

EKOLOGIJA U PROMETU

Pripremni materijali za prvi kolokvij

OSNOVNI POJMOVI

Ekologija je znanost¹ koja proučava:

- a) odnose između organizama i njihovog staništa u prirodi
- b) protok energije i kruženje tvari u prirodi.

Podjela ekologije (znanstvena):

- a) Autoekologija – proučava odnose između pojedinog organizma i njegovog staništa
- b) Demekologija – proučava odnose između veće skupine organizama (populacija) i njihovog staništa
- c) Sinekologija – proučava odnose između različitih populacija na istom staništu

Podjela ekologije (praktična): ekologija biljaka, ekologija životinja i ekologija ljudi (humana ekologija).

Danas ekologija predstavlja sintezu različitih znanosti koje se bave čovjekom, živim organizmima i njihovim staništima.

Ekosustav je osnovna prostorna ili organizacijska jedinica organizama i nežive tvari među kojima se stvaraju, kruže i izmjenjuju tvari, a protječe energija.

Populacija je skupina organizama iste vrste na nekom staništu. Ti organizmi imaju mnoga zajednička svojstva (npr. sličan genotip, morfološku izražajnost, način prehrane, ponašanje i dr.)

Biocenoza = životna zajednica – uključuje sve biljke i životinje koje žive na nekom prostoru (livada, šuma, jezero, bara, more).

Biotop = stanište – unutar životne zajednice (biocenoze), svaka jedinka u prostoru ima svoje stanište.

Biosfera – uključuje sve ekosustave na Zemlji – ona uključuje sav prostor u kojem se odvija život (*hidrosferu* – velike vodene površine, *atmosferu* – plinoviti dio Zemljinog omotača, *litosferu* – čvrste kopnene dijelove).

Ekosustav

Na tijek života u prirodi utječu različiti faktori (čimbenici) koje se najjednostavnije mogu podijeliti na:

- a) **abiotički** – sve one organske i anorganske tvari koje na organizme djeluju *izvana*. U njih možemo svrstati npr.: vodu (vlagu), kisik, ugljikov dioksid, sol, temperaturu, svjetlost, tlak (npr. na velikim morskim dubinama), ...
- b) **biotički** – svi oni koji djeluju *unutar* (između) organizama i pripadaju živoj prirodi. U njih možemo svrstati npr.: fotosintezu, hranidbene lance, ekološke piramide, ...

Neki od značajnijih abiotičkih faktora koji se uobičajeno svrstavaju pod pojmom *klime* su: voda (vlaga), temperatura i svjetlost.

¹ Prema Pravilniku o znanstvenim i umjetničkim područjima, poljima i granama NN 34/16 u Republici Hrvatskoj, ekologija spada u: znanstveno područje 1. Prirodnih znanosti, znanstvenog polja 1.05. Biologija, odnosno znanstvene grane 1.05.05 ekologija (nap. a.)

Homeostaza ekosustava – uravnoteženost svih faktora ekosustava (npr. uravnoteženost unutar populacije ili unutar hranidbenih lanaca ili unutar životnih ciklusa i sl.)

Abiotički faktori

Voda

Osnovne značajke:

- a) Prvi uvjet života – svi organizmi sadrže udjele vode (ljudski organizam cca 70%, krastavac/rajčica cca 98%, bakterijske spore cca 1-2 %)
- b) Pri normalnom tlaku na Zemlji pojavljuje se u sva tri agregatna stanja (kruto, tekuće i plinovito)
- c) Otapa mnoge organske i anorganske tvari – tzv. univerzalno otapalo
- d) Najgušća je na 4°C (tzv. anomalija vode) što omogućuje da led pliva na površini i tijekom zime preživljavanje organizama u vodi (led je transparentan na svjetlost)
- e) Sudjeluje u procesu fotosinteze.
- f) ...

Temperatura

Osnovne značajke:

- a) Varijacije na globalnoj razini (od područja vječnog snijega i leda do vrelih pustinjskih dijelova)
- b) Prilagodbe organizama na varijacije (bjelogorično drveće, selidbe ptica, zimski san, ...)
- c) Regulacija bioloških funkcija
- d) Prilagodbe sisavaca i ptica (regulacija tjelesne temperature unutar temperaturnih granica)
- e) ...

Svjetlost (Sunčeva svjetlost)

Osnovne značajke:

- a) Bez Sunčeve svjetlosti nema primarne organske proizvodnje – fotosinteze
- b) Zagrijava površinu Zemlje
- c) Prilagodba organizama na različite količine svjetlosti (npr. fototropizam kod biljaka – zakretanje listova prema svjetlosti; paprati koje su se prilagodile niskom intenzitetu svjetlosti ili razvoj organa vida kod životinja u čije stanište dopire svjetlost, a izostanak kod onih u čije stanište ne dopire svjetlost npr. čovječja ribica ili ribe i organizmi koji žive na velikim dubinama u moru gdje ne dopire svjetlost)
- d) Mnoge životinje donose svoje potomke na proljeće kad dolazi do povećanja količine svjetlosti i duljeg dana
- e) Prilagodba fizioloških aktivnosti životinja (neke su aktivnije ujutro, neke tijekom dana, a neke predvečer ili noću)
- f) ...

Biotički faktori

Fotosinteza

Osnovne značajke:

- a) Najznačajnija kemijska reakcija za životne procese na Zemlji
- b) Iz anorganskih tvari (ugljikov dioksid i voda) biljke uz pomoć sunčeve svjetlosti u klorofilu sintetiziraju organske tvari (ugljikohidrate) i pri tome ispuštaju kisik
- c) Osim toga biljki su za rast i razvoj potrebni i ioni magnezija, željeza, fosfati, ..., koje dobiva s vodom (univerzalno otapalo)
- d) Moguća je samo u onim dijelovima gdje dopire sunčeva svjetlost (npr. u moru cca 200 – 300 m dubine)
- e) Proces koji nastaje u zelenim biljkama na kopnu odnosno u fitoplanktonu u morima
- f) Najveći dio kisika na Zemlji upravo nastaje od procesa fotosinteze koji se odvija u morima (cca 50 – 60 %)
- g) Organske tvari nastale fotosintezom biljka može koristiti za: vlastiti rast i metabolizam, sačuvati ih u obliku škroba koji će postati izvorom hrane za heterotrofne organizme ili se mogu razgraditi pod djelovanjem gljivica i bakterija na jednostavne (osnovne) anorganske tvari
- h) ...

Hranidbeni lanci

Osnovne značajke:

- a) Oni predstavljaju slijed organizama u prirodi u kojem se prenosi energija u obliku hrane od primarnih proizvođača (zelene biljke, fitoplanktoni) preko potrošača (primarni, sekundarni, tercijarni) do mikroorganizama koji sve rastvaraju na osnovne anorganske tvari koje primarni proizvođači ponovno mogu koristiti
- b) Hranidbeni lanci mogu se kratiti (biljke mogu uvenuti pa ih razgrađuju mikroorganizmi)
- c) Hranidbeni lanci se mogu ispreplitati, pa kažemo da nastaju hranidbene mreže
- d) ...

Ekološke piramide

Osnovne značajke:

- a) Hranidbeni lanci uvijek započinju s fotosintetskim organizmima i završavaju s mikroorganizmima. Na taj su način proizvodnja, potrošnja i razgradnja organskih tvari usko povezani
- b) U hranidbenim lancima su organizmi raspoređeni prema tjelesnim masama i tjelesnim razmjerima (od biljaka ili fitoplanktona u moru do mesojeda). Ipak, zakon razmjera nije uvijek postojan (neki mesojedi nisu uvijek najveći npr. vuk ili ribe piraje).
- c) Kvantitativan odnos među trofičkim razinama – na nižim razinama veći broj jedinki dok su više trofičke razine karakterizirane manjim brojem jedinki
- d) Pravilo 10 % - organizmi veliki dio svoje energije (cca 90%) utroše na vlastite životne procese (osnovni procesi u stanicama, disanje, kretanje, ...), dok se za rast i razvoj koristi svega 10% (povećanje biomase). Na taj način može se uočiti da se na svaku iduću razinu u hranidbenom lancu prenosi svega 10% energije u obliku hrane, te se u svakoj razini gubi 90% energije (životni procesi i toplina tijela) – piramidalno.
- e) Poremećaji nastali na nižim trofičkim razinama prenose se vertikalno uzduž piramide na više trofičke razine, pa mogu uzrokovati nestanak određene vrste (npr. posebno su ugroženi predatori na višim razinama koji imaju manji broj jedinki)
- f) ...

ONEČIŠĆENJA MORA ULJIMA

Iako pojam ulje na brodu podrazumijeva čitav niz tvari, najjednostavnije se može reći da pod pojmom **ulje na brodu** podrazumijevamo: *sirovu naftu, sve njene derivate i zauljene vode*.

Ponašanje uljne mrlje na vodenoj površini nakon izljeva

Prirodni procesi koji slijede neki uljni izljev na vodi uključuju širenje/kretanje uljne mrlje i njeno postupno razlaganje. Ponašanje uljne mrlje nakon izljeva zavisi o tipu izlivenog ulja, količini izlivenog ulja, vrsti izljeva (jednokratni ili kontinuirani) te o klimatskim ambijentalnim uvjetima u području izljeva.

Kretanje i širenje uljne mrlje

Tendenciju širenja uljne mrlje nakon izljeva pokazuju gotova sva ulja izuzev nekih teških perzistentnih ulja koja imaju gustoću veću od $1,0 \text{ g/cm}^3$ čije je krutište više od okolišne temperature te pokazuju tendenciju skrućivanja i formiranja tzv. „katraskih“ nakupina.

Na širenje uljne mrlje *u samom početku* izlivanja utječu: **gravitacija** i **razlika između površinskih napetosti** (ulje/voda) čak i kad nema izvanjskih utjecaja poput vjetra ili morskih struja. Ipak, kako se uljna mrlja širi u sve tanji sloj gravitacija ima sve manji utjecaj i dominantna sila postaje razlika između površinskih napetosti (ulja/vode), a takvo širenje će se zaustaviti pod utjecajem **viskoziteta ulja** i **inercije**.

Na kretanje i širenje uljne mrlje kao i na njenu razgradnju izravno utječu i *izvanjski utjecaji*: vjetar, struja, plima i oseka, dubina i valovi.

Vjetar je faktor koji znatno utječe na širenje/kretanje uljne mrlje. Brzina kretanja uljne mrlje iznosi 2,5 do 4 % od brzine vjetra u smjeru puhanja. Osim na kretanje uljne mrlje on utječe i na stupanj isparavanja, njezin oblik ali i na mogućnost uporabe opreme za sakupljanje i čišćenje. Pod utjecajem vjetra i valova može nastati emulzija vode u ulju koja otežava zbrinjavanje.

Struja također ima veliki utjecaj na kretanje i širenje ulje u smjeru strujanja, te u nekim slučajevima može i potpuno raspršiti uljnu mrlju.

U kombinaciji vjetra i struje uljna mrlja će se kretati u smjeru rezultirajućeg vektora tih sila.

Plima i oseka uvjetuju nastanak tzv. plimne struje koja može utjecati na primjenu brana ili uređaja za čišćenje u priobalnim zonama, pa čak i dovesti do ponovnog onečišćenja već očišćenih područja.

Dubina određuje tip valova bez obzira na snagu vjetra, a kod plitkih područja zabranjena je uporaba kemijskih sredstava za raspršivanje (disperzanata).

Valovi su rezultat prethodnih faktora (čimbenika) a utječu na stvaranje emulzije, raspršivanje i isparavanje, a često puta onemogućavaju primjenu sredstava za sprječavanje širenja ili uređaja za zbrinjavanje uljne mrlje.

Procesi razlaganja ulja

Ulje koje se razlije na površinu vode prolazi kroz niz promjena fizičkih i kemijskih svojstava koje se zajednički nazivaju „starenjem“ ili razlaganjem. Taj proces počinje odmah nakon izljeva i nastavlja se različitom brzinom koja zavisi o tipu razlivenog ulja kao i o ambijentalnim klimatskim uvjetima.

Osnovni procesi razlaganja i njihova obilježja:

1. *Isparavanje* – ono zavisi o plamištu i tlaku para pojedinih ugljikovodika sadržanih u ulju², okolišnim uvjetima i stanju površine vode (mora). Isparavanjem se smanjuje volumen izlivenog ostatka ulja, zapaljivost i toksičnost ostatka, ali se povećava njegova gustoća i viskozitet. Zbog isparavanja lakih frakcija posebno se treba paziti na mogućnost nastanka požara u tom trenutku jer su pare lakohlapljivih ugljikovodika vrlo zapaljive. Na količinu isparenog dijela direktan utjecaj ima i vjetar koji to isparavanje pospješuje.
2. *Otapanje* – proces razlaganja koji je ograničen uglavnom samo na lakše frakcije ugljikovodika sadržanih u razlivenom ulju. Dakle, ono zavisi o sastavu ulja, njegovim fizičkim svojstvima, temperaturi vode, brzini i načinu širenja, ambijentalnoj temperaturi, miješanju slojeva i dr.
3. *Raspršivanje* (disperzija) – nastaje kao posljedica mehaničkog djelovanja mora i vjetra. Dakle, ono zavisi o stanju površine, jačini vjetra, ali i o tipu ulja. Ono započinje odmah nakon izljeva i vrlo je intenzivno tijekom prvih nekoliko sati.
4. *Emulgiranje* – najčešće se očituje u nastanku emulzije tipa „voda u ulju“ koja se često naziva i „čokoladna mahovina“ (zbog njenog izgleda), a sadrži više od 50 % vode tako da se ukupni volumen povećava. Na njeno stvaranje utječe stanje vodene površine (npr. lagano uzburkano more može stvoriti emulziju vrlo visokog viskoziteta). Stvaranjem emulzije zaustavlja se proces razlaganja („starenja“) jer se smanjuje površina ulja koja je izložena daljnjem djelovanju vode i zraka. Emulgiranjem se može znatno povećati volumen uljne mrlje, a nastaju i poteškoće pri njenom zbrinjavanju (sakupljanju, obradi, odlaganju).
5. *Oksidacija* – iako točni mehanizmi procesa oksidacije i nisu sasvim istraženi jer mu ugljikovodici baš i nisu podložni, može se uočiti da do nje ipak dolazi (u nekim slučajevima čak i vrlo brzo) u kontaktu s vodom i zrakom, te pod utjecajem svjetla.
6. *Biološka razgradnja* – za njeno nastajanje važna je prisutnost mikroorganizama u vodi u kojoj je došlo do izlijevanja. No, osim mikroorganizama ona zavisi i o sastavu izlivenog ulja, kontaktnoj površini između ulja i vode, rasprostranjenosti (raspršenosti) uljne mrlje, količini hranjivih tvari, temperaturi i sadržaju kisika. S obzirom na sve navedene utjecajne faktore ona može trajati od nekoliko dana do nekoliko tjedana ili u njihovoj odsutnosti do nje uopće ne mora niti doći.
7. *Taloženje* – kao posljedica razlaganja dolazi i do povećanja gustoće preostalog ostatka uljne mrlje na površini vode. Kad ta gustoća postane veća od gustoće vode, uljni ostatak će potonuti. U tom slučaju mogu ga raznijeti morske struje ili može dospjeti na dno čime se znatno usporava daljnja razgradnja. Ukoliko istaloženi ostatak ulja dospije na dno i bude prekriven pijeskom ili muljem tada dolazi do anaerobne razgradnje ili se daljnja razgradnja može i zaustaviti.

² Ulje je mješavina različitih ugljikovodika (frakcija) od kojih su neke lakše (hlapljivije), a neke teže frakcije. Npr. lako dizelsko gorivo razlaže se brže od teške sirove nafte zbog većeg udjela lakih frakcija (nap. a.)