

UTJECAJ RIBOLOVA NA POPULACIJE DEMERZALNIH VRSTA RIBA - DVIJE STUDIJE SLUČAJA

G. Jelić Mrčelić*¹, M. Slišković¹, T. Alaburić²

Sažetak

Cilj ovog rada je prikazati trendove u populacijama demerzalnih vrsta riba u dva geografska područja, George Bank/zaljev Maine i Sjeverno more. Primjeri iz ovih područja pokazuju kako demerzalne pridnene zajednice iz sustava umjerenih mora reagiraju na prilično različit način na ribolovnu aktivnost.

Ključne riječi: utjecaj ribolova, demerzalne vrste, George Bank/zaljev Maine, Sjeverno more

UVOD

Istraživanjem pridnenih vrsta u umjerenim morima, u područjima duge ribolovne tradicije, dobiveni su vrlo značajni podaci o utjecaju ribolova na ciljane i neciljane riblje populacije. U demerzalnih je vrsta odnos abundance i ulova uočljiviji nego u pelagičkih vrsta, jer demerzalne vrste uglavnom ne formiraju guste nakupine i ribari ne mogu loviti jata i postizati visoke stope ulova. Dinamika populacije demerzalnih vrsta je također obično stabilnija, tako da su trendovi u ribolovnom naporu manje podložni kolebanjima. Druga prednost jest duga tradicija prikupljanja podataka kočarskim istraživanjima za određena područja koja pružaju dodatne ribolovno-nezavisne procjene populacijskih veličina. Cilj ovog rada je prikazati kako demerzalne pridnene zajednice iz sustava umjerenih mora (područja George Bank/zaljev Maine i područja Sjevernog mora) reagiraju na različit način na ribolovnu aktivnost.

1 Doc. dr. sc. Gorana Jelić Mrčelić* (corresponding author, e-mail: gjelic@pfst.hr), doc. dr. sc. Merica Slišković (e-mail: merica@pfst.hr), Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet, Zrinsko-Frankopanska 38, 21000 Split, Hrvatska;

2 Tereza Alaburić, studentica, Sveučilište u Splitu, Odjel za studije mora, Livanjska 5, 21 000 Split, Hrvatska

GEORGE BANK I ZALJEV MAINE

Rubna mora istočne obale Sjeverne Amerike najviše su istraživani morski sustavi u svijetu, a većina dostupnih podataka je sakupljena s ciljem gospodarenja u ribarstvu. Postoji obilje podataka iz područja George Bank/zaljev Maine, a stopa riblje produkcije u toj regiji je jedna od najviših na svijetu (Hall, 1999). Visoka razina produkcije posljedica je plitke topografije grebena, iznad kojeg dolazi do advekcije duboko-morske vode bogate nutrijentima, te kontinuirane primarne i sekundarne produkcije od travnja do studenog. U ovom je području ribolov započeo u 18. stoljeću, ali se u ranim 60-im godinama 20. stoljeća počelo znatno intenzivirati, jer su flote mnogih zemalja počele intenzivno loviti u ovom području (Brown i sur., 1976). Kasnih 60-ih i ranih 70-ih godina 20. stoljeća iskrcani je ulov riba i glavonožaca dosegao svoj vrhunac i premašivao je maksimalni održivi ulov (eng. *Maximum Sustainable Yield*, MSY) (Brown, 1987).

Postoje brojne analize vremenskih i prostornih trendova populacija riba ovog područja (Clark i Brown, 1977; Overholtz i Tyler, 1985). Clark i Brown (1977) procjenjuju da je između 1963. i 1974. godine ukupna biomasa riba koštunjača u ovom području opala za 41%.

Koristeći *cluster* analizu za određivanje karakterističnih zajednica vrsta koje se pojavljuju zajedno, Gabriel (1992) je pokazao vremensku i prostornu postojanost sastava glavnih zajednica vrsta. Gabriel (1992) je istražio promjene u strukturi u različitim podregijama. U području George Bank je uočljiv porast hrskavičnjača, koji je počeo 1973. rastom kostelja (*Squalus achantias*) i nastavio se 1977. porastom raže *Leucoraja ocellata*. Ovaj je porast apsolutno uočljiv, bilo da je izražen kao porast biomase zajednice ili brojnosti jedinki.

Osim vremenskih podataka o biomasi i brojnosti mnogih vrsta, postoje i drugi načini ispitivanja trendova. Traženje jednostavne korelacije u vremenskom slijedu podataka, za mnoge vrste, ne otkriva mnogo. Sissenwine i sur. (1982) su postavili jednostavni model za procjenu snage interakcije 926 parova vrsta. Uočili su da se utjecaj na populacije plijena može dobro uočiti nakon nekog vremena od trenutka kad populacija predatora dosegne visoku razinu. Ipak, Sissenwine i sur. (1982) nisu našli dovoljno dokaza o statistički značajnom utjecaju jedne populacije na drugu. U ovom slučaju korelativni pristup nije mnogo pomogao u razumijevanju problema.

Postoje brojne metode za istraživanje varijabilnost sustava kao posljedice varijabilnosti populacija svih vrsta koje je čine. Može se smatrati da sustav ima mnoge dimenzije, a svaka je prezentirana drugom vrstom. Osnovna ideja je svesti multidimenzionalnu varijabilnost na manji broj čimbenika. Rothschild (1991) je koristio analizu osnovnih komponenti (eng. *Principal Components Analysis*, PCA) u studiji ponašanja 16 vrsta u području George Bank. Za opisivanje varijabilnost u potpuno nasumičnom sustavu, gdje su brojnosti vrsta neovisne jedna o drugoj, trebalo bi toliko varijabli koliko postoji vrsta u sustavu. Rothschild (1991) je pomoću samo tri varijable uspio izračunati približno 98% ukupne varijance. Prvi vektor (onaj koji najviše utječe na varijabilnost sustava) odražava visoko pozitivnu korelaciju između kostelja i raža, i negativnu korelaciju s koljom (*Melanogrammus aeglefinus*). Drugi vektor odražava pozitivnu korelaciju kolje i kostelja, a treći negativnu korelaciju s ražama *L. ocellata*. Iz ove je analize jasno (barem u terminima

biomase) da se odgovor sustava tijekom 25-godišnje studije može uvelike objasniti razmatrajući varijacije ove tri vrste.

Pristup koji ima Gabriel (1992) razlikuje se od PCA pristupa koji ima Rothschild (1991). Gabriel (1992) je odredio sastav vrsta u različitim podpodručjima svake godine i zaključio da u cijelosti postoji prostorna konzistentnost. Zatim je odredio vremenske trendove. Za razliku od takvog pristupa, PCA pristup istražuje varijabilnost pomoću definiranih vektora koje tijekom vremena doprinose ukupnoj varijabilnosti u različitom stupnju. Oba opisana pristupa sugeriraju istu stvar: veliki izlov tovarke (*Gadiformes*) i plosnatice (*Pleuronectiformes*) doveo je do dramatičnih promjena u sastavu zajednice u području George Bank. Podaci koćarskih istraživanja ukazuju na promjene u sastavu vrsta, u kojem su dominantne tovarke i plosnatice zamijenjene morskim psima (*Squaliformes*) i ražama (*Rajiformes*), koje su ranije činile minornu komponentu sustava. Pitanje je: koliko su ove promjene posredna posljedica ribolova preko interakcija među populacijama, a koliko neposredan odgovor populacija na uvjete okoliša.

Empirički dokazi za interakcije među populacijama često su nedostatni, djelomično zato što pristupi koji koreliraju vremenske serije podataka o biomasi ovise o procjenama veličina populacije, koje nisu uvijek dostupne. Korelacije brojnosti između predatora i plijena također su slab pokazatelj utjecaja, zbog vremenskog kašnjenja odgovora. Za pokazivanje važnosti interakcije između vrsta, moguće je razviti matematički model populacija u interakciji, te na taj način pokušati objasniti neke od zapaženih fluktuacija brojnosti vrsta. Overholtz i Tyler (1986) su izradili simulacijski model koji jednostavno opisuje kako kompeticija i predatorstvo među vrstama u sustavu mogu funkcionirati, a model su testirali uspoređivanjem podudarnosti posljedica svojih pretpostavki (izlaz iz modela) s postojećim podacima.

Kao nultu hipotezu pretpostavili su da fizički okoliš nema ulogu u dinamici sustava, pa su povijesni trend podataka pokušali objasniti samo interakcijom između populacija. U modelu, glavni je način utjecaja kompeticije na vrste preko rasta. Rezultati upućuju da smanjenje kolje dovodi do rasta biomase beskralježnjaka koji su plijen, i to na način da se veličina jedinki određenog godišta nekih vrsta poveća, kao odgovor na veću dostupnost hrane. Kada je kompeticija intenzivna, biomasa plijena opada jer veličina jedinki u određenoj dobi opada. Povećanje predacije od strane riba izazva povećanje stopa rasta, jer smanjujući kompeticiju povećava količinu dostupne hrane preživjelima. Simulacije pokazuju da sinergistički efekti kompeticije i predacije među vrstama mogu djelom uzrokovati promjenu od demerzalnih zajednica u kojima dominira kolja i plosnatice prema onima u kojima dominiraju hrskavičnjače.

SJEVERNO MORE

U Sjevernom moru živi više od 50 vrsta komercijalno važnih riba i beskralježnjaka, od kojih je 12 ima komercijalnu vrijednost. U većina flota u ovom području lovi samo jednu vrstu ili uski raspon vrsta i stoga se može činiti da je gospodarenje u ribarstvu jednostavan posao. No to nije tako jer niti jedna država nema potpunu kontrolu nad resursima. Sve države s izlazom na Sjeverno more zajedno upravljaju ribarstvom uglavnom pomoću *Co-*

Common Fisheries Policy (CFP), koja je instrument EU. Usprkos tradiciji, tek se posljednjih desetljeća nastoje dobiti sustavne nezavisne procjene brojnosti riba. Za većinu područja postoje samo podaci o ulovu i ribolovnom naporu, pa su podaci ograničeni samo na one vrste koje se komercijalno love. Na osnovu tih podataka uočljiva je pošast – naglo povećanje vrsta iz porodice Gadidae (*Gadoid outburst*) (Hislop, 1996).

Pošast (porast) tovarki očitovala se početkom 1960-ih kao naglo povećanje brojnosti nekoliko vrsta iz porodica Gadidae. Sazrijevanje jakih godišnjih klasa dovelo je do općeg povećanja biomase matičnog stoka bakalara, ugotica i pišmolja sredinom 1960-ih i 1970-ih godina. Nagađalo se koliki je utjecaj interakcije među vrstama, pogotovo interakcije između demerzalnih i pelagičnih vrsta, na pojavu pošasti tovarki, pogotovo što se kolaps pelagičkih stokova dogodio gotovo istovremeno s pošasti tovarki. Ako postoji interakcija tovarki i pelagičnih vrsta, to je u trenutku kada su tovarke u svojoj pelagičnoj larvalnoj i juvenilnoj fazi, kada i predatorstvo i kompeticija mogu imati ulogu. Poznato je da pelagične vrste jedu jaja i juvenilne stadije tovarki i plosnatica, a postoji znatno preklapanje u ishrani larvalnih i post-larvalnih stadija tovarki i odraslih jedinki haringe (*Clupea harengus*) i skuše (*Scomber scombrus*). Moguće da je veliki pad brojnosti haringi i skuša 1960-ih i 70-ih godina (u kojem je ribolov igrao značajnu ulogu) uzrokovao porast tovarki.

Uz brojne pokušaje analize trendova komercijalnih taksa, bilo je i pokušaja izrade matematičkih modela. Neki su autori, pod pretpostavkom da je stalna dovoljna dostupnost hrane, zaključili da se promatrani porast brojnosti stoka može objasniti većom dostupnošću hrane zbog smanjenja biomase haringe i skuše. Daan (1980) ističe da u modelu ukoliko neki stokovi opadaju, drugi trebaju rasti, pod pretpostavkom da je dostupnost hrane stalna, kao i biomasa. Vjerojatno su promjene u dominanci zajednice uzrokovane promjenama u okolišu, koje mjenjaju vjerojatnost uspjeha novačenja, prije no što su te promjene posljedica ribolova. Postoji dovoljno dokaza o promjenama u okolišu tijekom posljednjih 40 godina i one su praćene promjenama u uspješnosti razmnožavanja fitoplanktona, zooplanktona i haringe (Aebischer i sur., 1990). Kao čimbenici koji utječu na novećenje tovarki navode se: anomalije slanosti, prevladavanje zapadnih vjetrova ili sjevernih vjetrova, stres zbog vjetra, te hlađenje uzrokovano vjetrom. Ipak, dovoljno dobra objašnjenja pošasti tovarki ne postoje.

International Council for the Exploration of the Sea (ICES) - Multispecies Assessment Working Group razvila je virtualnu populacijsku analizu (VPA) za više vrsta. Glavni cilj virtualne populacijske analize za jednu vrstu (SSVPA) je rekonstruirati ribolovnu smrtnost i brojnost jedinki za svaku kohortu u stoku, koristeći podatke o ulovu. Virtualna populacijska analiza za više vrsta (MSVPA) razlikuje se od SSVPA po načinu gledanja na prirodni mortalitet. U SSVPA prirodni mortalitet opisan je veličinom M , u koju ulaze sve smrtnosti koje nisu uzrokovane ribolovom. Ukupna stopa smrtnosti dana je izrazom $e^{-(F+M)}$ gdje je F ribolovna smrtnost. MSVPA dijeli M u dvije komponente M_1 , prirodnu smrtnost kojoj se ne zna izvor, i M_2 , predacijsku smrtnost vrsta eksplicitno uključenih u model. M_1 uključuje i predaciju i druge izvore smrtnosti. Obje se metode mogu koristiti za rekonstrukciju povijesti stoka, ali i za predviđanja razvoja populacije pod različitim uzorcima ribolovne eksploatacije. Tako se može istražiti kakav je utjecaj interakcija među vrstama na upravljačke odluke. Na sastanku ICES-a 1988. istražen je utjecaj povećanja minimalne dozvoljene veličine oka mreže s 70 mm na 120 mm (Anonymous, 1988). Za bakalara (*Gadus morhua*) i ugoticu (*Merlangius merlangus*) povećanje minimalne dozvoljene veličine

oka mreže dovelo je do povećanja biomase matičnog stoka, jer velika riba uspijeva pobjeći zbog veće veličine oka mreže i nastavlja jesti. Povećanje predacijske smrtnosti kolju (*Melanogrammus aeglefinus*), koje je posljedica većeg matičnog stoka bakalara i ugotice, vodi opadanju brojnosti ugotice pri upotrebi mreže s većim veličinama oka. Na osnovu iznesenog čini se da smanjenje predacijske smrtnosti, koja se javlja kada se ribolovom ukloni velik broj predatora, ima najveći utjecaj na smrtnost manjih sjeverno-morskih ribljih vrsta. Za Sjeverno more, te su interakcije uključene u upravljanje ribarstvom.

Važno je naglasiti dominaciju plosnatice u zajednici pridnenih neciljanih vrsta. Između 1929.-1953. godine plosnatice su činile više od 70% neciljanih vrsta u pridnenim zajednicama, dok su između 1980.-1993. godine činile nešto manje od 90% (Jones i Richards, 1976). Treba napomenuti da je u sjevernim područjima Sjevernog mora ribolovni napor rijetko usmjeren na plosnatice i da ove vrste imaju veću stopu preživljavanja nakon odbacivanja. U ukupnom povećanju plosnatice ribolov vjerojatno ima veliku ulogu, ali je teško zamisliti čimbenik okoliša koji bi imao sličan učinak. Može se pretpostaviti da su ovakvi uzorci ponašanja posljedica slučajnih promjena rasta populacije, posebno kada zajednice sadrže mnogo vrsta, a promjene utječu samo na neke od njih, uglavnom na rijetke vrste. Ove analize sugeriraju da su se dogodile promjene strukture pridnene zajednice tijekom 60-ih godina, ali su one uglavnom ograničile na ciljane vrste. Iznenaduje da neciljane zajednice nisu više pogođene.

ZAKLJUČCI

Primjeri iz područja George Bank i Sjevernog mora pokazuju kako demerzalne zajednice umjerenih mora na različit način reagiraju na ribolovnu aktivnost.

Dostupni podaci pokazuju da je odgovor riblje zajednice iz područja George Bank/zaljev Maine jedan od najočitijih primjera izmjene vrsta, uzrokovan, barem djelomično, ribolovnim pritiskom. Tijekom 1980-ih brojnost glavnih pridnenih vrsta, plosnatice i druge bijele ribe, značajno je opala, kao direktna posljedica prekomjernog ribolova u tom području. Za razliku od plosnatice i druge bijele ribe, hrskavičnjače su nastavile porast tijekom 1980-ih. Hrskavičnjače su oportunistički reagirale na pad ostalih vrsta u sustavu, možda zbog veće dostupnosti hrane koju nisu konzumirale ciljane vrste. Npr. kostelj ima visoku stopu preživljavanja nakon odbacivanja, te za kostelja u Sjevernoj Americi ne postoji tržište, što može biti razlog uspjeha ovih taksa. Zanimljivo je da pad tovarki u Sjevernom moru nije povezan s povećanjem hrskavičnjača, vjerojatno zbog toga što u Europi postoji tržište za hrskavičnjače.

Analize pridnenih zajednica u Sjevernom moru sugeriraju da su se dogodile promjene strukture pridnene zajednice tijekom 60-ih godina, ali su one uglavnom bile ograničene na vrste koje su neposredno predmet ribolova. Neciljane zajednice gotovo nisu pogođene. Važno je naglasiti dominaciju plosnatice u zajednici pridnenih neciljanih vrsta u sjevernim područjima Sjevernog mora, jer je rijetko ribolovni napor usmjeren na plosnatice, a ove vrste imaju i veliku stopu preživljavanja nakon odbacivanja.

Summary

THE INFLUENCE OF FISHING ON DEMERSAL FISH POPULATIONS – TWO CASE STUDIES

G. Jelić Mrčelić*¹, M. Slišković¹, T. Alaburić²

This paper shows the trends in fish populations from demersal systems in two areas. The contrast between the Georges Bank/Gulf of Maine area and the North Sea illustrates how similar systems can respond differently.

Key words: influence of fishing, demersal species, Georges Bank/Gulf of Maine, North Sea

LITERATURA

- Aebischer, N.J., Coulson, J.C., Colebrook, J.M. (1990): Parallel long-term trends across four marine trophic levels and weather. *Nature*, 347, 753-55.
- Anonymous (1988): Report of the multispecies assessment working group. International Council for the Exploration of the Sea C.M. ASSESS., 23.
- Brown, B.E. (1987): The fishery resources. U: Backus RH, Bourve DW (Ed.), Georges Bank. MIT Press Cambridge, Mass, 408pp.
- Brown, B.E., Brennan, J.A., Grosslein, M.D., Heyerdhal, E.G., Hennemuth, R.C. (1976): The effects of fishing on the marine finfish biomass in the northwest Atlantic from the Gulf of Maine to Cape Hatteras. *ICNAF Research Bulletin*, 12, 49-68.
- Clark, S.H., Brown, B.E. (1977). Changes in biomass of finfish and squids from the Gulf of Maine to Cape Hatteras, 1963-74, as determined from research vessel survey data. *Fishery Bulletin*, 75, 1-21.
- Daan, N. (1980): A review of replacement of depleted stocks by other species and the mechanisms underlying such replacement. *Rapport et proceses-verbaux des reunions. Conseil permanent international pour l'exploration de la mer*, 177, 405-421.
- Gabriel, W. (1992): Persistence of demersal fish assemblages between Cape Hatteras and Nova Scotia. *Journal of the Northwest Atlantic Fisheries Science*, 14, 29-46.
- Hall, S.J. (1999): *The Effects of Fishing on marine Ecosystems and Communities*. Blackwell Science, Oxford.

1 Doc. dr. sc Gorana Jelić Mrčelić* (corresponding author, e-mail: gjelic@pfst.hr), doc. dr. sc. Merica Slišković (e-mail: merica@pfst.hr), University of Split, Faculty of Maritime Studies, Zrinsko-Frankopanska 38, 21000 Split, Croatia;

2 Tereza Alaburić, student, University of Split, Department of Marine Studies, Livanjska 5, 21000 Split, Croatia

- Hislop, J.R.G. (1996): Changes in North Sea gadoid stocks. *ICES Journal of Marine Science*, 53, 1146-56.
- Jones, R, Richards, J. (1976): Some observations on the inter-relationships between the major fish species in the North Sea. *ICEY CM 1976/F*, 35; 14.
- Overholtz, W.J., Tyler, A.V. (1985): Long-term responses of the demersal fish assemblage on Georges Bank. *Fishery Bulletin*, 83, 507-20.
- Overholtz, W.J., Tyler, A.V. (1986): An exploratory simulation model of competition and predation in a demersal fish assemblage on George Bank. *Transactions of the American Fisheries Society*, 115, 805-817.
- Rothschild, B.J. (1991): Multispecies interaction on Georges Bank. *ICES Marine Science Symposium*, 193, 86-92.
- Sissenwine, M.P., Brown, B.E., Palmer, J.E., Essig, R.W., Smith, W. (1982). Empirical examination of population interaction for the fishery resources off the northeast USA. *Canadian Special Publication in Fisheries and Aquatic Sciences*, 59, 82-94.

Primljeno/Received: 1. 10. 2012.

Prihvaćeno/Accepted: 7. 12. 2012.