

Usluge ekosustava

Holubek, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:130:761146>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-19**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

LUKA HOLUBEK

USLUGE EKOSUSTAVA

ZAVRŠNI RAD

VARAŽDIN, 2021.

Sazivam članove ispitnog povjerenstva
za 16. 09. 2021. u 9 sa
Obranu ovog rada kandidat će vršiti i pred
ispitnim povjerenstvom u Varaždinu
Varaždin, 02. 09. 2021.

Predsjednik
ispitnog povjerenstva

izr. prof. dr. sc. Sanja Korošić

Članovi povjerenstva

- 1) izr. prof. dr. sc. Zvezdana Stanić
- 2) izr. prof. dr. sc. Aneta Ploček Šinčić
- 3) izr. prof. dr. sc. Nikola Salarić

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

USLUGE EKOSUSTAVA

KANDIDAT:

Holubek Luka



MENTOR:

Izv.prof.dr.sc. Zvezdana Stančić

VARAŽDIN, 2021.



Sveučilište u Zagrebu
GEOTEHNIČKI FAKULTET



ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: LUKA HOLUBEK

Matični broj: 2786 - 2017./2028.

NASLOV ZAVRŠNOG RADA:

USLUGE EKOSUSTAVA

- Rad treba sadržati:
1. Uvod
 2. Ekosustav
 3. Povijest i razvoj ideje „usluge ekosustava“
 4. Usluge ekosustava u Hrvatskoj
 5. Klasifikacija usluga ekosustava
 6. Kartiranje usluga ekosustava
 7. Materijalna (novčana) procjena usluga ekosustava
 8. Primjeri novčanih procjena usluga ekosustava
 9. Diskusija
 10. Zaključci
 11. Literatura
 12. Popis slika
 13. Popis tablica

Pristupnik je dužan predati mentoru jedan uvezen primjerak završnog rada sa sažetkom. Vrijeme izrade završnog rada je od 45 do 90 dana.

Zadatak zadan: 12.03.2021.

Rok predaje: 02.09.2021.

Mentor:

Stauex

Izv.prof.dr.sc. Zvezdana Stančić



Predsjednik Odbora za nastavu:

Sanja Kovač

Izv.prof.dr.sc. Sanja Kovač

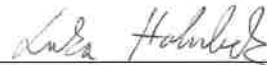
IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom: **Usluge ekosustava** rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom izv.prof.dr.sc. Zvezdana stančić

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 31.08.2021.

Luka Holubek



(Vlastoručni potpis)

IZJAVA MENTORA O POSTOTKU SLIČNOSTI ZAVRŠNOG RADA S VEĆ OBJAVLJENIM RADOVIMA

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom: Usluge ekosustava, pregledan anti-plagijat programskim paketom PlagScan te da postotak sličnosti cjelovitog završnog rada, s već objavljenim radovima, ne prelazi 20%, kao i da pojedinačni postotak sličnosti završnog rada sa svakom literaturnom referencom pojedinačno ne prelazi 5%.

U Varaždinu, 31.08.2021.

Izv.prof.dr.sr. Zvezdana Stančić
(Mentor)



(Vlastoručni potpis)

Sažetak:

Ime i prezime: Holubek Luka

Naslov rada: Usluge ekosustava

Zbog sve većeg negativnog antropogenog utjecaja na ekosustave potrebne su nove strategije za očuvanje istih. Usluge ekosustava su relativno novi pojam i prvi konkretni koraci ka primjeni istih su nastali 1977 godine. Sam proces procjene usluga ekosustava je vrlo složen zbog opsežnosti i složenosti prirodnih ekosustava i još uvijek nedovoljnog broja terenskih podataka. Jedan od načina klasifikacije usluga ekosustava koji je primijenjen i u Hrvatskoj je klasifikacija na tri osnovne usluge: usluge opskrbe, usluge regulacije, kulturološke usluge. Cilj usluga ekosustava je kartiranje i bolja analiza stanja ekosustava, procjena ekonomske vrijednosti ekosustava, poticanje različitih znanstvenih disciplina na suradnju u svrhu očuvanja usluga ekosustava, poboljšanje stanja ekosustava i njihovih usluga i podizanje razine znanja o zaštiti prirode i uslugama ekosustava. Aktualna strategija i akcijski plan zaštite prirode Republike Hrvatske za razdoblje od 2017. do 2025. godine naglašava kako je kartiranje usluga ekosustava od izuzetne važnosti.

Ključne riječi: ekosustavi, usluge, klasifikacija, procjena

Abstract:

Name and surname: Hlubek Luka

Title: Ecosystem services

Due to the growing negative anthropogenic impact on ecosystems, new strategies are needed to preserve them. Ecosystem services are a relatively new concept and the first concrete steps towards their implementation were made in 1977. The process of assessing ecosystem services itself is very complex due to the extent and complexity of natural ecosystem and the still insufficient amount of field data. One of the ways of classifying ecosystem services that has been applied in Croatia is the classification into three basic types: supply, regulation, cultural. The goal of ecosystem services is to map and better analyse the state of ecosystems, assess the economic value of ecosystem, encourage various scientific disciplines to cooperate in order to preserve ecosystem services, improve ecosystems and their services and raise knowledge about nature protection and ecosystem services. The current strategy and action plan for nature protection of the Republic of Croatia for the period from 2017 to 2025 emphasizes that mapping ecosystem services is extremely important.

Keywords: ecosystems, services, classification, assessment

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. EKOSUSTAV	3
2.1. STRUKTURA EKOSUSTAVA	4
2.1.1. Biotičke komponente	4
2.1.2. Abiotičke komponente	5
2.1.3. Interakcije biotičke i abiotičke komponente	5
2.2. VRSTE EKOSUSTAVA	6
2.2.1. Kopneni ekosustavi	6
2.2.2. Slatkovodni ekosustavi	7
2.2.3. Morski ekosustavi	8
2.2.4. Umjetni ekosustavi	8
2.3. PROCESI U EKOSUSTAVIMA	8
2.4. PROTOK ENERGIJE U EKOSUSTAVIMA	10
2.5. BIOGEOKEMIJSKI CIKLUSI U EKOSUSTAVIMA	11
2.5.1. Ciklus vode	12
2.5.2. Ciklus ugljika	12
2.5.3. Ciklus dušika	13
2.6. DINAMIKA ŽIVOTNIH ZAJEDNICA U EKOSUSTAVIMA	14
2.7. OVISNOST EKOSUSTAVA O BIOLOŠKOJ RAZNOLIKOSTI	15
3. POVIJEST I RAZVOJ IDEJE „USLUGE EKOSUSTAVA“	17
4. USLUGE EKOSUSTAVA U HRVATSKOJ	20
5. KLASIFIKACIJA USLUGA EKOSUSTAVA	22
5.1. USLUGE OPSKRBE	23
5.2. USLUGE REGULACIJE	24
5.3. KULTUROLOŠKE USLUGE	26

6. KARTIRANJE USLUGA EKOSUSTAVA	28
7. MATERIJALNA (NOVČANA) PROCJENA USLUGA EKOSUSTAVA	30
7.1. UTVRĐIVANJE GOSPODARESKE VRIJEDNOSTI USLUGA EKOSUSTAVA	31
7.2. MOTODOLOGIJA VREDNOVANJA USLUGA EKOSUSTAVA I ŠTETA U EKOSUSTAVIMA	34
8. PRIMJERI NOVČANIH PROCJENA USLUGA EKOSUSTAVA.....	37
8.1. NOVČANA PROCIJENA SVIJETSKJE BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI ..	37
8.2. EKONOMSKE ŠTETE PROUZROKOVANE ONEČIŠĆENJEM ZRAKA	39
8.3. TLO KAO USLUGA EKOSUSTAVA I NJEGOVA NOVČANA PROCJENA	40
8.4. NOVČANA PROCJENA USLUGE EKOSUSTAVA POPLAVNIH RAVNICA RIJEKA DRAVE, DUNAVA I SAVE.....	42
8.5. NOVČANA PROCJENA USLUGE EKOSUSTAVA PARKA ŠUME MARIJAN U SPLITU	45
8.6. USLUGE VODENOG ZUMBULA (<i>Pontederia crassipes</i> , Pellegrini 2018.) U EKOSUSTAVAU	47
9. DISKUSIJA.....	49
10. ZAKLJUČCI	52
11. LITERATURA	54
12. POPIS SLIKA	58
13. POPIS TABLICA.....	60

1. UVOD

Prirodna bogatstva koja pružaju ekosustavi od presudne su važnosti za funkcioniranje i održavanje života na planeti Zemlji, te izravno i neizravno pridonose dobrobiti čovječanstva. Isto tako prirodna bogatstva predstavljaju dio ukupne ekonomske vrijednosti planeta. Dobrobiti koje čovjek dobiva od prirode nazivamo uslugama ekosustava. (Biology Online, 2021)

Ekosustavi postaju sve ranjiviji zbog negativnog antropogenog učinka. Čovjek svojim negativnim djelovanjem uzrokuje degradaciju staništa, te tako čini ekosustav sve slabijim. Neki od konkretnih negativnih posljedica po usluge ekosustava su smanjenje pitke vode, smanjenje plodnog tla, gubitak prirodnih poplavnih područja, erozija tla i slično. Studija iz 2005. godine pokazuje da je više od 60 % globalnih usluga ekosustava degradirano zbog antropogenog utjecaja, uglavnom kao posljedica gospodarskih i razvojnih pritisaka. (Ruskule, i sur., 2018)

Zbog sve očitijeg uništavanja i gubitka prirodnih ekosustava pojavila se potreba za procjenjivanjem njegovog stanja (ekonomska vrijednost, kartiranje, klasifikacija usluge), kako bi se moglo na odgovarajući način njima upravljati, te pokušati popraviti nastalu i spriječiti moguću buduću štetu. (Costanza, i sur. 2017) Ciljevi usluga ekosustava su učiniti prirodne vrijednosti vidljivijima ne stručnoj populaciji, donošenje kvalitetnih strateških odluka na nižim (lokalnim) i višim (nacionalnim, kontinentalnim) razinama uz pomoć korištenja najnovijih pristupa i znanstvenih spoznaja u skladu s održivim korištenjem prirodnih dobara. (HAOP, 2017)

Pomoću kartiranja i procjene stanja ekosustava i njihovih usluga povećava se znanje i iskustvo, te se usluge ekosustava nameću kao prvi korak ka definiranju prioriteta za održavanje i poboljšanje prirodnog kapitala.

Nakon kartiranja i procjene stanja ekosustava slijedi ekonomska procjena ekosustava, odnosno procjena svih dobiti i troškova na razini ekosustava. Pomoću ekonomske procjene dobit će se informacije o tome na koji način ekonomija ovisi o prirodnom kapitalu. (NN 72/17)

Inženjerstvo okoliša je relativno nova multidisciplinarna znanost, slično kao i koncept usluge ekosustava. Ukoliko u budućnosti koncept usluga ekosustava dobije veću primjenu mogao bi poslužiti za bolji nadzor trenutnog stanja u okolišu, u vidu negativnog učinka ispušnih plinova, industrijskih voda, komunalnih otpadnih voda, komunalnog otpada, odlagališta otpada, spalionica otpada, erozije tla itd. Isto tako uz pomoć koncepta usluga ekosustava mogao bi se raditi precizniji monitoring na obnovljenim prirodnim staništima, saniranim odlagalištima otpada, saniranim kopovima ruda itd.

2. EKOSUSTAV

Ekosustav se sastoji od biotičke i abiotičke komponente koje djeluju zajedno i međusobno se upotpunjuju. U biotičke komponente spadaju sva živa bića dok u abiotičke komponente spadaju nežive tvari. Definicija znanosti o ekosustavu podrazumijeva ekološku zajednicu koja se sastoji od različitih populacija organizama koji žive zajedno u određenom staništu.

Prirodne znanosti poput ekologije i geografije definiraju ekosustav kao zemljopisno područje u kojem organizmi, vrijeme i krajolik rade zajedno kako bi stvorili „mjhurić života“. U biologiji se ekosustav definira kao temeljna jedinica prirode. Kao što se živi organizam sastoji od stanica koje djeluju kao strukturne i funkcionalne jedinice živog organizma, priroda se također sastoji od temeljnih jedinica koje se nazivaju ekosustavi. Jednostavna definicija ekosustava glasila bi: „živi organizmi plus okoliš, zajedno daju ekosustav“. Neke od različitih vrsta ekosustava mogu se vidjeti na slici 1. (Biology Online, 2021)

Etimološki se značenje i podrijetlo riječi ekosustava može pratiti od starogrčke riječi oikos (eko) što u prijevodu znači „dom“ ili u ovom kontekstu „mjesto na kojem se odvija život“. Riječ ekosustav, odnosno na engleskom „ecosystem“ je 1930-ih godina izmislio Britanski botaničar Arthur Roy Clapham. Značenje riječi „ecosystem“ bi bilo, eco (na Hrvatskom „eko“, na starogrčkom „oikos“)-„dom“ i system (na Hrvatskom „sistem“)- „organizirano tijelo“. (Biology Online, 2021)

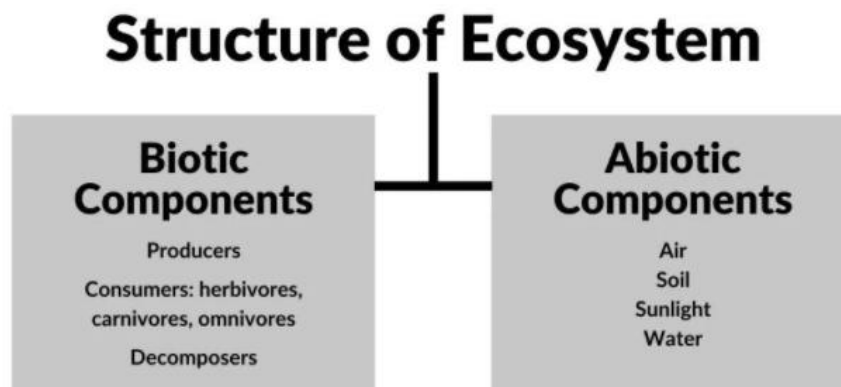


Slika 1. Slikovni prikaz ekosustava

(http://www.aboutvalues.net/ecosystem_services/)

2.1. STRUKTURA EKOSUSTAVA

Ekosustav se strukturno sastoji od dvije komponente, koje nazivamo biotička i abiotička. U tekstu na slici 2. možemo vidjeti sastavnice biotičkih (proizvođači, potrošači, razlagači) i abiotičkih (zrak, tlo, voda, sunčeva svjetlost) komponenti ekosustava. (Biology Online, 2021)



Slika 2. Sastav biotičkih i abiotičkih komponenti ekosustava

(<https://www.biologyonline.com/dictionary/ecosystem>)

2.1.1. Biotičke komponente

Biotičke komponente uključuju sva živa bića. U osnovi postoje dvije glavne vrste živih bića a to su eukarioti i prokarioti.

Eukarioti su karakteristični po tome što u svojim stanicama imaju organele omeđene membranom (poput jezgre). Primjeri eukariota su biljke, životinje, gljive i protisti.

Prokarioti su organizmi kojima nedostaju organele omeđene membranom. Prokariote predstavljaju bakterije i arheje..

Svaki od organizama ima svoju ulogu u ekosustavu, kako bi ekosustav mogao funkcionirati. Na primjer, biljke imaju u svojim stanicama kloroplast, koji im omogućava da stvaraju energiju iz prikupljene sunčeve svjetlosti. Zatim biljke iz svoje okoline uzimaju ugljični dioksid i vodu, te uz pomoć prikupljene energije dobivene od sunca ugljik i vodu pretvaraju u šećer. (Biology Online, 2021)

Budući da su biljke sposobne same proizvoditi hranu procesom fotosinteze, nazivamo ih i proizvođačima.

Uz proizvođače postoje i potrošači. Hrane se proizvođačima i služe kao izvor hrane višim razinama potrošača.

Primjeri potrošača su životinje. Životinje koje se hrane biljkama nazivamo biljojedima, dok životinje koje se hrane mesom, nazivamo mesojedima. Organizmi koji se hrane i biljnom i životinjskom hranom, nazivamo svejedima. (Biology Online, 2021)

2.1.2. Abiotičke komponente

Abiotičke komponente uključuju sve nežive tvari kao što su stijene, tlo, minerali, voda i zrak. Slično biotičkim komponentama i abiotičke komponente imaju svoju ekološku ulogu. Na primjer, kemijski elementi i spojevi služe kao izvori hranjivih sastojaka. Kemijski elementi su neophodni za rast i razvoj metabolizma organizama. Osim što pružaju hranjive sastojke, organizmima pružaju i mjesto za život i napredovanje, u obliku staništa. (Biology Online, 2021)

2.1.3. Interakcije biotičkih i abiotičkih komponenata

Biotičke i abiotičke komponente međusobno djeluju kao sustav i međusobno su povezane biogeokemijskim ciklusima i protocima energije. Na primjer, energija i hranjive tvari ulaze u sustav putem autotrofnih organizama. Autotrofni organizmi su organizmi koji provode fotosintezu, te u njih spadaju npr. biljke i zelene alge. Heterotrofni organizmi, kao na primjer životinje, hrane se autotrofnim organizmima. Taj odnos autotrofnih i heterotrofnih organizama čini da se energija i hranjive tvari kreću kroz sustav. Smrt organizama potiče razgradnju od strane razlagača. Postupkom razgradnje hranjive tvari vraćaju se u okoliš kako bi ih organizmi ponovno iskoristili, te na taj način energija isto ostaje u sustavu. (Biology Online, 2021)

Biotičke i abiotičke komponente također mogu poslužiti kao ekološki čimbenici koji utječu na ekosustav. Biotički sastojci čija biološka aktivnost stvara utjecaj na ekosustav nazivaju se biotičkim čimbenicima.

Abiotički čimbenici uključuju nežive tvari i fizičke aspekte u ekosustavu, poput klime, temperature i pH vrijednosti.

Primjer biotičkog čimbenika je opseg grabežljivosti u ekosustavu. Ako dođe do povećanja broja grabežljivaca, vjerojatno će se povećati aktivnost grabežljivosti. To bi pak moglo znatno smanjiti gustoću naseljenosti njihovog plijena. Ako je njihov plijen ključna vrsta, što znači da druga skupina organizama ovisi o njima (plijenu) za preživljavanje, onda bi pad (ili još gore, izumiranje) ovih ključnih vrsta također mogao dovesti do pada (ili još gore, izumiranja) populacije organizama koji se oslanjaju na njih.

Abiotički čimbenici kao i biotički, mogu regulirati veličinu ili gustoću populacije vrste. Na primjer, kisela kiša, koja ima visoku razinu vodikovih iona, može imati štetne učinke na tlo (npr. erozija), biljke i vodene životinje osjetljive na nizak pH. (Biology Online, 2021)

2.2. VRSTE EKOSUSTAVA

Postoje 4 vrste ekosustava: kopneni, slatkovodni, morski i umjetni. Kopneni, slatkovodni i morski sustav se prirodno javljaju u različitim biomima (biom - kontinuirana područja sa sličnim ekogeografskim uvjetima, biljnim i živoinjskim zajednicama). Veličina ekosustava varira od najmanjih mikro-ekosustava (npr. ekosustav stablo), do najvećih oceanskih ekosustava. (Biology Online, 2021)

2.2.1. Kopneni ekosustavi

Primjeri kopnenih ekosustava su šumski ekosustavi, travnjački ekosustavi, ekosustavi tundre i pustinjski ekosustavi.

Šumski ekosustavi se sastoje od raznih biljaka, osobito drveća. Zbog obilja biljaka koje služe kao proizvođači, ovi ekosustavi obiluju životom. U šumskim ekosustavima, osim puno biljaka ima i puno životinja. Šumski ekosustavi su veliki izvor vode te pomažu u održavanju zemljine temperature.

Također, šumski ekosustavi su vrlo bitan segment u prirodnom skladištenju ugljikovog dioksida (CO_2). (Biology Online, 2021)

Travnjački ekosustavi obično se nalaze u tropskim ili umjerenim regijama. U travnjačkom ekosustavi dominiraju trave. Životinje koje se obično nalaze u ovoj vrsti ekosustava su životinje na ispaši - biljojedi, poput stoke, koza i jelena.

Ekosustavi tundre u sustavi bez drveća, s niskom vegetacijom i pokriveni snijegom veći dio godine. Snijeg se kratko topi u proljeće i ljeto, stvarajući plitke bare. Za taj ekosustav karakteristični su lišajevi. Zbog leda koji prekriva kopno u tundri, ova vrsta ekosustava važna je u regulaciji Zemljine temperature. Također služi kao rezervoar za vodu (u obliku leda i snijega).

Pustinjski ekosustavi javljaju se u pustinjskim područjima. Pustinja su obično suhe i vjetrovite. Neke od njih sadrže pješčane dine, druge, uglavnom šljunak i stijene. Organizmi u pustinji nisu toliko raznoliki i brojni kao oni u šumama, ali imaju razvijene posebne prilagodbe na manjak vode. Biljke koje se obično nalaze u pustinji su otporne na visoke temperature, kao što su kaktusi. (Biology Online, 2021)

2.2.2. Slatkovodni ekosustavi

Slatkovodni ekosustavi su vodeni ekosustavi koji sadrže slatku vodu. U njima žive brojni organizmi. Dvije su glavne vrste slatkovodnih ekosustava: lentski i lotički ekosustavi.

Sustavi kao što su močvare, bare, jezera su lentski sustavi. Lentski sustavi su zatvorena vodena tijela bez protoka ili strujanja vode koja se tokom vremena zadržava. U lentskim sustavima razlikujemo tri različita sloja vodenog stupca: najgornji odnosno površinski sloj vodnog stupca - epilimnion, zatim srednji sloj s promjenjivim kemijskim i fizičkim karakteristikama - metilimnion, te najdonji sloj u kojem je temperatura najstabilnija - hipolimnion. Biljke i životinje se u te tri zone razlikuju.

Lotički ekosustavi su vodeni ekosustavi koje karakterizira voda koja slobodno teče. Primjeri lotičkog ekosustava su rijeke i potoci. Mnoge biljke i životinje u tim ekosustavima imaju prilagodbe koje im pomažu da se nose sa silom strujanja i različitim uvjetima koje donosi tekuća voda. (Biology Online, 2021)

2.2.3. Morski ekosustavi

Morski ekosustavi su vodeni ekosustavi koji sadrže slanu vodu. Primjeri morskih ekosustava su slana močvarna područja, koraljni grebeni, šume mangrova, duboko more, hidrotermalni izvori na morskom dnu itd.

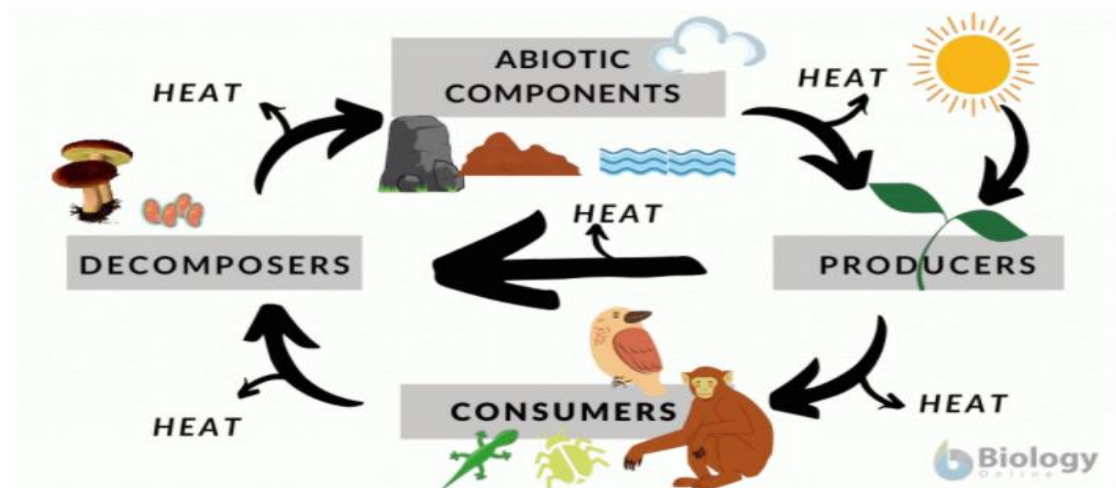
Posebno su oceanski ekosustavi važan izvor atmosferskog kisika zbog velike populacije autotrofnih algi koje oslobađaju kisik fotosintezom. Oceanski ekosustavi smatraju se najrasprostranjenijom vrstom ekosustava na svijetu. (Biology Online, 2021)

2.2.4. Umjetni ekosustavi

Umjetni ekosustavi su stvoreni od strane čovjeka, odnosno antropogenim putem. Umjetni ekosustavi se mogu dalje klasificirati kao kopneni, slatkovodni i morski. Primjeri umjetnih ekosustava su terarij, akvarij itd. Mnogi umjetni ekosustavi izgrađeni su u svrhu očuvanja, estetike i proučavanja biologije i ekologije. (Biology Online, 2021)

2.3. PROCESI U EKOSUSTAVIMA

Ekološki sustavi održavaju se nizom bioloških, fizikalnih i kemijskih procesa. Procesi u ekosustavima podrazumijevaju primarnu proizvodnju (pretvaranje sunčeve energije u organsku tvar fotosintezom), kruženje ugljika, kruženje hranjivih tvari (dušik, fosfor), kruženje vodika, kruženje kisika i drugih biogenih elemenata, iz fizičkog okoliša kroz biološke organizme i natrag u fizičko okruženje. Zajedno, ekološki procesi proizvode organsku tvar, prenose ugljik i hranjive tvari, potiču stvaranje tla i omogućuju razmnožavanje organizama. Primjer povezanosti sastavnica ekosustava i procesa koji sastavnice potiču su prikazane na slici 3. (EPA, 2020)



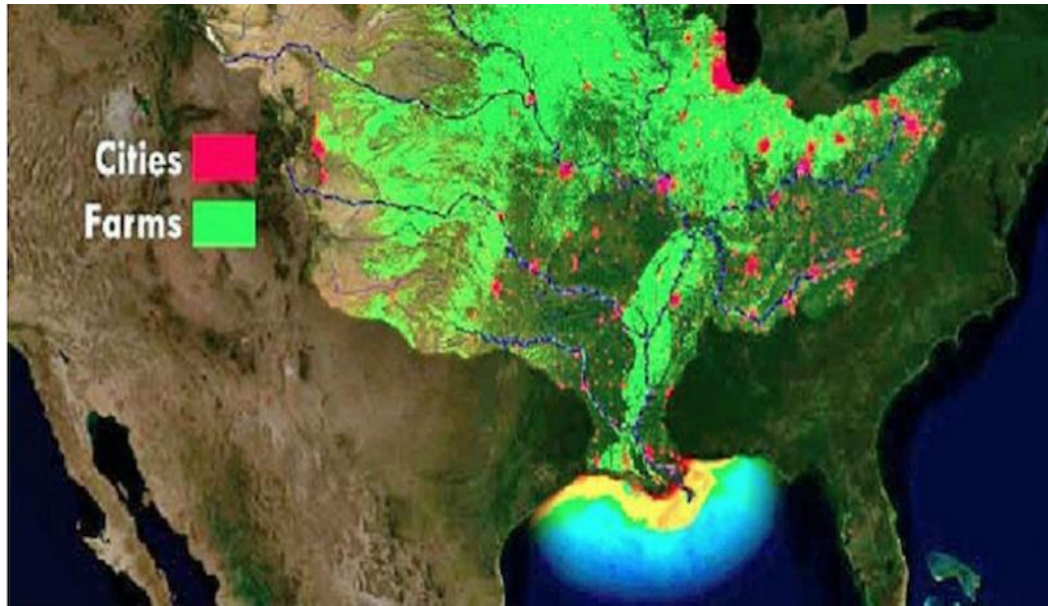
Slika 3. Ekološki procesi i njihovo kruženje

(<https://www.biologyonline.com/dictionary/ecosystem>)

Procesi u ekosustavima također igraju važnu ulogu u pružanju usluga ekosustava. Ekološki procesi, kao što su primarna proizvodnja, utječu na opseg, rasprostranjenost i biološku raznolikost sustava.

U primarne proizvođače spada veliki broj organizama od mikroskopskih cijanobakterija, oceanskih algi do raznih vrsta drveća. Na primarnu proizvodnju utječe dostupnost hranjivih sastojaka. Ako se primarna proizvodnja smanji, protok energije prema višim trofičkim razinama smanjuje se, što potencijalno ugrožava održivost populacija životinja koje se hrane biljkama. (EPA, 2020)

Previše primarne proizvodnje također može uzrokovati probleme. Na primjer kada jezera dožive preopterećenje hranjivim tvarima dolazi do eutrofikacije. Takvi eutrofni uvjeti mogu promijeniti sastav životinjskog i biljnog svijeta i rezultirati smanjenom razinom kisika zbog razgradnje organske tvari. „Mrtva zona“ u Meksičkom zaljevu primjer je negativnog učinaka prekomjerne količine hranjivih tvari, odnosno prekomjerne primarne proizvodnje. Na slici 4 prikazan je Meksički zaljev na kojem je označeno područje žuto- crvenom bojom osiromašeno kisikom, a samim time i bioraznolikošću. Uzrok smanjenja kisika i bioraznolikosti je prekomjerna količina hranjivih tvari. (EPA, 2020)



Slika 4. Mrtva zona Meksičkog zaljeva prouzrokovana preopterećenjem hranjivim tvarima

(<https://www.workboat.com/coastal-inland-waterways/noaa-sees-very-large-dead-zone-for-gulf-of-mexico>)

2.4. PROTOK ENERGIJE U EKOSUSTAVIMA

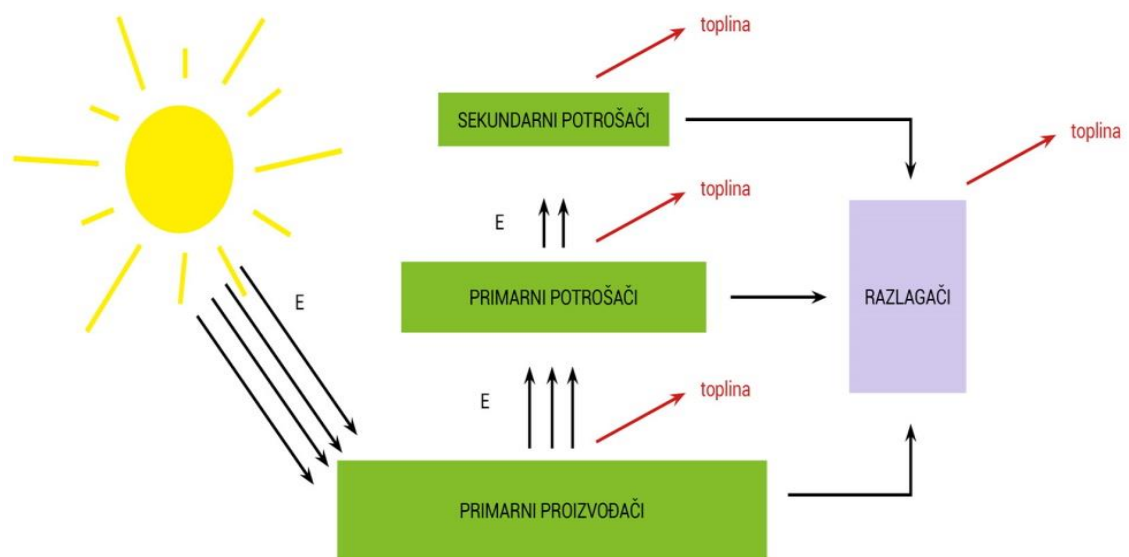
Energija je uzrok stalnih promjena u ekosustavu. Protok energije je osnova svih interakcija unutar ekosustava a najveći izvor energije je sunčeva energija.

Protoka energije je prijenos energije sa sunca prema svakoj slijedećoj razini prehrambenog lanca. Svaka razina protoka energije u prehrambenom lancu u ekosustavu označena je trofičkom razinom, koja se odnosi na položaj koji određuje organizam ili skupinu. Početak lanca, koji se nalazi na dnu energetske piramide, prva je trofička razina pod koju spadaju proizvođači ili autotrofi. (Walsh, E., 2019)

Proizvođači ili autotrofi fotosintezom pretvaraju sunčevu energiju u korisnu kemijsku energiju koja dalje protječe kroz više trofičke slojeve u obliku hrane. Slijedeća razina u prehrambenom lancu je druga trofička razina u koju spadaju primarni potrošači.

Pod primarne potrošače, ubrajaju se biljojedi i svejedi koji jedu proizvođače, biljke i/ili alge. Svaki slijedeći korak u prehrambenom lancu ekvivalentan je novoj trofičkoj razini.

Tako u hranidbenoj piramidi nakon biljojeda slijede mesojedi ili svejedi koji biljojede koriste kao izvor hrane odnosno energiju. Protok energije u ekosustavu prikazan je na slici 5. (Walsh, 2019)



Slika. 5. Protok energije u ekosustavu

(<https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/074ffbb3-a1b7-4fe1-9f4a-1ea3539d642d/biologija-1/m04/j01/index.html>)

2.5. BIOGEOKEMIJSKI CIKLUSI U EKOSUSTAVIMA

Svi se elementi na Zemlji uvijek iznova recikliraju. Elementi poput kisika, ugljika, dušika, fosfora i sumpora bitni su sastojci koji izgrađuju organizme.

Biogeokemijski ciklusi odnose se na protok takvih kemijskih spojeva između organizama i fizičkog okoliša. Tvari koje organizmi uzimaju prolaze kroz hranidbeni lanac i vraćaju se u tlo, zrak i vodu mehanizmima poput disanja, izlučivanja i razgradnje.

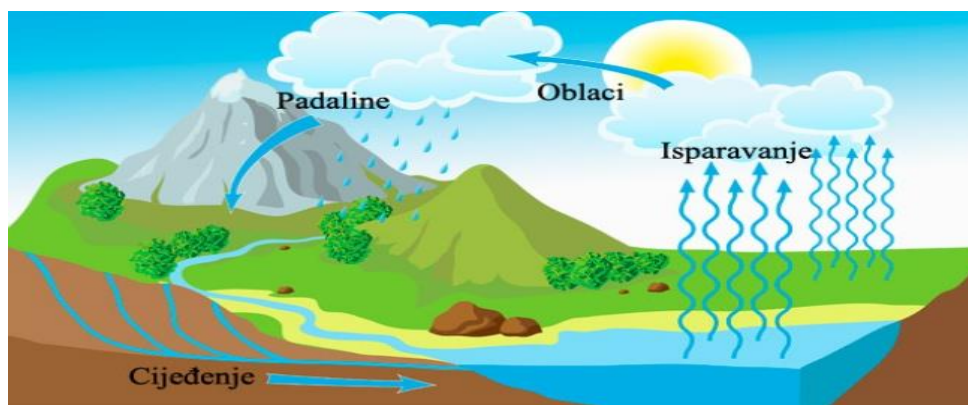
Kako se kemijski spojevi kreću kroz ovaj ciklus, često se stvaraju novi spojevi s drugim elementima. Novi kemijski spojevi su rezultat metaboličkih procesa u živim tkivima, procesa prirodnih reakcija u atmosferi, hidrosferi ili litosferi.

Takva ciklička izmjena materijala između živih organizama i njihove nežive okoline naziva se biogeokemijski ciklus.

Neki od važnijih biogeokemijskih ciklusa su: ciklus ugljika, ciklus dušika, ciklus vode, ciklus kisika, ciklus fosfora, ciklus sumpora. (Tutorialspoint, 2021)

2.5.1. Ciklus vode

Isparavanjem vode sa vodenih površina (oceana, rijeka, jezera) i transpiracijom biljaka nastaje vodena para u atmosferi. Vodena para se na niskim temperaturama u višim slojevima atmosfere hladi i kondenzira dajući oblak. Zatim ohlađena vodena para na kraju se vraća na Zemlju u obliku oborina, te se time zatvara ciklus kruženja vode u atmosferi koji je prikazan na slici 6. (Tutorialspoint, 2021)



Slika 6. Ciklus kruženja vode u prirodi

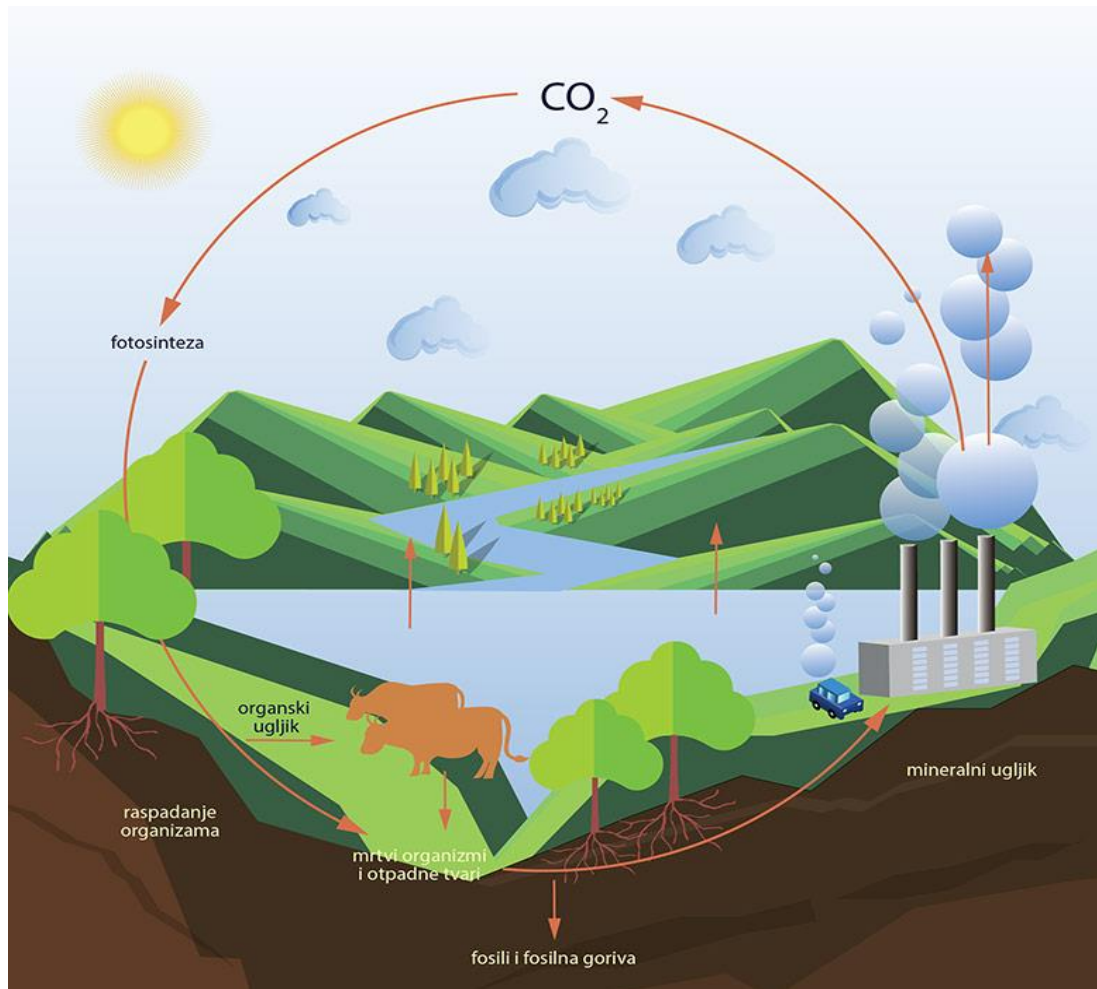
(<https://vodaizvorzivota.weebly.com/kru381enje-vode-u-prirodi.html>)

2.5.2. Ciklus ugljika

Ugljik ulazi u primarne proizvođače u obliku ugljičnog dioksida kroz proces fotosinteze pri čemu nastaje ugljikohidrati. Ti se organski spojevi (hrana) prenose od proizvođača do potrošača (biljojedi i mesojedi).

Taj se ugljik ponovno vraća u okolni medij postupkom disanja i razgradnje mrtve organske tvari od strane razlagača.

Ugljik se također oslobađa tijekom izgaranja fosilnih goriva nafte, ugljena, zemnog plina. Izvore ugljika i njegov proces kruženja prikazan je u grubo na slici 7. Atomi ugljika se nalazi u gotovo svim sastavnicama ekosustava. (Tutorialspoint, 2021)



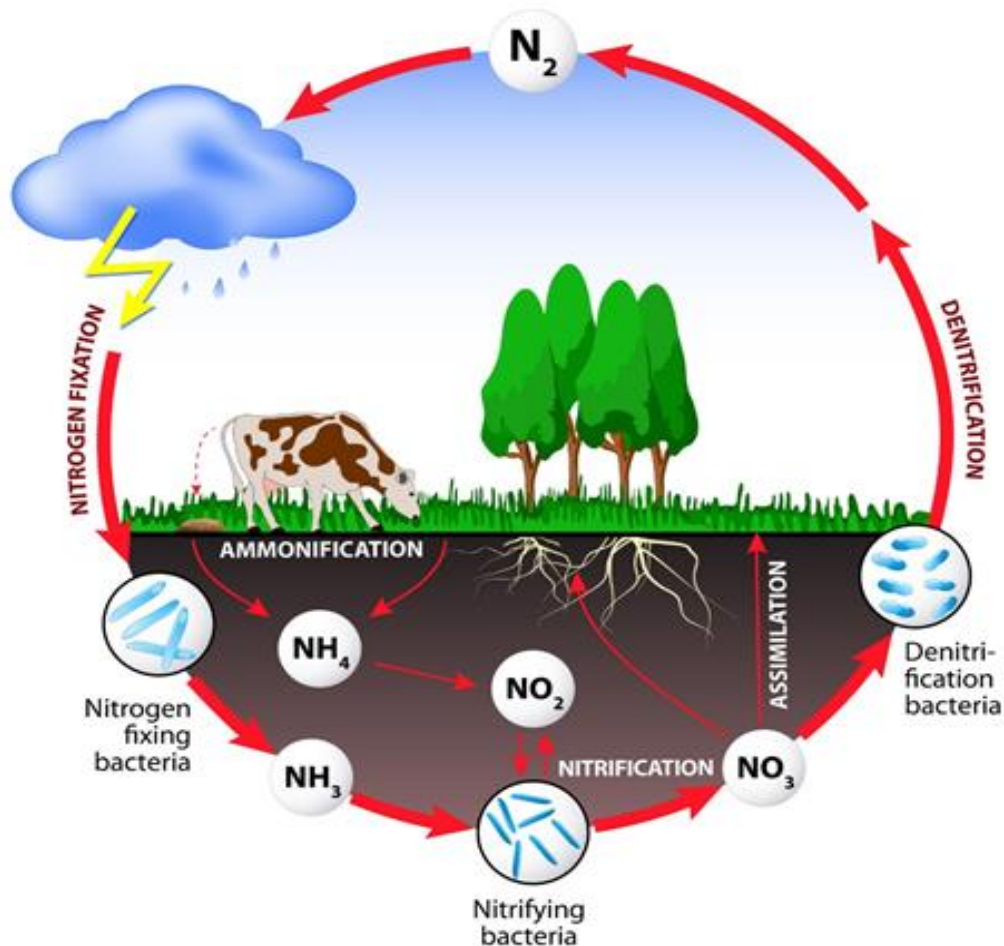
Slika 7. Ciklus kruženja ugljika u prirodi

(<https://hr.izzi.digital/DOS/56948/57758.html>)

2.5.3. Ciklus dušika

Dušik je u atmosferi prisutan u elementarnom obliku (N₂) i kao takav ga većina živih organizama ne može koristiti. Elementarni dušik iz zraka fiksiraju određene vrste bakterija i pretvaraju u nitrata i amonij ione i u takvom obliku ga mogu koristiti biljke.

Dušik se kontinuirano ispušta u zrak djelovanjem mikroorganizama kao što su denitrificirajuće bakterije i tako se vraća u atmosferu (slika 8). (Tutorialspoint, 2021)



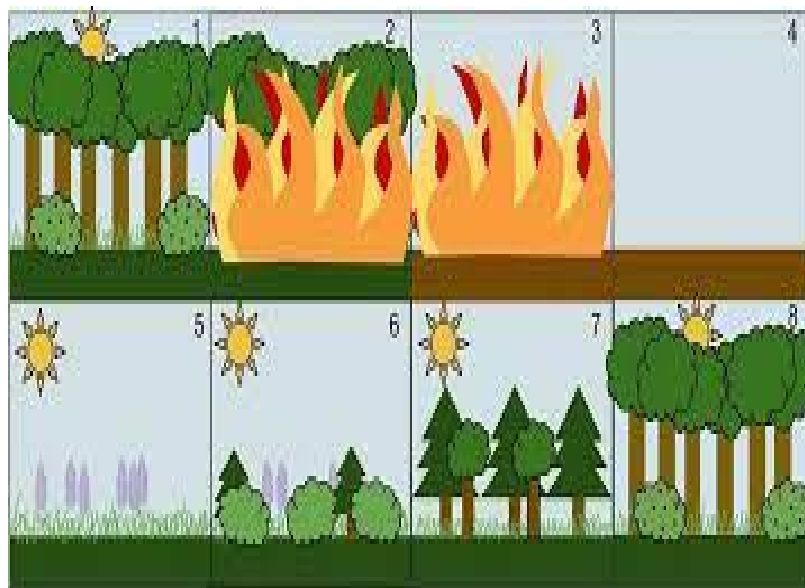
Slika 8. Ciklus kruženja dušika u prirodi

(https://www.tutorialspoint.com/environmental_studies/environmental_studies_energy_flow_in_ecosystem.htm)

2.6. DINAMIKA ŽIVOTNIH ZAJEDNICA U EKOSUSTAVIMA

Ekosustavi su dinamični. Njihov se sastav i struktura može s vremenom mijenjati, posebno kada se dogodi neki poremećaj u sustavu. Na primjer, vulkanska erupcija prirodni je poremećaj koji može stvoriti novo zemljište, otvoreno za kolonizaciju novih organizama na opustošenom tlu. Često su prve vrste koje koloniziraju neplodnu zemlju lišajevi.

Prve vrste koje dolaze na neplodno tlo izmjenjuju stanje okoliša biološkim aktivnostima, koje će tlo napraviti pristupačnijim za život većeg broja novih organizama. Progresivna zamjena jedne dominantne vrste ili zajednice drugom naziva se sukcesija. Sukcesija se nastavlja dok se ne uspostavi vrhunac, što znači da je ekosustav postigao stabilnost i neće se dogoditi daljnja sukcesija, osim ukoliko drugi poremećaj ne poremeti ekološku ravnotežu, što je prikazano na slici 9. (Vrčec, 1997)



Slika 9. Prikaz poremećaja ekosustava uzrokovan požarom (1,2,3,4) i ponovna uspostava ravnoteže ekosustava putem sukcesije (5,6,7,8).

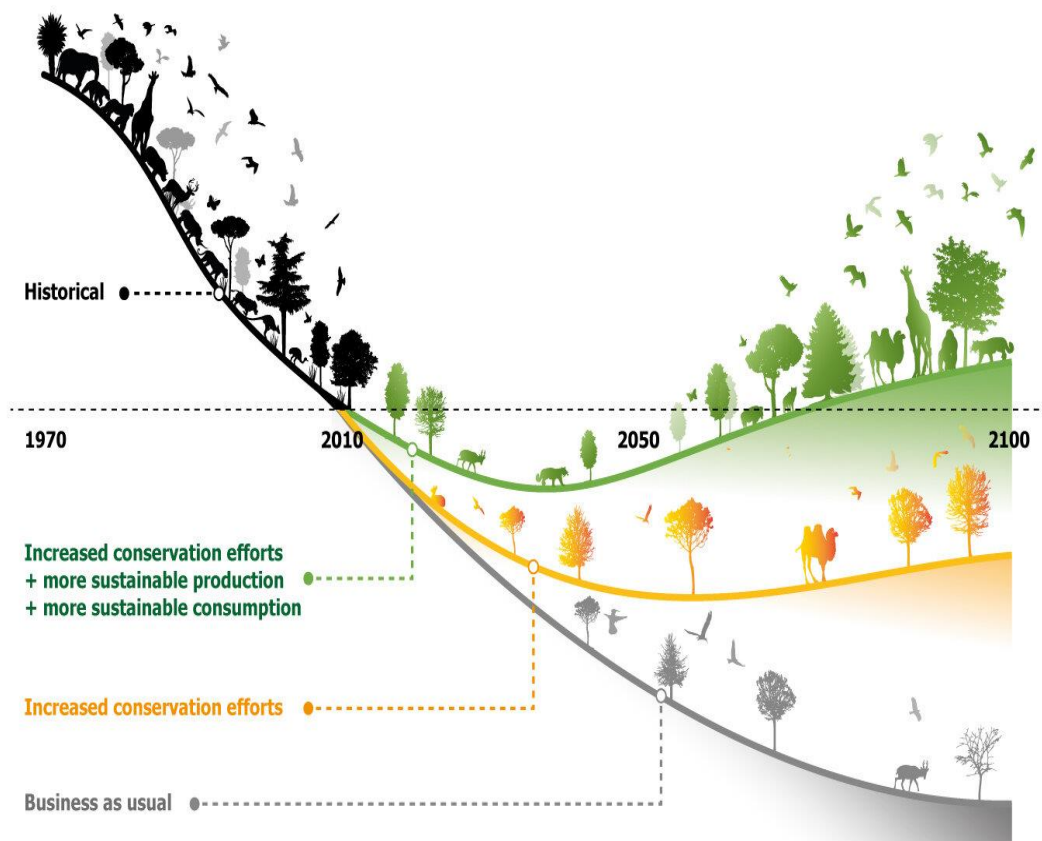
(https://www.pmf.unizg.hr/_download/repository/6_Osnove_ekologije_-_EKOLOGIJA_BILJNIH_ZAJEDNICA.pdf)

2.7. OVISNOST EKOSUSTAVA O BIOLOŠKOJ RAZNOLIKOSTI

Ekosustavi su odgovorni za kruženje hranjivih tvari i za omogućavanje protoka energije. Razni biološki, fizički i kemijski čimbenici djeluju zajedno na održavanju stabilnosti tih sustava na Zemlji. Biološka raznolikost bitna je za funkcioniranje ekosustava. Biološka raznolikost odnosi se na biotske komponente.

Što su biotske komponente raznolikije, ekosustav će biti „zdraviji“ i otporniji na promjene. To je zato što svaka vrsta ima važnu ulogu u ekosustavu. Velika raznolikost u ekosustavu može pomoći u poboljšanju produktivnosti i time stabilizirati funkcioniranje ekosustava. (Biology Online, 2021)

Na slici 10. je prikazano predviđanje kakva će bioraznolikost biti na Zemlji ukoliko se poduzmu mjere zaštite uz dodatnu održivu proizvodnju i konzumaciju (zelena boja), samo mjere zaštite (bez održivog gospodarenja) (žuta boja) i ne poduzimanje nikakve mjere i nastavak trenutnog načina gospodarenja (siva boja).



Slika 10. Mogući scenariji za biološku raznolikost u budućnosti

(<https://phys.org/news/2020-09-biodiversity-loss.html>)

3. POVIJEST I RAZVOJ IDEJE „USLUGE EKOSUSTAVA“

Vrijeme kad su ljudi postali svjesni koristi koje im pruža ekosustav nije točno definirano. Pretpostavlja se da se ta svijest počela javljati prije 1.8 - 0.2 miliona godina. Postoje brojni primjeri koji upućuju na promišljanje čovjeka o važnosti prirode. U bližoj nam povijesti, Grčki filozof Platon (400. godina p.n.e.), spominje kako krčenje šuma može dovesti do erozije tla i isušivanja izvora. Indijanski poglavica Seattle (1786. do 1886. godine) obraćajući se „bijelome čovjeku“ u dijelu svoga pisma opisuje odnos čovjeka i ekosustava; „...zemlja ne pripada čovjeku; čovjek pripada zemlji. To mi znamo. Sve stvari povezane su kao krv koja ujedinjuje obitelj. Što god snađe zemlju, snaći će i sinove zemlje. Čovjek ne tka tkivo života; on je samo nit u tome. Što god čini tkivu, čini i sebi samome.“ (Huber, i sur. 2015)

Pojam „usluge ekosustava“ prvi put se pojavio u akademskoj literaturi 1977. godine u časopisu Science, gdje je Walter Westman objavio članak pod naslovom “ How Much Are Nature’s Services Worth?” (Koliko vrijede usluge ekosustava?). Gubitak „usluga ekosustava“ počinje biti sve vidljiviji u drugoj polovici 20. stoljeća, jer su se prirodni resursi zbog antropogenog utjecaja počeli sve brže trošiti. Od tog razdoblja (sredine 20. stoljeća), razumijevanje za ekologiju je postajalo sve veće, od strane politike, ekonomije i običnih građana. U periodu 1980-ih godina uspostavljeno je transdisciplinarno područje poznato kao “ekološka ekonomija” s ciljem premošćivanja jaz između ekonomije i ekologije. Istovremeno ekološka ekonomija prihvaća i druga polja istraživanja kao što su psihologija, politologija i znanosti o zemaljskom sustavu. Isto tako ekološka ekonomija nastoji povezati akademski rad sa praktičnim i tradicionalnim znanjem. (Costanza, i sur. 2017)

Ključni događaj u povijesti usluga ekosustava bio je sastanak u listopadu 1995. u New Hampshireu. Sastanak je organiziran u svrhu izrade knjige o uslugama ekosustava. Gretchen Daily je odabran za urednika knjige. Knjiga je objavljena 1997. godine pod naslovom “ Societal dependence on natural ecosystems“.

Neka od poglavlja u knjizi obuhvaćaju teme kao što su definicije usluga ekosustava, povijest usluga ekosustava, ekonomija vrednovanja usluga ekosustava, sveobuhvatne usluge poput klime i biološke raznolikosti, usluge koje pružaju različite vrste ekosustava. (Costanza, i sur. 2017)

Godine 1996. nastala je ideja od strane 13 znanstvenika iz prirodnih i društvenih znanosti da se održi radionica pod nazivom "The Total Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital" ("Ukupna vrijednost usluga ekosustava i prirodnog kapitala"). Cilj projekta je bio da se proba u grubo novčano procijeniti kolika je sveukupna vrijednost usluga ekosustava Zemlje na godišnjoj razini. Procjenu su napravili na način da su odredili konstantnu vrijednost (pomoću do tada napravljenih znanstvenih radova) po hektaru određenog ekosustava, koji je bio najviše približno sličan svim ostalima. Tu procjenu su napravili za svaku vrstu ekosustava. Iznos koji su izračunali za sveukupne usluge ekosustava na Zemlji na godišnjoj razini kretao se je od 16 – 54 bilijuna USD dolara, odnosno prosječno 33 bilijuna USD dolara godišnje. (Costanza, i sur. 2017)

Godine 1997. procjena usluga ekosustava bila je znatno veće od ukupnog svjetskog BDP-a (bruto društvenog proizvoda) koji je iznosio 31.44 trilijuna USD dolara. (The World Bank, 2021)

Napravljena globalna procjena usluga ekosustava, mora se uzeti s velikom rezervom (nesigurnosti), te se na nju treba gledati kao na minimalnu procjenu.

Neki kritičari su bili iznenađeni zbog preniskog iznosa, a neki zbog previsokog iznosa. Neki kritičari su smatrali da je taj potez same procjene bio prostački i vulgaran. (Costanza, i sur. 2017)

Cilj projekta sa socijalnog gledišta je bio taj da se pokaže kako su usluge ekosustava važnije za čovjeka od čovjekovo materijalno blagostanje.

Do tada ekonomska računica je uzimala u obzir samo prodajnu vrijednost robe. Tako su vrijednost drveća procjenjivali samo kroz drvnu masu, dok su uslugu regulacije klime, zaštitu od erozije, kontrolu poplava, pružanje rekreacijskih i estetskih usluga itd. zanemarivali. (Costanza, i sur. 2017)

Koncept "usluge ekosustava" je stekao priznanje među kreatorima politike kada su Ujedinjeni narodi 2005. objavili rezultate projekta „Procjena milenijskih ekosustava” .

Procjeni milenijskih ekosustava započete su 2001. godine i u njima je sudjelovalo preko 1300 međunarodnih stručnjaka. Studija je pružila sveobuhvatnu, globalnu procjenu utjecaja čovjeka na ekosustave i njihove usluge, analizu stanja i trendova ekosustava, kao i moguća rješenja za obnovu, održavanje i održivu upotrebu. Studija napravljena 2005 godine pokazala je da je 60% područja koja pružaju usluge ekosustava pod nekim oblikom degradacije. (Genevien, i sur. 2019)

Kartiranje i procjena usluga ekosustava postale su visoko na dnevnom redu svih država članica EU-a nakon usvajanja Strategije bioraznolikosti EU-a do 2020.godine. Od 2011. godine pomoću definiranja i kartiranja usluga ekosustava strategija je imala za cilj zaustaviti gubitak biološke raznolikosti i degradaciju usluga ekosustava u EU do 2020. godine i obnoviti ekosustave koliko je to moguće. (Genevien, i sur. 2019)

Republika Hrvatska nema veliki postotak degradacije prirodnih staništa, što se može i vidjeti na slici 11. gdje su crvenom bojom označene površine pod velikim pritiskom degradacije, dok su površine označene zelenom bojom pod umjerenim pritiskom degradacije. (Agencija za zaštitu okoliša, 2015)



Slika 11. Karta pritisaka i prijetnji na prirodne vrijednosti (dio teritorija RH, kontinentalna Hrvatska, Istra i sjeverni Jadran).

(<http://envi.azo.hr/?topic=6>)

4. USLUGE EKOSUSTAVA U HRVATSKOJ

Aktualna Strategija i akcijski plan zaštite prirode Republike Hrvatske za razdoblje od 2017. do 2025. godine naglašava kako je kartiranje usluga ekosustava od izuzetne važnosti. Unutar strateškog cilja 4 koji podrazumijeva povećanje znanja i dostupnosti podataka o prirodi, kao posebni cilj 4.3 navodi se vrednovati i kartirati usluge ekosustava u svrhu procjene njihovog stanja i poboljšanja te uz njega veže aktivnosti navedene u Tablici 1.

Tablica 1. Aktivnosti vezane uz strateški cilj 4.3

Aktivnosti	Pokazatelji provedbe
4.3.1 Kartirati usluge ekosustava i napraviti analizu stanja ekosustava	Revidirana karta usluga ekosustava na nacionalnoj razini. Izrađena lista prioriteta za obnovu i poboljšanje ekosustava i njihovih usluga.
4.3.2 Na dodatnim pilot područjima procijeniti ekonomsku vrijednost usluga ekosustava	Broj pilot područja na kojima je procijenjena ekonomska vrijednost određenih usluga ekosustava.
4.3.3 Poticati nacionalnu međusektorsku interdisciplinarnu suradnju po pitanju usluga ekosustava	Uspostavljena međusektorska radna grupa.
4.3.4 Poboljšati stanja ekosustava i njihovih usluga	Broj razvijenih i provedenih međusektorskih projekata za poboljšanje stanja.
4.3.5 Podići razinu znanja unutar sektora zaštite prirode i među ostalim sektorima o uslugama ekosustava	Broj djelatnika sektora zaštite prirode educiran o kartiranju usluga ekosustava, procjeni stanja i vrednovanja

U Izvješću o stanju prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2008. do 2012. godine, u sklopu Strategije zaštite prirode, po prvi put su usluge ekosustava cjelovito sagledane, odnosno do tada se nije davala pozornost uslugama ekosustava.

Tematika usluge ekosustava je 1990-ih prepoznata u okviru usluga koje pružaju šumski ekosustavi kroz koncept „općekorisne funkcije šuma“. (HAOP, 2017)

Neke od opće korisnih funkcija šuma su: pročišćavanje voda procjeđivanjem kroz šumsko tlo te opskrba podzemnih tokova i izvorišta pitkom vodom, povoljni utjecaj na klimu i poljodjelsku djelatnost, uravnoteženje vodnih odnosa u krajobrazu te sprječavanje bujica i visokih vodnih valova, osiguranje prostora za odmor i rekreaciju, zaštita tla od erozije vodom i vjetrom, uvjetovanje razvoja ekološkog, lovnog i seoskog turizma, očuvanje genofonda šumskog drveća i ostalih vrsta šumske biocenoze, ublažavanje učinka stakleničkih plinova vezivanjem ugljika te obogaćivanje okoliša kisikom i dr. Prema istom Zakonu, za navedene usluge ekosustava pravne i fizičke osobe koje u Republici Hrvatskoj obavljaju gospodarsku djelatnost plaćaju naknadu za korištenje opće korisne funkcije šuma. Navedena financijska sredstva namijenjena su za radove u gospodarenju šumama s ciljem održavanja bioraznolikosti te osiguravanja održivog principa upravljanja, društvene odgovornosti i ekološke prihvatljivosti. (NN 72/17)

Do sada je na području Republike Hrvatske obavljeno tek nekoliko studija iz područja usluga ekosustava. Prva studija izrađena na nacionalnoj razini pod nazivom „Kartiranje i procjena ekosustava i njihovih usluga u Hrvatskoj“ (Mapping and assessment of ecosystems and their services in Croatia), donijela je kartu ekosustava Hrvatske. (HAOP, 2017)

Hrvatska agencija za okoliš i prirodu 2018. godine provela je projekt pod nazivom „Tršćaci - vrednovanje usluga slatkovodnih ekosustava“. Cilj projekta je bio provesti procjenu vrijednosti usluga jednog ekosustava na području Republike Hrvatske u kojoj će naglasak, osim na ekonomske vrijednosti ovog ekosustava, biti na testiranju novih metoda za procjenu vrijednosti ekosustava te na višeslojnoj popularizaciji ovog pristupa u stručnim i znanstvenim istraživanjima u Republici Hrvatskoj. (HAOP, 2017)

4. KLASIFIKACIJA USLUGA EKOSUSTAVA

Europska komisija predlaže zemljama članicama Europske Unije da koriste smjernicama CICES (The Common International Classification of Ecosystem) za klasifikaciju usluga ekosustava. Standardiziranom metodom CICES omogućuje se svim zemljama članicama Europske Unije da budu usklađene u izvršavanju klasifikacije usluga ekosustava, pa tako i Republika Hrvatska. Uz pomoć klasifikacije CICES mogu se opisati različiti proizvodi ekosustava kao što je na primjer inspiracija za umjetnost (Međimurska naiva, slika 12.), kojima se doprinosi kakvoći života ljudi. Proizvodi koji se klasificiraju, izravno su ovisni o životnim procesima u ekosustavima, te je jasna njihova povezanost strukturom i funkcijama ekosustava koji stvaraju određenu uslugu. (EEA, 2021)

Konačni proizvodi ekosustava, koji su definirani kao da više nisu povezani s izvornim ekosustavom, ne smatraju se uslugom ekosustava prema CICES-u. Neki od primjera konačnih proizvoda su: kisik, voda, sirovine, hrana i drugo.

Prva potpuno operativna verzija CICES (V4.3) objavljena je 2013. Na temelju znanstveno stečenih iskustva koje je od tada stekla korisnička zajednica, struktura i oblik CICES programa je unaprijeđena i napravljena je nova verzija (V5.1) koja je trenutno u uporabi. (EEA, 2021)



Slika 12. Kulturološka usluga - Međimurska naiva

(<https://franjoruzman.com/portfolio-item/potopljeni-cun/>)

Usluge ekosustava se dijele na tri glavne skupine usluga: usluge opskrbe, usluge regulacije i kulturološke usluge.

4.1. USLUGE OPSKRBE

Pod uslugama ekosustava „opskrba“ koje su navedene u Tablici 2. spadaju dobrobiti za ljude koje se odnose na energiju, prehranu i građu. Usluge koje čovjek dobiva od vode razlikuje se od usluga koje čovjek dobiva na primjer od biološke tvari (biomase). Budući da voda spada u neživi dio prirode, prema već spomenutoj klasifikaciji CICES neživi dio prirode ne spada pod usluge ekosustava, pa je i samim time svrstavanje vode u usluge ekosustava upitno. Ipak ukupni realni podatci bi se mogli dobiti kada bi se sagledao cjeloviti prirodni kapital koji uz ekosustav obuhvaća i nežive sastavnice okoliša. Vrste usluga opskrbe su prikazane u Tablici 2. (Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 2015)

Tablica 2. Prikaz usluga opskrbe iz ekosustava

(http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/03_prirodne/studije/ekosustav/Kartiranje_i_procjena_ekosustava.pdf)

Vrsta usluga	Sektor	Skupina	Klasa
Usluge opskrbe	Prehrana	Biomasa	Kulture usjeva
			Uzgojene životinje i njihovi produkti
			Divlje biljke, alge i njihovi produkti
			Divlje životinje i njihovi produkti
			Biljke i alge iz akvakulture <i>in-situ</i>
			Životinje iz akvakulture <i>in-situ</i>
		Voda	Površinska voda
	Podzemna voda		
	Građa	Biomasa	Vlakna i druga građa od biljaka, algi i životinja za izvorno korištenje ili preradu

			Građa od biljaka algi i životinja za korištenje u poljoprivredi
			Genetski materijal svih živih bića
		Voda	Površinska voda za druge namjene osim za piće
			Podzemna voda za druge namjene osim za piće
	Energija	Energetski izvori na bazi biomase	Energetski izvori na životinjskoj osnovi
			Energetski izvori na biljnoj osnovi
Mehanička energija		Mehanička energija životinja	

4.2. USLUGE REGULACIJE

Pod usluge ekosustava „regulacija“ koji su navedeni u Tablica 3. spadaju usluge koje koriste za održavanje fizikalnih, bioloških i kemijskih uvjeta. Jedno od najpoznatijih i sve češće spominjanih zbog svoje ugroženosti je usluga oprašivanja, bez kojeg bi bilo nemoguće normalno funkcioniranje velikog broja biljnih i životinjskih vrsta. Usluge regulacije koju pruža ekosustav su i ublažavanje erozija tla, poplava, zračnih strujanja, te također ublažavanje otpadnih, toksičnih i štetnih tvari (npr. razgradnja organske tvari od strane pojedinih živih bića). Vrste usluga regulacije su prikazane u Tablica 3. (Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 2015)

Tablica 3. Prikaz usluga regulacije

(http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/03_prirodne/studije/ekosustav/Kartiranje_i_procjena_ekosustava.pdf)

Vrsta usluge	Sektor	Skupina	Klasa
--------------	--------	---------	-------

Usluge regulacije	Ublažavanje štetnog djelovanja otopina, toksičnih i drugih štetnih tvari	Ublažavanje na bazi živih bića	Ublažavanje na bazi mikroorganizama, algi, biljaka i životinja
			Procjeđivanje / sekvestracija/pohranjivanje / akumuliranje na bazi mikroorganizama, algi, biljaka i životinja
		Ublažavanje na bazi ekosustava	Procjeđivanje / sekvestracija / pohranjivanje / akumuliranje na bazi ekosustava
			Razrjeđivanje u atmosferi, slatkovodnim i morskim ekosustavima
	Ublažavanje odrona poplava i zračnih strujanja	Odroni	Stabilizacija tla i kontrola erozije
			Ublažavanje i smanjenje vodenih bujica
		Izljevi tekućina	Održavanje vodnog režima i hidrološkog ciklusa
			Zaštita od poplava
		Strujanja plinova i zračnih masa	Zaštita od oluja
	Održavanje fizikalnih, kemijskih i bioloških uvjeta	Održavanje životnih ciklusa, zaštita staništa i genetske zalihe	Oprašivanje i rasprostiranje sjemena
			Podržavanje staništa za razmnožavanje i razvoj biljaka i životinja
		Kontrola štetnika i bolesti	Kontrola štetnika
			Kontrola bolesti

		Stvaranje i održavanje sastava tla	Održavanje biogeokemijskog sastava tla
			Procesi razlaganja i fiksacije
		Vodni uvjeti	Kemijsko stanje slatkih voda
			Kemijsko stanje morskih voda
		Sastav atmosfere i regulacija klime	Regulacija globalne klime kroz smanjenje koncentracije stakleničkih plinova
			Regulacija mikro- i regionalne klime

4.3. KULTUROLOŠKE USLUGE

Ekosustav također pruža usluge u obliku kulture. Kulturološke usluge predstavljaju različite nematerijalne i nepotrošne vrste dobrobiti. U kulturološke usluge spadaju na primjer fizičke, intelektualne i duhovne interakcije, simboličke i ostale odnose s prirodom, a koji su vezani uz živa bića ili procese.

Razlikuju se usluge kod kojih je primaran fizički odnos čovjeka s prirodom i one koje se temelje na intelektualnom ili duhovnom odnosu s prirodom. Vrste kulturoloških usluga su prikazane u Tablici 4. (Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 2015)

Tablica 4. Prikaz kulturoloških usluga

(http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/03_prirodne/studije/ekosustav/Kartiranje_i_procjena_ekosustava.pdf)

Vrste usluga	Sektor	Skupina	Klasa
Kulturološke usluge	Fizičke i intelektualne interakcije	Fizičke i iskustvene interakcije	Iskustveno korištenje biljaka, životinja i kopnenih/morskih krajobrazu u različitim

	ekosustavima i krajobrazima		okolišnim okruženjima	
			Fizičko korištenje kopnenih/morskih krajobraza u različitim okolišnim okruženjima	
			Znanstvene	
			Obrazovne	
			Baštinske i kulturne	
	Intelektualne i reprezentacijske interakcije	Zabavne		
		Estetske		
		Duhovne, simboličke i ostale interakcije s ekosustavima i krajobrazima	Duhovne i/ili simboličke interakcije	Simboličke
				Ritualne i/ili religiozne
			Ostale kulturološke interakcije	Očuvanje baštine

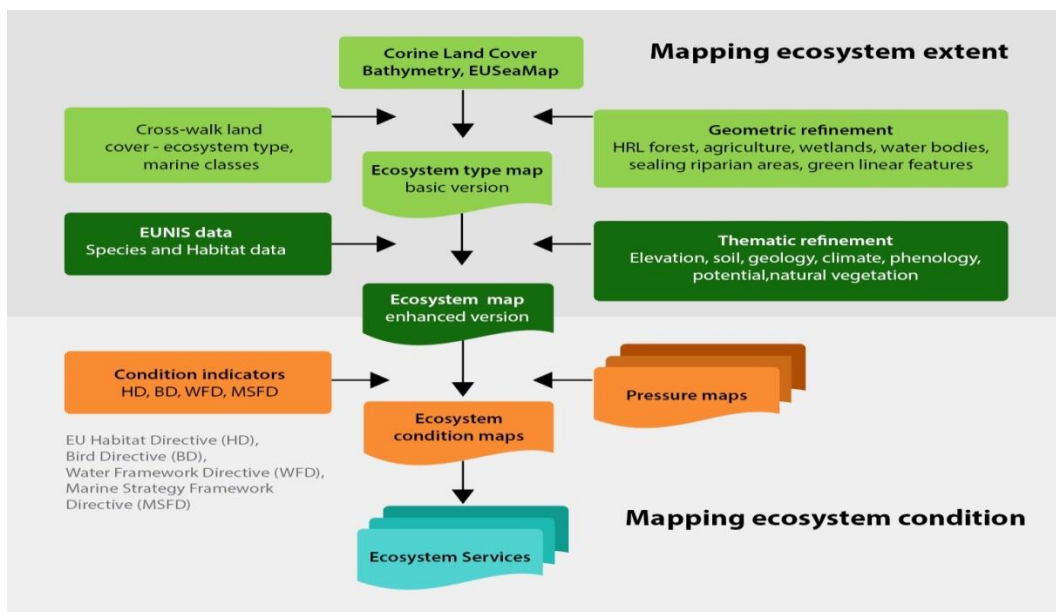
5. KARTIRANJE USLUGA EKOSUSTAVA

Koncept kartiranja usluga ekosustava i procjena uvjeta može se primijeniti na svim prostornim i vremenskim ljestvicama. Jasnoća prikaza željenog prostora važna je za karakterizaciju ekosustava u smislu njihovih prirodnih uvjeta koji su određeni klimom, geologijom, svojstvima tla, nadmorskom visinom itd. Isto tako bitno je prikazati kako utječu na ta područja antropogeni negativni pritisci s obzirom na fizičke i kemijske uvijete tog područja. (Erhard, 2017)

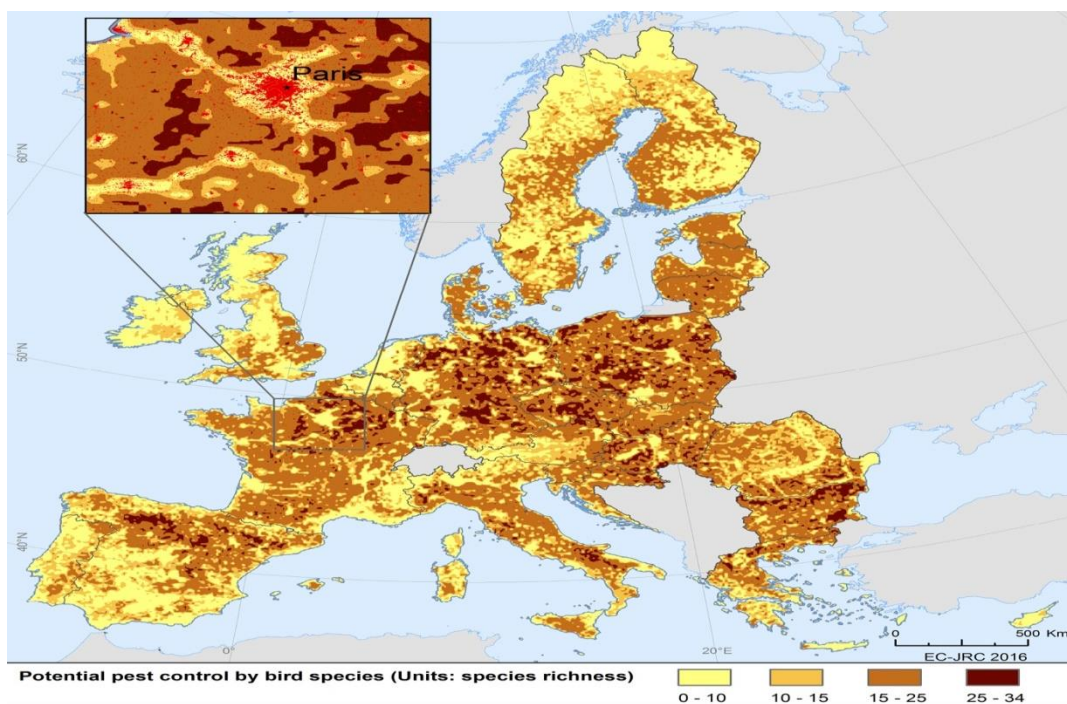
Lokalne ili regionalne procjene zahtijevaju detaljnije informaciju o zadanom području. Što je više informacija o kartiranom području, to će se u buduće moći donositi kvalitetnije procjene i odluke vezane za gospodarenje tim područjem. Nacionalno i kontinentalno kartiranje je manje detaljno, ali daje važne informacije na strateškoj razini. Kod izrade karata preporuča se aktivno sudjelovanje dionika (npr. lokalnog stanovništva) u dizajniranju i prilagodbi procjena za uspješnu provedbu u procesu donošenja odluka. (Erhard, 2017)

Ako je cilj utvrditi najvažnije usluge ekosustava na nekom području, najjednostavniji i najučinkovitiji način je pitati lokalne dionike o njihovom doživljaju doprinosa prirode u njihovu životu. Važno je obratiti se što većem broju različitih skupina zainteresiranih dionika, kako bi se spoznao čitav raspon doživljaja lokalnog stanovništva. Do korisnih informacija se može doći online upitnicima ili izravnim intervjuima, koji doprinose prvotnom popisu usluga ekosustava. Za strukturiranje popisa prioriteta mogu se upotrijebiti postojeći sustav klasifikacije usluga ekosustava, a može se i prilagoditi spajanjem usluga ili čak prepoznavanjem novih. (Erhard, 2017)

Na slici 13. prikazano je koji su podatci potrebni za izradu karte usluga ekosustava. Podatci za kartu se sastoje od vanjskih podataka koje je potrebno prikupiti sa terena ili preuzeti već postojeće podatke ukoliko je teren obrađen, te već postojećih karata na koje se postavljaju vanjski podatci. Na slici 14. prikazano je kako izgleda karta lokalnog (Pariz) i kontinentalnog (dio Europe) prikaza usluga ekosustava.



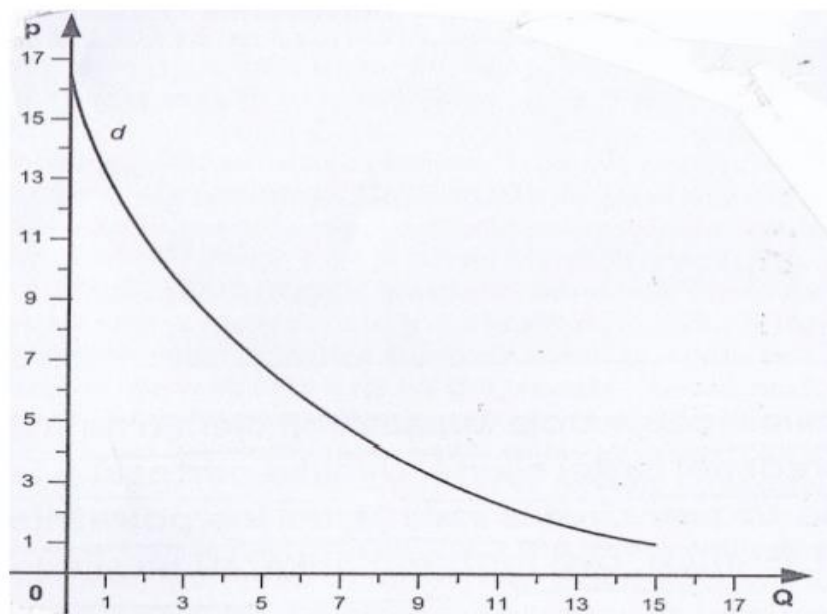
Slika 13. Tok rada za kartiranje i procjenu stanja ekosustava
(<https://ab.pensoft.net/articles.php?id=12837>)



Slika 14. Prikaz lokalnog i kontinentalnog kartiranja usluga ekosustava
(potencijalna kontrola populacije štetoina od strane ptica)
(<https://ab.pensoft.net/articles.php?id=12837>)

6. MATERIJALNA (NOVČANA) PROCJENA USLUGA EKOSUSTAVA

Škotski ekonomist i filozof Adam Smith (1723.-1790.) razmatrao je paradoks vrijednosti, odnosno pitao se kako to da ekološka dobra koja su bitna za život imaju malu vrijednost, dok npr. dijamanti ili zlato, koji su sasvim nepotrebni, imaju veliku vrijednost. To se događa dijelom zbog troškova proizvodnje, ali pretežito zbog toga što ukupna korisnost vode ne određuje cijenu vode već se cijena određuje njezinom graničnom korisnošću, tj. „zadnjom ispijenom čašom“. To bi značilo da su dijamanti vrlo rijetki i trošak dobivanja dodatnih dijamanata je vrlo velik, dok je voda relativno obilna i ima malu cijenu u mnogim dijelovima svijeta. Na slici 15 možemo vidjeti prikaz krivulje potražnje, gdje Q na x osi koordinatnog sustava prikazuje količinu dostupne robe, a p na y osi koordinatnog sustava nam označava količinu vrijednosti traženog dobra. (Črnjar, 2002)



Slika 15. Prikaz odnosa cijene i količine u koordinatnom sustavu

(<https://repositorij.efst.unist.hr/islandora/object/efst%3A3158/datastream/PDF/view>)

Kad se objašnjava krivulja potražnje za nekim dobrom ili uslugom, treba imati na umu da postoji individualna krivulja potražnje koja izražava potrebe pojedinca i njihovu spremnost da plate za zadovoljenje tih potreba. Zato se krivulje potražnje razlikuju individualno jer su ukusi i sklonosti pojedinca različiti. Tako na primjer, netko je sklon platiti više za razgledavanje nacionalnog parka, a netko za zaštitu od buke kod mjesta stanovanja.

Kad se radi o zaštiti prirode i okoliša, ukusi ili sklonosti ljudi prema nečemu ovise o mnogo čimbenika kao što su: psihološka narav, povijesna naslijeđa, ekološko obrazovanje, etičnost, itd. Oni ovise o iskustvu i informacijama koje se vremenom dobiju o kvaliteti pojedinog ekološkog dobra ili usluge. Zato se na primjer krivulje potražnje mogu odnositi na robu koju pojedinac poznaje i nakon određenog vremena više cijeni i traži, pa ju je spremniji i više platiti. (Črnjar, 2002)

6.1. UTVRĐIVANJE GOSPODARESKE VRIJEDNOSTI USLUGA EKOSUSTAVA

Pojedini potrošači ekoloških dobara i oni koji utvrđuju ekološku politiku primjenjuju neku vrstu nagodbe ili uravnoteženja jer u području usluga ekosustava tržište djeluje samo djelomično ili je potpuno isključeno.

Vrijednost ekoloških dobara utvrđuje se pomoću metode ekonomike okoliša kao znanstvene discipline. Ekonomiku okoliša ne zadovoljava samo tržišna spremnost plaćanja današnjeg naraštaja za ekološka dobra jer bi se tako mogao ugroziti mogući razvoj budućih naraštaja.

Ekonomika okoliša je vrijednosti prirodnih dobara podijelila na tri djela: uporabna vrijednost, potencijalna vrijednost i vrijednost postojanja.

Uporabna vrijednost okoliša podrazumijeva vrijednost koju ljudi pridaju nekom ekološkom dobru kad im služi u praktične svrhe, te se ona može mjeriti spremnošću plaćanja za korištenje istog tog ekološkog resursa.

Osim izravnog korištenja okoliša, ljudi često uživaju u promatranju okoliša i takve se vrijednosti mogu uključiti u gospodarsku vrijednost okoliša. (Črnjar, 2002)

Vrijednost koja proizlazi iz spremnosti plaćanja za neko ekološko dobro koje se sada ne koristi, ali se očekuje da ga se može koristiti u budućnosti, zove se potencijalna vrijednost. To je vrijednost okoliša koja izražava potencijalnu vrijednost prema stvarnoj sadašnjoj uporabnoj vrijednosti okoliša. Potencijalna vrijednost se uspoređuje sa sredstvima koja su trenutno spremni izdvojiti konzumenti, sa mogućim sredstvima koja su konzumenti spremni izdvojiti u budućnosti. Ukoliko bi se količina usluga smanjila iz nekog razloga, a potražnja porasla, veličina izdavanja sredstava za tu uslugu bi rasla, odnosno u suprotnom bi izdavanja sredstava za tu uslugu bila smanjena. (Črnjar, 2002)

Vrijednost postojanja je ona koja se pridaje ekološkom dobru ali nije ni u kakvoj vezi sa stvarnom ili potencijalnom uporabom dotičnog dobra. Vrijednost postojanja se čini neobičnom kategorijom vrijednosti, iz razloga što su ljudi spremni izdvajati sredstva za vrijednosti prirode koje direktno ne koriste trenutno, niti ih vjerojatno neće koristiti u budućnosti. Kao primjeri se mogu navesti izdvajanje sredstava za očuvanje prašuma, kitova, polarnih medvjeda itd. Autor navodi da je: „Samo postojanje tih ekosustava ili vrsta za njih je vrijednost“.

Motivi ljudi za stvaranje vrijednosti postojanja ekoloških dobara su:

1. Motiv ostavštine - prepuštanje zaliha ekoloških dobara budućim naraštajima
2. Motiv darivanja - sličan je navedenom motivu
3. Suosjećanje s ljudima i životinjama (Črnjar, 2002)

Ukupna gospodarska vrijednost okoliša može se izraziti formulom:

**Ukupna gospodarska vrijednost okoliša =
stvarna uporabna vrijednost + potencijalna
vrijednost + vrijednost postojanja**

Kako je uvedena vrijednost postojanja prirodnih dobara, a druga bića osim ljudi imaju prava, komplicira se model racionalnog ekonomskog ponašanja ljudi kakav je danas. Zbog toga se cjelokupna infrastruktura koju su izgradili ekonomisti dovodi sve više u pitanje.

Ekološka ekonomika na drugačiji način od konvencionalne ekonomije utvrđuje vrijednost okoliša i motive racionalnog ekonomskog ponašanja čovjeka. Ekonomisti zaštite okoliša unaprijedili su klasificiranje ekonomskih vrijednosti koje se odnose na prirodni okoliš.

Da bi se mogla izračunati ukupna ekonomska vrijednost okoliša, neki autori razlikuju uporabnu vrijednost (vrijednost korisnika) od neuporabne vrijednosti (vrijednost ne korisnika) okoliša, vodeći pri tome računa o navedenim vrijednostima prirode i okoliša. (Črnjar, 2002)

Za razliku od upotrebnih aspekata prirode kao javnog dobra, valja usmjeriti pozornost i na neupotrebljive (neupotrebne) vrijednosti kao vrijednosti koje se mogu sastojati od sljedećeg:

1. bioraznolikost;
2. kulturno-povijesno naslijeđe;
3. estetske vrijednosti prirode;
4. čistoća mora;
5. vrijednost izgrađene i transformirane okolice;
6. vrijednosti prirodnog ali i naslijeđenog staništa, itd.

Neupotrebljiva vrijednost može imati veliku upotrebu u smislu potencijala u prometnim vrijednostima primjerice turizmu. Zahvaljujući prirodnim elementima i prerađenim prirodnim elementima kao što su turistička područja, moguće je ostvariti direktnu ekonomsku vrijednost. (Čaladrović, 2006)

Stoga je ukupna ekonomska vrijednost prirode ili okoliša zbroj uporabne i neuporabne vrijednosti okoliša i može se izraziti formulom:

**Ukupna gospodarska vrijednost okoliša
= uporabna vrijednost + neuporabna
vrijednost**

Autor knjige „Menadžment održivog razvoja“ Črnjar Mladen piše da je „Prioritet postojanja zdravog ekosustava nužan, prije nego ljudi pristupe korištenju čitavog niza uporabnih i neuporabnih vrijednosti koje su povezane s ustrojstvom i funkcijama ekosustava“. Sa time nam autor knjige „Menadžment održivog razvoja“ želi poručiti kako je bitno što prije odrediti jasna pravila korištenja usluga ekosustava. (Črnjar, 2002)

6.2. MOTODOLOGIJA VREDNOVANJA USLUGA EKOSUSTAVA I ŠTETA U EKOSUSTAVIMA

Ekološka šteta prouzrokovana gospodarskim razvojem, raznim projektima i objektima, može se procijeniti zahvaljujući utvrđivanju ukupne gospodarske vrijednosti okoliša.

Da bi se moglo monetarno procjenjivati vrijednost okoliša, tj. promjene ukupne gospodarske vrijednosti okoliša, potrebno je procijeniti ukupnu gospodarsku vrijednost okoliša prije i poslije primjene ekološke regulative ili provedbe razvojnog projekta.

Autor knjige „Menadžment održivog razvoja“ Črnjar Mladen piše: „politika zaštite prirode i okoliša može biti učinkovita samo ako se u njena razmatranja i akcije unose ekonomska dimenzija, odnosno, ako se štete od onečišćenja izraze u novčanim jedinicama. (Črnjar, 2002)

Ekološke štete mogu se podijeliti na:

1. Objektivne štete - troškovi izazvani onečišćenjem, troškovi koji se moraju snositi zbog otklanjanja šteta i smanjenja vrijednosti pokretnih i nepokretnih dobara.
2. Subjektivne štete - podvrgnute su individualnoj procjeni i ne mogu se izraziti neposredno troškovima sanacije (smanjenje zadovoljstva zbog neugodnih mirisa, zbog smanjenja mogućnosti rekreacije itd.)
3. Ekonomske ili novčane štete - štete koje se sastoje u gubitcima novca ili u izdatcima za njihovo smanjivanje ili otklanjanje, kao što su poslovni gubici poduzeća, smanjenje zarade zaposlenih, izostanak očekivanog dobitka ili zarade, troškovi liječenja itd.

4. Neekonomske štete - one koje se izravno ne izražavaju u nekim gubitcima ili neostvarenim koristima, nego se odnose na psihička stanja ljudi, na njihovo nezadovoljstvo zbog nečistog zraka, na nemogućnost ostvarenja rekreacije, ribolova, itd. (Črnjar, 2002)

Vrijednost ekološke ili okolišne štete može se utvrditi monetarnom i/ili neutralnom metodom.

Monetarna metoda uzima u obzir izravne ekološke koristi ili štete. Pod izravne ekološke koristi možemo navesti na primjer bolji pogled, veća kvaliteta zraka itd. Pod ekološke štete možemo navesti na primjer onečišćenje rijeke, onečišćeni zrak, erozija tla itd. Te štete ili koristi monetarnom metodom se mogu izravno novčano procijeniti, odnosno može se novčano izraziti vrijednost ekološke usluge u izvornom stanju, degradiranom stanju i idealnom stanju. Na taj način osim što imamo intuitivni osjećaj za vrijednost usluge ekosustava, imamo i novčanu vrijednost.

Monetarna metoda vrednuje okoliš kao robu. Krivuljom potražnje i sklonosti potrošača da plati korištenje te robe (a u većini slučajeva kupac je spreman platiti više za robu koje ima manje), nastoje se procijeniti izravne ekološke koristi. Krivulja potražnje je prikazana u tekstu na slici 15, te je na njoj zorno prikazan odnos cijene i količine robe. Tom se metodom simulira tržište i ispitanike stavlja u položaj da mogu vrednovati poboljšanja kvalitete okoliša. (Črnjar, 2002)

Neutralna ili neizravna metoda vrednovanja okoliša, odnosno procjena ekoloških šteta, ne odnosi se na posljedice koje prouzrokuje ekološka šteta. Na primjer ta vrijednost se može izraziti pogoršanjem zdravstvenog stanja ljudi kao na primjer: oštećenja dišnog i živčanog sustava, prekomjerna težina itd. Ta pogoršanja zdravstvenog stanja mogu biti uzrokovana na primjer onečišćenjem zraka, degradacijom estetike okoliša, prekomjernom bukom, svjetlosnim onečišćenjem. (Črnjar, 2002)

Na liječenje takvih bolesti svake godine se u zdravstvenim sustavima troše velike količine novaca, isto tako broj umrlih ljudi je značajan.

Neutralnom metodom se može tako napraviti poveznica između broja oboljelih od određene bolesti i degradacije okoliša ili npr. broja preminulih i degradacije okoliša.

Neutralnom metodom se pretežito služe znanstvenici prirodnih znanosti, dok se metodom monetarnog vrednovanja okoliša i ekoloških šteta na okolišu koriste ekonomisti. (Črnjar, 2002)

7. PRIMJERI NOVČANIH PROCJENA USLUGA EKOSUSTAVA

Većina ljudi nije svjesna usluga ekosustava, te ih shvaća na način kao da su one oduvijek tu i da će i dalje tu biti samo zbog ljudi „zdravo za gotovo“. Isto tako većina ljudi ne bi znala vrijednost određenom proizvodu u npr. trgovini, da taj proizvod nije procijenjen, odnosno da na njemu nije istaknuta cijena. Neozbiljni način shvaćanja ekosustava, u većinskom dijelu ljudske populacije pokušava se promijeniti na način da se uslugama ekosustava da novčana vrijednost. Novčana vrijednost je sveprisutna pojava među ljudima u modernim društvima, te se smatra da će to biti način da ljudi ozbiljnije shvate vrijednost usluga ekosustava. Sam proces procjene usluga ekosustava je često puta neuvjerljiv zbog varijacija vrijednosti, velike količine podataka i kompleksnosti samih ekosustava.

7.1. NOVČANA PROCIJENA SVIJETSKE BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI

Biološka raznolikost podrazumijeva različitost živućih organizama. Ti organizmi svojom raznolikošću čine i oblikuju različita staništa koja uključuju morske, vodene, kopnene i druge ekosustave i ekološke komplekse. Biološka raznolikost obuhvaća raznolikost unutar vrste, između vrsta i raznolikost ekosustava.

Procjenjuje se da je broj živućih vrsta na planetu Zemlji između 12,5 milijuna do 30 milijuna. Zaštita bioraznolikosti je usmjerena na vrste i gene.

Genetska raznolikost uključuje svu biološku raznolikost unutar samih stanica, a i raznolikost nestaničnih organizama kakvi su virusi. Ona je temelj sveukupne raznolikosti života, odraz evolucijske prošlosti živoga svijeta i u njoj je sadržan potencijal za budući razvoj. (Agencija za zaštitu okoliša, 2015)

Današnja genetika opovrgava ranija mišljenja da je za opstanak neke vrste dovoljna populacija od nekoliko stotina njezinih primjeraka. Štoviše, neki istaknuti znanstvenici smatraju da je genetsku degeneraciju i iščeznuće vrste moguće spriječiti samo reprodukcijom unutar populacije od barem 10 000 jedinki.

Svjetska poljoprivreda i druge čovjekove aktivnosti nepovoljno su djelovale na biološku raznolikost tako da je izgubljeno veliko bogatstvo gena skupljeno u

prirodnim ekosustavima, a divlje vrste stalno su u opasnosti od genetskih uniformnih poljoprivrednih kultura ili vrsta. (Agencija za zaštitu okoliša, 2015)

Opseg suvremenog izumiranja može se danas procijeniti jedino na temelju primjera iz geološke prošlosti.

Smatra se da će broj izumiranja vrsta (slika 16) uzrokovan antropogenim čimbenicima u budućnosti više od 1000 puta premašiti prirodnu stopu izumiranja, što ukazuje u kakvoj se opasnosti nalazi flora i fauna. (Agencija za zaštitu okoliša, 2015)



Slika 16. Izumrla vrsta tasmanijskog tigra (*Thylacinus cynocephalus*, Harris 1808.)

(https://sh.wikipedia.org/wiki/Tasmanijski_tigar#/media/Datoteka:Thylacinus.jpg)

Koristi koje proizlaze od očuvanja komponenti biološke raznolikosti mogu se podijeliti u tri grupe:

1. koristi ekosustava,
2. koristi od bioloških resursa,
3. socijalne dobrobiti. (Črnjar, 2002)

Sve te vrijednosti mogu se očitovati temeljnim financijskim pokazateljima. Vrijednost ekosustava kao osnovice koja omogućuje održivost života i razvoja na Zemlji, procijenjena je na oko 33 trilijuna USD godišnje. (Črnjar, 2002)

Znanstvenici ukazuju da su se dosad nedopustivo zanemarivali troškovi održavanja biološke raznolikosti koji podržavaju te vrijednosti. Podatci o troškovima održavanja i povećanja prirodnih rezervata te unaprjeđenja djelatnosti, kao što su poljoprivreda (u smislu uklanjanja ekoloških nedostataka), ukazuju da ti troškovi nisu tako veliki kao što se dosad smatralo. Procjena je da troškovi očuvanja planetarne biološke raznolikosti iznose manje od četvrtine iznosa koji vlade troše na potpore djelatnostima koje štete okolišu. (Črnjar, 2002)

7.2. EKONOMSKE ŠTETE PROUZROKOVANE ONEČIŠĆENJEM ZRAKA

Štete i nepovoljni učinci od onečišćenja zraka mogu se pratiti, mjeriti i izraziti u naturalnim jedinicama, a poslije toga i procjenjivati u novčanim jedinicama. Pri tome se glavne štete od onečišćenja zraka mogu podijeliti u pet skupina:

1. štetni utjecaji na ljudsko zdravlje,
2. štetni utjecaji na biljni i životinjski svijet,
3. štetni utjecaji na materijale,
4. štetni utjecaji na kulturno blago,
5. smanjenje vidljivosti. (Črnjar, 2002)

U razvijenim se zemljama od sredine 20. stoljeća izrađuju mnoge epidemiološke studije da bi se proučio utjecaj onečišćenja zraka na ljudsko zdravlje i procijenile materijalne štete. Procijenjeno je da je potkraj 70-ih godina i početkom 80-ih godina 20. stoljeća u svijetu umrlo godišnje oko 15 milijuna djece. Respiratorne bolesti bile su uzrok smrti 25-33 % djece, odnosno izazvale su smrt od 2,5 milijuna djece do 1. godine i 1,5 milijuna djece do 4. godine života. (Črnjar, 2002)

Biljni i životinjski svijet čini zajedničku biocenozu u kojoj je svaki član ovisan o zajednici, a ujedno pozitivno ili negativno utječe na život drugih članova zajednice. Mnoge šume obolijevaju zbog onečišćenja zraka. U Europskoj Uniji najugroženije su šume u Njemačkoj gdje je šteta procijenjena na 52%, u Sloveniji se kreće oko 42%, dok je u Hrvatskoj oštećeno 28% šuma što nije zanemariva količina. (Črnjar, 2002)

Djelovanjem raznih štetnih kemijskih spojeva, kiselih kiša, taloženjem teških metala u tlo, interakcijom pojedinih onečišćivala s tlom, zrakom i vodom došlo je do znatnog ugrožavanja šumskih ekosustava. Primjer degradirane šume može se vidjeti na slici 17.

U Primorsko-goranskoj županiji šumski se fond u razdoblju od 1970. do 1990. godine povećao za 7 %, ali su se i ukupne štete na šumama povećale pet puta što je iznosilo tadašnjih 23 milijuna DEM (Njemačkih maraka), odnosno 110 milijuna kuna.

Ukupne štete u Primorsko-goranskoj županiji od onečišćenja zraka 1994. godine iznosile su 35,2 milijuna DEM odnosno 135 milijuna kuna, što je tada činilo 1,23 % društvenog proizvoda. Ako se pretpostavi da onečišćenja zraka sudjeluje s 25 % u ukupnim štetama od svih onečišćenja okoliša, ukupne bi štete od onečišćenja okoliša u Primorsko-goranskoj županiji iznosile oko 5 % bruto društvenog proizvoda odnosno 675 milijuna kuna godišnje. (Črnjar, 2002)



Slika 17. Šumske štete prouzrokovane kiselim kišama

(<https://www.britannica.com/explore/savingearth/acid-rain>)

7.3. TLO KAO USLUGA EKOSUSTAVA I NJEGOVA NOVČANA PROCJENA

Tlo je složena sastavnica okoliša koja neposredno ili posredno utječe na kvalitetu življenja ljudi, biljnih i životinjskih vrsta. Tlo podržava hranidbene mreže kopnenih ekosustava i utječe na kruženje biogenih elemenata u prirodi.

Tlo je onaj sloj Zemljine kore koji je stanište za organizme koji žive u njemu i na njemu. Debljina tog sloja varira od nekoliko centimetara do nekoliko metara.

Tlo kao subsustav biosfere ima slijedeće funkcije:

1. proizvodnu funkciju - tlo kao stanište biljaka;
2. funkcija bioraznolikosti - tlo kao prostor za žive organizme u tlu;
3. transformacijsku funkciju - tlo kao prostor za proces raspadanja, izgradnje i fiksacije tvari;
4. funkciju reguliranja - tlo kao regulator kruženja tvari i energije u prirodi (dušik, voda i toplina);
5. filtarsko-perifernu funkciju - tlo kao filter i odjeljivanje različitim fizičkim, kemijskim i biološkim procesima koji se odvijaju u tlu;
6. sirovinsku funkciju - tlo osigurava različite sirovine za gospodarski razvoj;
7. funkciju gradilišta - tlo kao nositelj građevina i prometnica. (Črnjar, 2002)

Za mjerenje štete koja je prouzrokovana onečišćenjem tla moraju se temeljito poznavati ekološki i razvojni sustavi tla. Kako bi se mogla izmjeriti šteta treba ekonomski odrediti vrijednost elemenata prirodnog bogatstva kao što su na primjer nacionalni parkovi, parkovi prirode, živa bića itd. (Agencija za zaštitu okoliša, 2015)

Poznavanjem tih elemenata i koristeći se pretežito analizom troškova i koristi, može se procijeniti šteta zbog degradacije (onečišćenja) tla kao što je na primjer erozija koja je prikazana na slici broj 15. Kada bi se poznavali navedeni elementi, mogla bi se obaviti i ekonomska valorizacija tla. Procjene koje su u tom smislu učinjene ukazuju da je vrijednost zemljišta u manje razvijenim zemljama prosječno od 23 do 755 USD (Američkih dolara) po hektaru, a u razvijenim od 600 do 40 000 USD po hektaru. (Črnjar, 2002)



Slika 18. Erozija tla

(<https://hr.maisonjardin.net/6665286-the-terrible-soil-erosion-in-tanzania-that-nobody-wants-you-to-see-photo>)

7.4. NOVČANA PROCJENA USLUGE EKOSUSTAVA POPLAVNIH RAVNICA RIJEKA DRAVE, DUNAVA I SAVE

Poplavne ravnice u sjevernoj Hrvatskoj uz rijeke Dravu, Dunav i Savu predstavljaju jedinstven, veliki, međusobno povezan i relativno očuvan poplavni ekosustav koji je prepoznat na nacionalnoj i međunarodnoj razini i koji podliježe mjerama zaštite prirode na različitim razinama (područja Natura 2000, regionalni parkovi, UNESCO-ov rezervat biosfere, Ramsarska područja). Osim što pruža vrijedna staništa koja podržavaju biološku raznolikost, ekosustav poplavnih područja pruža i brojne usluge ekosustava s ekonomskom važnošću. Te usluge uključuju:

- pružanje usluge ekosustava - pitka voda, drvo, riba, divljač i drugi resursi;
- regulacijske usluge ekosustava - zaštita od poplava, zaštita od suše, stabilizacija ciklusa hranjivih tvari i ugljika, zadržavanje taloga;
- kulturne usluge - rekreacija, umjetnička inspiracija i druge. (Pithart, i sur. 2014)

Usluga reguliranja i ublažavanja poplava procijenjena je na temelju količine obujma vode koju je moguće zaprimiti u zoni poplavnog područja.

Novčana procjena je izvedena na temelju metode projekata do kojih bi moralo doći uslijed gubitka te usluge ekosustava. Ukupna površina projektirane zone plavljenja rijeka Dunav, Drava i Sava je 1.588 km², što predstavlja izuzetan volumen, s obzirom na činjenicu da prosječna dubina plavljenja može doseći 4-6 m. Najveći kapaciteti za skladištenje poplavne vode (prirodne retencije) nalaze se u rijeci Savi. Poplavno područje na rijeci Savi se procjenjuje na 2,12 milijarde m³ (slika 19). Novčana procjena jednog hektara (1 ha) područja koji pruža uslugu reguliranja od poplava na području rijeka Dunav, Drava i Sava vrijedi 5.020 USD dolara (Američkih dolara).

Vrijednost zadržavanja hranjivih sastojaka kao usluge ekosustava procijenjena je na temelju postojećih studija u okviru programa smanjenja onečišćenja sliva rijeke Dunav, gdje se procjenjuje vrijednost od 250 USD dolara po ha aktivne poplavne ravnice. (Pithart, i sur., 2014)

Procjena osiguranja staništa temelji se na kartiranju staništa Hrvatske, gdje su ta ekološki vrijedna staništa važna za poplavne ravnice rijeka Dunav, Drava i Sava. Za novčanu procjenu korišten je prosječni trošak obnove staništa (na temelju iskustva revitalizacije za Dunav i Dravu u Austriji ili Sloveniji, a na osnovi revitalizacije močvara u Češkoj). Najvrjednija staništa uključuju poplavne šume. Poplavne šume (hrast, jasen, grab, joha, vrba i topola), s procijenjenom vrijednošću od 2,5 milijarde USD dolara (kao vrijednost skladišta drva), pružaju godišnju količinu drveta vrijednu 73 milijuna USD dolara. Proizvodi od tvrdog drveta posebno su cijenjeni. (Pithart, i sur., 2014)

Proizvodnja ribe kvantificirana je za stanje kakvo je trenutno, na temelju planova gospodarenja ribom za odgovarajuća ribolovna područja (Hrvatski ribički savez). Kada je u pitanju monetarna procjena, koristile su se prosječne cijene mesa slatkovodne ribe. Proizvodnja ribe na području plavljenja rijeka Dunav, Drava i Sava procijenjena je na 277 USD dolara po ha odnosno ukupno godišnje 450.000 USD. (Pithart, i sur., 2014)

Proizvodnja divljači na području plavljenja rijeka Dunav, Drava i Sava procijenjena je za stanje kakvo je trenutno, isključivo na temelju godišnjeg odstrjela životinja u odgovarajućim lovištima (Koprivnica, Đurđevac, šuma Repaš) i na osnovi cijene za pojedine vrste divljači. Ukupna vrijednost usluge iznosi 1,45 milijuna USD dolara ili 18 USD dolara po hektaru godišnje. (Pithart, i sur. 2014)

Opskrba pitkom vodom odnosi se na čitav opseg geoloških poplavnih područja u sjevernoj Hrvatskoj, gdje preko 3 milijuna stanovnika ovisi o ovoj usluzi. Za cijelo područje pilot studije, usluga se procjenjivala prema godišnjoj apstrakciji iz podzemlja vodnog tijela Legrad-Slatina i prema prosječnoj cijeni pitke vode u Koprivničko - križevačkoj županiji. Vrijednost usluga iznosi 396 USD dolara po hektaru godišnje. (Pithart, i sur. 2014)

Pružanje mogućnosti rekreacije procijenjeno je na temelju broja turista koji su posjetili Koprivničko-križevačku županiju. Na temelju usporedbi s drugim turističkim destinacijama sličnog karaktera (poput Nacionalnog parka Dunav-Drava u Mađarskoj), procijenjeno je da bi potencijalni broj posjetitelja mogao biti 5-10 puta veći od sadašnjega. Trenutno je prepreka za dolazak većeg broja turista slabo nerazvijena infrastruktura, otežan pristup riječnim ekosustavima i nedostatak informacija. (Pithart, i sur. 2014)

Umjetnička inspiracija procijenjena je za tehniku slikanja zvanu Naiva (slika 12) koja potječe iz područje pilot studije i koja je nadahnuta rijekom i njezinim ekosustavima. Ukoliko bi stanje ostalo kakvo je trenutno, ekonomska godišnja korist od prodaje radova kreće se između 100.000 i 300.000 USD dolara na godišnjoj razini. (Pithart, i sur. 2014)



Slika 19. Park prirode Lonjsko polje iz zraka

(<https://www.discover-dalmatia.hr/hr/skolske-ekskurzije/visednevne-ekskurzije/lonjsko-polje>)

7.5. NOVČANA PROCJENA USLUGE EKOSUSTAVA PARKA ŠUME MARIJAN U SPLITU

Ukupan broj šumskih usluga u Park šumi Marjan je 28, te je on definiran prema međunarodnoj podjeli usluga ekosustava i prema podjeli opće korisne funkcije šuma .

Definicija funkcije šuma govori da su to funkcije koje se odnose na namjenu i svrhu šuma od kojih ljudi imaju koristi.

Park šuma Marjan sa svojim različitim ekosustavima pruža brojne usluge i koristi stanovnicima Splita, posjetiteljima park šume i drugim organizmima.

Šumski ekosustavi u Park šumi Marjan zauzimaju 2/3 površine parka koji je ukupne površine 300 hektara. (Tikvić, i sur. 2017.)

Park šuma Marjan prikazan je na slici 20 iz zraka, na kojoj se može vidjeti sam blizina i povezanost parka sa gradom Splito.



Slika 20. Park šuma Marjan i u pozadini grad Split

(<https://radio.hrt.hr/clanak/50-godina-park-sume-marjan/78173/>)

Pomoću anketnog upitnika koji je napravljen nasumičnim odabirom građana Splita, odabrano je 5 najvažnijih od ukupno 28 usluga ekosustava koje pruža Park šuma Marjan.

Prema anketnom upitniku za građane Splita 5 najvažnijih usluga su: stvaranje čistog i svježeg zraka, pružanje prirodnog prostora za odmor, pružanje prirodnog prostora za rekreaciju, pružanje prirodnog prostora za edukativne aktivnosti i stvaranje kisika (slika 21).

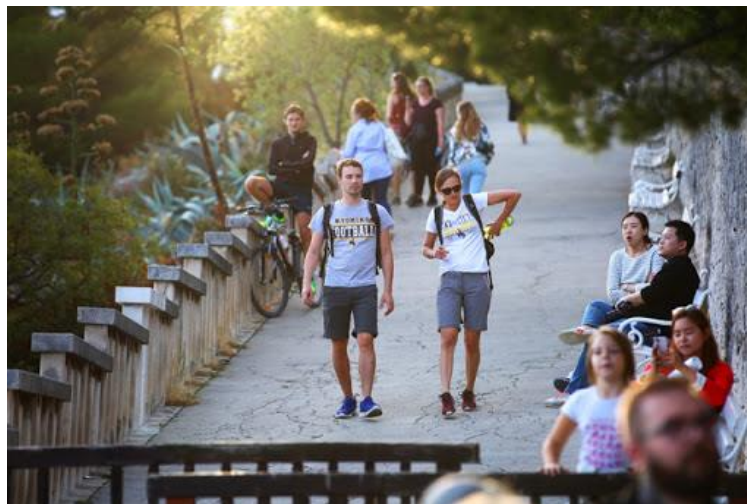
Pomoću određenih kriterija i indikatora napravljena je novčana procjena pet odabranih šumskih usluga Park šume Marjan. Izračunato je da se vrijednost usluga po hektaru godišnje za Park šumu Marjan kreće od 700 do 77. 000 kuna.

Ukupna godišnja vrijednost po hektaru godišnje za 5 odabranih usluga šumskih ekosustava iznosila je 122. 000 kuna, odnosno 24,4 milijuna kuna godišnje za 200 hektara Parka šume Marjan. (Tikvić, i sur. 2017.)

Za ostale 23 usluge šumskih ekosustava koje pruža Park šuma Marjan, također je napravljena procjena.

Vrijednost svih 28 usluga šumskih ekosustava Park šume Marjan procijenjena je po hektaru godišnje na 708. 000 kuna, odnosno vrijednost 200 hektara šuma Park šuma Marjan na godišnjoj razini iznosi 141.6 milijuna kuna.

Analizirane su i vrijednosti općekorisnih funkcija šuma dobiveni na temelju procjene općekorisnih funkcija šuma prema programu gospodarenja za Park šume Marjan, zatim na temelju procjene općekorisnih funkcija mediteranskih šuma i na temelju godišnjeg iznosa naknade za općekorisne funkcije šuma. Procjene su iznosile od 200 do 402.000 kn po ha godišnje. (Tikvić, i sur. 2017.)



Slika 21. Šetalište u Park šumi Marjan

(<http://www.marjan-parksuma.hr/>)

7.6. USLUGE VODENOG ZUMBULA (*Pontederia crassipes*, Pellegrini 2018.) U EKOSUSTAVU

U Kini (Shijun i Jingson 1989.) se na jednom vodotoku uzgaja vodeni zumbul (*Pontederia crassipes*, Pellegrini 2018.) na površini od 2,7 hektara. Razlog uzgoja je zagađenje vodotoka sa otpadnim vodama.

Vodeni zumbul koji je prikazan na slici 22. predstavlja brzorastuću vodenu biljku koja u gustom sustavu korijena koje lebdi u vodi pruža stanište mnogim organizmima kao što su male ribe, kukci itd. Vodeni zumbul se skuplja ili žanje, te služi kao hrana patkama, svinjama, govedu i ribama.

U prvoj godini korištenja vrijednost sakupljenog i upotrijebljenog zumbula iznosila je 18. 000 dolara, dok je cijena izgradnje pogona bila samo oko 2. 500 dolara. Kemijsko ispitivanje uzoraka vode pokazalo je da je njena kakvoća nizvodno od plantaže vodenog zumbula znatno bolja od one koja se nalazi na ulaznom uzvodnom djelu. Smanjene su ukupne količine dušika, fosfora, a BPK je poboljšan. (Bonacci , 2003)



Slika 22. Vodeni zumbul (*Pontederia crassipes*, Pellegrini 2018.)

(https://en.wikipedia.org/wiki/Eichhornia_crassipes#/media/File:Eichhornia_crassipes_C.jpg)

8. DISKUSIJA

Koncept usluga ekosustava je zasigurno dobra ideja za očuvanje okoliša. Pojam „usluge ekosustava“ prvi put se pojavio u akademskoj literaturi 1977. godine u časopisu Science pod naslovom “ How Much Are Nature’s Services Worth?”. Dvadesetak godina (1995.) nakon članka u časopisu Science napravljen je sastanak koji je iznjedrio knjigu pod naslovom „Societal dependence on natural ecosystems“ (1997. godine) za koju se smatra da je temelj usluga ekosustava kakve su nam danas poznate. (Costanza, i sur. 2017)

Nakon ta dva javna događaja, znanstvenici su počeli dobivati sve više ideja kako bi oplemenili i upotpunili početni koncept usluga ekosustava. Tako je godine 1997. provedena sveukupna procjena globalnih usluga ekosustava Zemlje, te je procjena iznosila 33 bilijuna USD dolara godišnje. Sama ideja procjene je dovela do podjele mišljenja jeli to dobra ideja ili nije. Za tadašnje uvijete i tehnologiju procjena je bila vrlo otežana. Protivnici ekonomske procjene usluga ekosustava govorili su kako je ta ideja besmislena, jer ekosustav je neprocjenjiv. Dio protivnika se je pribojavao takve vrste procjene, jer postoji opasnost da dođe do privatizacije i monopola ekosustava od strane pojedinaca. (Costanza, i sur. 2017)

Kartiranje i procjena usluga ekosustava postavljene su za vrlo bitne svih država članica Europske Unije nakon usvajanja . Od 2011. godine pomoću definiranja i kartiranja usluga ekosustava strategija je imala za cilj zaustaviti gubitak biološke raznolikosti i degradaciju usluga ekosustava u Europskoj Uniji do 2020. godine i obnoviti ih koliko je to moguće. (Agencija za zaštitu okoliša, 2015)

Aktualna strategija i akcijski plan zaštite prirode Republike Hrvatske za razdoblje od 2017. do 2025. godine naglašava kako je kartiranje usluga ekosustava od izuzetne važnosti. Prva studija izrađena na nacionalnoj razini pod nazivom „Kartiranje i procjena ekosustava i njihovih usluga u Hrvatskoj“ (Mapping and assessment of ecosystems and their services in Croatia) donijela je kartu ekosustava Hrvatske. (HAOP, 2017.)

Kod klasifikacije usluga ekosustava postoji više metoda. Metoda koja se preporuča u Europskoj Uniji je CICE-s metoda. Jedna usklađena metoda za sve članice Europske unije znači efikasnije gospodarenje sa prirodnim resursima.

Iako relativno nov pristup očuvanju okoliša, pokazuje se kao vrlo efikasan za povećanje svijesti građana i politike. Isto tako usluge ekosustava su korisne u praksi, te olakšavaju rad stručnjacima u očuvanju i zaštiti okoliša. (Erhard, 2017)

Učinci usluga ekosustava prikazani su u tablici broj 5. Tablica 5. prikazuje utjecaj primjene koncepta usluge ekosustava ocjenama od minimalnih 0 do maksimalnih 5. U sklopu izrade znanstvenog dokumenta „Breaking the ecosystem services glass ceiling: realising impact“ ispitani su utjecaji na ljudsku svijest, politiku i praktičnu primjenu. Rezultati su prikazani u tablici 5. (Patenaude, i sur. 2019)

Tablica 5.

Ocjenjivanje utjecaja koncepta usluge ekosustava na svijest, politiku i praktičnu primjenu.

(<https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-018-1434-3/tables/5>)

Impact on	Awareness	Policy	Practice
Yes, with evidence	3	4	4
Yes, without evidence	2	2	2
Maybe with evidence	2	3	3
Maybe without evidence	1	1	1
No	0	0	0

Cilj usluga ekosustava je kartiranje i bolja analiza stanja ekosustava, procjena ekonomske vrijednosti ekosustava, poticanje različitih znanstvenih disciplina na suradnju u svrhu očuvanja usluga ekosustava, poboljšanje stanja ekosustava i njegovih usluga i podizanje razine znanja o zaštiti prirode i uslugama ekosustava.

Ukoliko dođe do veće primjene usluga ekosustava, zasigurno će doći i do porasta potražnje za radnicima u zelenoj industriji, gdje svoj prostor mogu naći i inženjeri okoliša.

U svrhu procjene i boljeg gospodarenja uslugama ekosustava, razvila se nova grana ekonomije „Ekonomika okoliša“, koja se bavi proučavanjem načina ekonomske procjene usluga ekosustava.

Uz one koji zagovaraju koncept usluga ekosustava i njegovu širu primjenu, postoje i oni koji su protiv nje. Ekonomska procjena prirodnih dobara od kojih su neka, neophodnih za život, vrlo je osjetljiva tema. Etiketiranje neke usluge ekosustava sa novčanom procjenom neki smatraju neprihvatljivom, jer kao i ljudski život smatraju se neprocjenjivim, jer su i same neophodne za život.

9. ZAKLJUČCI

Ekosustav je izuzetno složeni spoj biotičke i abiotičke komponente i on kao takav omogućava funkcioniranje života. Koliko se god sustav činio velik iz gledišta većine ljudi, kompleksan i koliko god imao sastavnica u sebi on je ranjiv. U povijesti Zemlje su se događala velika izumiranja vrsta, s kojima je došlo do osiromašjenja ekosustava, samim time i usluga ekosustava koje su nam danas poznate. Trenutna situacija stanja ekosustava je degradirana zbog antropogenog utjecaja, te je sam ekosustav doveden u opasnost. Ljudi su u kratkom periodu negativnim djelovanjem na okoliš prouzrokovali smanjenje biološke raznolikosti, izmijenili su djelomično fizikalni i kemijski sastav okoliša i to sve na štetu uravnoteženog funkcioniranja ekosustava. Prouzrokovanjem takve degradacije smanjuju se i usluge ekosustava, odnosno postaju sve nepovoljnije za život ljudi.

Ljudi tretiraju usluge ekosustava na ekocentričan i antropocentričan način. Ukoliko se priroda sagledava s antropocentričnog stajališta, ona ima značenje jedino ukoliko pruža uslugu ljudima za poboljšanje njihovog blagostanja. Ukoliko je taj pogled ekocentričan, tada priroda za te osobe ima iskonsku vrijednost, bez obzira pruža li ona i na koji način usluge ljudima.

Gospodarstva kakvo danas poznajemo, širom svijeta ne bi mogla postojati bez usluga ekosustava. Kako bi očuvali način života, ekonomiju i gospodarstvo kakvo danas poznajemo potrebno je očuvati ekosustav i njegove usluge.

U tu svrhu su se razvile određene metode za procjenu ukupne gospodarske vrijednosti usluga ekosustava. Premda postoje brojne usluge ekosustava koje ljudi koriste neposredno ili posredno, one se mogu podijeliti u tri grupe:

1. usluge opskrbe,
2. usluge regulacije,
3. i kulturološke usluge.

Usluge ekosustava sastoje se od materijala, energije, informacija i zaliha prirodnog kapitala, koje u kombinaciji s ljudskim kapitalom omogućuje blagostanje ljudi. Za stvaranje proizvedenog ljudskog kapitala potreban je prirodni kapital.

Te činjenice o ljudskoj ovisnosti o uslugama ekosustava dovele su do pitanja kako promjene u količini i kvaliteti različitih vrsta prirodnog kapitala i usluga ekosustava mogu utjecati na ljudsko blagostanje.

Izrazito je teško utvrditi vrijednosti neopipljivih stvari kao što je ljudski život, estetska vrijednost okoliša ili dugoročne ekološke koristi ili štete. Ipak, usprkos izvjesnim teškoćama koje postoje u vrednovanju okoliša, nije odabir hoće li se to učiniti ili, ne već kako novčano izraziti vrijednost okoliša i jasno je prezentirati onima koji donose političke ili gospodarske odluke.

Konkretni koraci za postizanje cilja određivanja vrijednosti usluga ekosustava poduzimaju se diljem modernih društava. Europska Unija, UN, još neke države i organizacije provode kartiranje i klasifikaciju usluga ekosustava programom CICES i drugim programima, koji se konstantno unapređuju. Ne tako davno u ekonomiji se razvila nova grana „Ekonomika okoliš“ koja je namijenjena upravo procjenama usluga ekosustava. Koliko se god činio proces procjene usluga ekosustava nerealan i teško izvediv, on se kontinuirano poboljšava i dobiva sve više na važnosti.

U vremenu kada je štetan antropogeni utjecaj na ekosustav sve izraženiji možda klasifikacija, kartiranje i novčana procjena usluga ekosustava postanu jedan od pokretača buđenja ljudske svijesti o stvarnoj važnosti istih tih usluga.

10.LITERATURA

Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb (2015.). Kartiranje i procjena ekosustava i njihova usluga u Hrvatskoj. Dostupno na: http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/03_prirodne/studije/eko_sustav/Kartiranje_i_procjena_ekosustava.pdf [06.05.2021.]

Ruskule, A., Vinogradovs, I., Viloslada M.,(2018.). The guidebook “The introduction to the ecosystem service framework and its application in integrated planning“. Teorijski priručnik. Dostupno na: https://vivagrass.eu/wpcontent/uploads/2018/10/guidebook_ecosystem_services_vivagrass-compressed.pdf [05.05.2021.]

Biology Online (2021.). Ecosystem. BiologyOnline Editors (online članak). Dostupno na: <https://www.biologyonline.com/dictionary/ecosystem> [29.04.2021.]

Bonacci, O., (2003.). Ekohidrologija vodnih resursa i otvorenih vodotoka (str. 7-212). Građevinsko arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Institut građevinarstva Hrvatske.

Costanza, R., De Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I. (2017.). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? (znanstveni članak). Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/320072091_Twenty_years_of_ecosystem_services_How_far_have_we_come_and_how_far_do_we_still_need_to_go [05.05.2021.]

Čaladrović, O. (2006.). Konceptualizacija prirode kao vrijednosti javnog dobra i aspekti njezine valorizacije (str. 47-62). Izvorni znanstveni rad. Filozofski fakultet, Odsjek za sociologiju, Zagreb. Dostupno na : [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/03_caldarovic_revsoc_1_2_2006%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/03_caldarovic_revsoc_1_2_2006%20(1).pdf) [17.07.2021.]

Črnjar, M. (2002.). *Ekonomika i politika zaštite okoliša (ekologija / ekonomija / menadžment / politika)* (str. 24-271). Ekonomski fakultet Sveučilište u Rijeci, udžbenik Sveučilišta u Rijeci.

Huber, Đ., Gomerčić T., Kusak J. (2015.). *Osnove ekologija*, Sveučilišni udžbenik za studente veterinarske medicine (str. 15-37). Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

EPA (United States Environmental Protection Agency) (2020.). *Ecological Processes. Izvješće o okolišu, ekološko stanje*. Dostupno na: <https://www.epa.gov/report-environment/ecological-processes> [03.05.2021.]

EEA (European Environment Agency) (2021.). *CICES - Towards a common classification of ecosystem services*. Dostupno na: <https://cices.eu/> [13.07.2021.]

Patenaude, G., Lautenbach, S., Peterson, J.S., Locatelli, T., Dormann, C.F., Matzger, M.J., Walz, A. (2019.). *Breaking the ecosystem services glass velling: realising impact*. Znanstveni dokument.
Dostupno na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-018-1434-3#Tab5> [30.07.2021.]

Erhard, M., Banko, G., Abdul, D.M., Santos, F.M. (2017.). *Mapping Ecosystem Services. Mapping ecosystem types and conditions* (online knjiga). Dostupno na: <https://ab.pensoft.net/articles.php?id=12837> [17.07.2021.]

NN(Narodne novine) 72/17. *Strategija i akcijski plan zaštite prirode Republike Hrvatske za razdoblje od 2017. Do 2025. godine*. Dostupno na: <https://narodne-novine.nn.hr/search.aspx?sortiraj=4&kategorija=1&godina=2017&broj=72&rpp=200&qtype=1&pretraga=da> [07.07.2021.]

Pithart, D., Kutleša, P., Duplić, A., Rančić, Petrov, I. (2014). *Study of Freshwater Ecosystem Services in Croatia*. Republika Hrvatska, ministarstvo zaštite okoliša. Projekt Nacionalno planiranje biološke raznolikosti za potporu provedbi CBD-a

2011.-2020. Dostupno na:
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:B8B9b_u8lasJ:www.undp.org/content/dam/croatia/docs/Research%2520and%2520publications/environment/Study%2520of%2520Freshwater%2520Ecosystem%2520Services%2520in%2520Croatia_FINAL_eng.pdf+%&cd=1&hl=hr&ct=clnk&gl=de#115
[25.07.2021.]

HAOP (Republika Hrvatska, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja) (2017.). Zavod za zaštitu okoliša i prirode. Prirodne vrijednosti- stanje i očuvanje. Usluge ekosustava. Dostupno na: <http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/prirodne-vrijednosti-stanje-i-ocuvanje/stanista-i-ekosustavi/usluge-ekosustava> [10.07.2021.]

The World Bank (2021.). World GDP by year 1997. Za usporedbu sa godišnjom procjenom usluga ekosustava za 1997. Godinu. Dostupno na: <https://www.multpl.com/world-gdp/table/by-year> [14.07.2021.]

Tikvić, I., Ugarković, D., Peles, I., Knežić, I., Orlić- Medunić, G., Marinić, S., Butorac, L., Čmrlec, A., Koharević, R., Nazlić, M., Pavlinović, S., Špika, M., Tomić, R., (2017.). Procjena usluge šumskih ekosustava i općekorisne funkcije šuma Park šume Marjan u Splitu. Šumarski list, 5–6 (2017): 277–285. Dostupno na: [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/201702770%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/201702770%20(3).pdf) [22.07.2021.]

Tutorialspoint, [simplyeasylearning](https://www.tutorialspoint.com/environmental_studies/environmental_studies_energy_flow_in_ecosystem.htm)(2021.). Energy Flow in Ecosystem (online članak). Dostupno na: https://www.tutorialspoint.com/environmental_studies/environmental_studies_energy_flow_in_ecosystem.htm [04.05.2021.]

Vrček, L.J.(1997.). Biologija Svezak c, Čovjek i okoliš (str. 11-33). Udžbenik za strukovne škole. Ministarstvo prosvjete i športa Republike Hrvatske.

Walsh, E.(2019.). Energy Flow (Ecosystem). Definition, Process & Examples. Sciencing. Dostupno na: <https://sciencing.com/energy-flow-ecosystem-definition-process-examples-with-diagram-13719231.html> [03.05.2021.]

11. POPIS SLIKA

Slika 1. Slikovni prikaz ekosustava.....	3
Slika 2. Sastav biotičkih i abiotičkih komponenti ekosustava.....	4
Slika 3. Ekološki procesi i njihovo kruženje.....	9
Slika 4. Mrtva zona Meksičkog zaljeva prouzrokovana preopterećenjem hranjivim tvarima.....	10
Slika. 5. Protok energije u ekosustavu.....	11
Slika 6. Ciklus kruženja vode u prirodi.....	12
Slika 7. Ciklus kruženja ugljika u prirodi.....	13
Slika 8. Ciklus kruženja dušika u prirodi.....	14
Slika 9. Prikaz poremećaja ekosustava uzrokovan požarom (1,2,3,4) i ponovna uspostava ravnoteže ekosustava putem sukcesije (5,6,7,8).....	15
Slika 10. Mogući scenariji za biološku raznolikost u budućnosti.....	16
Slika 11. Karta pritisaka i prijetnji na prirodne vrijednosti (dio teritorija RH, kontinentalna Hrvatska, Istra i sjeverni Jadran).....	19
Slika 12. Kulturološka usluga - Međimurska naiva.....	22
Slika 13. Tok rada za kartiranje i procjenu stanja ekosustava.....	29
Slika 14. Prikaz lokalnog i kontinentalnog kartiranja usluga ekosustava (potencijalna kontrola populacije štetočina od strane ptica).....	29
Slika 15. Prikaz odnosa cijene i količine u koordinatnom sustavu.....	30
Slika 16. Izumrla vrsta tasmanijskog tigra (<i>Thylacinus cynocephalus</i> , Harris 1808.).....	37
Slika 17. Šumske štete prouzrokovane kiselim kišama.....	39
Slika 18. Erozija tla.....	41
Slika 19. Park prirode Lonjsko polje iz zraka.....	45
Slika 20. Park šuma Marjan i u pozadini grad Split.....	46

Slika 21. Šetalište u Park šumi Marjan.....	47
Slika 22. Vodeni zumbul (<i>Pontederia crassipes</i> , Pellegrini 2018.).....	48

12.POPIS TABLICA

Tablica 1. Aktivnosti vezane uz strateški cilj 4.3.....	20
Tablica 2. Prikaz usluga opskrbe.....	23
Tablica 3. Prikaz usluga regulacija.....	24
Tablica 4. Prikaz kulturoloških usluga.....	26
Tablica 5. Ocjenjivanje utjecaja koncepta usluge ekosustava na svijest, politiku i praktičnu primjenu.....	50