Izv. prof. dr. sc. Maja Fafandžel, viša znanstvena suradnica, IRB

**Ocjenjivači:** prof. dr. sc. Nevenka Bihari, znanstveni savjetnik, IRB

Izv. prof. dr. sc. Maja Fafandžel, viša znanstvena suradnica, IRB

Izv. prof. dr. sc. Mauro Štifanić, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

**Datum obrane:** 13. rujna 2019.

## 8. BASIC DOCUMENTATION CARD

Juraj Dobrila University of Pula

Bachelor thesis

University Undergraduate Study Programme – Marine Sciences

### **Allometry Analysis of Natural Mussel Populations in the Adriatic** Žmarić Marko

Ruđer Bošković Institute, Center for Marine Research, G. Paliaga 5, 52210 Rovinj

#### **ABSTRACT**

The purpose of this work was to prepare already collected data for further statistical testing of scientific hypothesis that can be set with respect to biometric data (weight, length) and related to (allometry and condition index). The aim of this work was the digitalization, systematization and presentation of original field biometric parameters of *Mytilus galloprovincialis* specimen from natural mussel populations collected from 2000 to 2010 in March, June, August and October, along the eastern coast of the Adriatic Sea at 24 locations. Allometry distinguish three growth types: isometric growth when the growth in length is accompanied by weight gain, positive allometric growth when the weight increase is greater than the increase in length and negative allometric growth when the increase in length is greater than the weight increase. The condition index represents the ratio between soft tissue content compared to the total weight and is a reflection of the environmental conditions. The original field data were digitalized in Excel computer program where two data sets were created. The first set contains data for 3422 specimens for determination of allometric growth equation, calculated using regression analysis. The isometry was determined after testing the equation slope using a network service. The growth throughout the year was determined for 16 stations as follows: 13 have a negative allometric growth, 2 populations are isometric while one express positive allometric growth. Allometric vector  $W = 0.0005L^{2.610}$  ( $R^2 = 0.878$ ) obtained from all population data indicated negative allometry of the natural mussel populations of *M. galloprovincialis* on the eastern Adriatic coast. The second set contained data for 2298 specimens for condition index determination. The condition indices were determined seasonally for 18 sampling sites. Majority of sampling sites (12) have the lowest condition index in March, highest in October (10) and August (7), while at one location the lowest condition index was in August and the highest in March. The results of this work would serve for as starting point for testing of scientific hypothesis that can be established with respect to biometric data (weight, length) and related to mussel growth according to cubic law and environmental condition represented by condition index.

This thesis is deposited in the Library of Juraj Dobrila University of Pula and Ruđer Bošković Institute in Rovinj. Original in Croatian (64 pages, 38 figures, 31 tables, 25 references).

**Key words:** Adriatic, allometry, condition index, isometrics, *Mytilus galloprovincialis*

**Supervisor:** Maja Fafanđel, PhD Ruđer Bošković Institute, Associate professor

**Reviewers:** Nevenka Bihari, PhD, RBI, FullProfessor

Maja Fafanđel, PhD, RBI, Bošković Institute, Associate professor

Mauro Štifanić, PhD, Bošković Institute, Associate professor

**Thesis defence:** 13.09.2016.

## **9. Literatura**

Bayne B. L., (1976): Marine mussels: their ecology and physiology. Institute for Marine Environmental Research, str. 411

Brown, K. M., Aronhime B. and Wang X. (2011): Predatory blue crabs induce byssal thread production in hooked mussels. *Invertebrate Biology*. 130: 43-48.

Burčul B. (2015.), Morfometrijska obilježja populacija dagnje (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) uz hrvatsku obalu Jadrana, diplomski rad, 48-55

Carlander, K. D., 1977: Handbook of freshwater fishery biology, Vol. 2. The Iowa State University Press, Ames, IA. 431 pp.

Dardignac-Corbel, M.J. (1990): Traditional mussel culture. *Aquaculture*, 1, 293-297.

Denny M. W., Paine R. T. (1998): Celestial mechanics, sea-level changes, and intertidal ecology. *Biology Bulletin*. 194: 108–115.

Froese R. (2006) Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. The Author, Journal compilation, Blackwell Verlag, Berlin, *J. Appl. Ichthyol.*, 241–253

Froese, R.; Binohlan, C., 2000: Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *J. Fish Biol.* 56, 758–773.

Gabbott P.A. (1975) Storage cycles In Inarline bivalve molluscs: a hypothesis concerning the relationship between glyco- gen metabolism and gametogenesis In.

Barnes H (ed) Proc 9th European Bivalve Symp, Aberdeen University Press, Aberdeen, p 191-211 Gardner

Gavrilović, A., Jug-Dujaković, J., Conides, A., Kunica, V., Ljubičić, A. (2014) Rast i preživljavanje danje *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) u dva različita uzgojna sustava. str. 462-466

Gavrilovic, A., Jug-Dujakovic, J., Marinovic Bonacic A., Conides, A., Bonacic, K., Ljubcic, A., Van Gorder, S. (2011): The influence of environmental parameters on the growth and meat quality of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca: Bivalvia). AACL Bioflux. 4: 573-583

Gosling, E. M. (1992): Systematics and geographic distribution of *Mytilus*. In: Gosling, E. M. (ed.) The Mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology, Genetics and Culture Developments in Aquaculture and Fisheries. Elsevier, Amsterdam. 1-20 pp.

Hamer B., Jak Z., Pavici D., Perić A., Medaković D., Ivanković D., Jasenka Pavić J., Zilberbergc C., Schröde H. C., Müller W. E. G., Smodlaka N., Batel R. (2008): Effect of hypoosmotic stress by low salinity acclimation of Mediterranean mussels *Mytilus galloprovincialis* on biological parameters used for pollution assessment. Aquatic Toxicology 89(3): 137-151

Hammock J., Mollusks. Dostupno na: <https://eol.org/docs/discover/mollusks> Pristupljeno: 7.rujna.2019.

"Home : Oxford English Dictionary"; Dostupno na: [oed.com](http://oed.com). Pristupljeno: 7.rujan.2019.

"Hrvatska enciklopedija", Leksikografski zavod Miroslav Krleža, [www.enciklopedija.hr](http://www.enciklopedija.hr), 2015. Dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=32038> Pristupljeno: 7.rujna.2019.

Lauzon-Guay J. S., Hamilton D. J., Barbeau M. A.. (2005): Effect of mussel density and size on the morphology of blue mussels (*Mytilus edulis*) grown in suspended culture in Prince Edward Island, Canada. *Aquaculture*. 249: 265–274.

Marušić N., Vidaček S., Medić H., Petrak T. (2010): Rast dagnji (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819) na istočnoj obali Istre. *Ribarstvo*, 68, (1), 19-25

Marušić N., Vidaček S., Medić H., Petrak T. (2009): Indeks kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u uvali Budava i zaljevu Raša. *Ribarstvo*, 67, (3), 91—99

Melzner F., Stange P., Trübenbach K., Thomsen J., Casties I., Panknin U., Gorb S. N., Gutowska M. (2011): Food Supply and Seawater pCO<sub>2</sub> Impact Calcification and Internal Shell Dissolution in the Blue Mussel *Mytilus edulis*. *Journal of Marine Biology*. 6(9): 242223.

Pampanin, D. M., Volpato, E., Marangon, I., Nasci, C. (2005) Physiological measurements from native and transplanted mussel (*Mytilus galloprovincialis*) in the canals of Venice. Survival in air and condition index. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 140: 41-52.

Salkeld P.N. (1995), Aspects of reproduction associated with the use of a segmented regression to describe the relationship between body weight and shell length of *Mytilus edulis*. *Marine ecology progress series: Vol 124*: 117-128

Seed R. (1968), Factors in influencing shell shape in the mussel *Mytilus edulis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 48: 561–584

Steffani C. N., Branch G. M. (2003), Growth rate, condition, and shell shape of *Mytilus galloprovincialis*: responses to wave exposure. *Marine Ecology Progress Series*. 246: 197– 209

Tsuchiya M. (1983), Mass mortality in a population of the mussel *Mytilus edulis* L. caused by high temperature on rocky shores. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 66: 101–111