

Ekologija

Ukvarja se z proučevanjem odnosov med organizmi in njihovim okoljem. Znotraj ekologije imamo panoge:

- **Avteknologija** (proučuje odnose vrste do svojega okolja, proučuje kako živi in neživi dejavniki med seboj funkcionirajo)
- **Ekologija populacij** (proučuje odnose populacij in njenega okolja)
- **Sinekologija** (proučuje življenjske združbe (**biocenoze**) – vse rastlinske in živalske vrste, ki živijo na nekem območju)

Populacija je skupina osebkov iste vrste, ki živijo istočasno na nekem območju ter se med seboj pari.

Okolje je skupek dejavnikov, ki omogočajo, vplivajo in odločajo o obstoju živih bitij.

Zunanje in notranje okolje sta med seboj povezana, saj je organizem energetsko odprt sistem.

Bivališče (**habitat**) je tisto območje, kjer je najbolj ugodna kombinacija dejavnikov za določeno vrsto.

Življenjski prostor (biocenoza)

Akvarij je umetno sestavljen ekosistem, v njem delujejo proizvajalci, potrošniki in razkrojevalci. Njegov obstoj je odvisen od človeka. Takim umetnim ekosistemom pravimo tudi **biološki model** (pomaga razumeti delovanje zapletenejših naravnih ekosistemov).

V naravi pa ekosistemi niso izolirani med seboj, različni ekosistemi se povezujejo in izmenjujejo sestavine- so **odprti sistemi** (to nam kažejo snovne in energetske potrebe).

Rastlinske in živalske vrste se ne pojavljajo kjerkoli, ampak le v okolju z ustreznimi življenjskimi pogoji, ki omogočajo njihovo preživetja in razmnoževanje – njihovo življenje je odvisno od neživih (**abiotiskih faktorjev**) in živih dejavnikov okolja (**biotiskih faktorjev**), oboji delujejo v naravi povezano. Naravni ekosistem je povezava organizmov z neživim okoljem.

Abiotiski dejavniki

To so fizikalne in kemične lastnosti **življenjskega prostora (biotopa)** organizma (toplota, prisotnost vode, vlažnost, svetloba, O₂, CO₂, raztopljene snovi ter osmotske razmere v vodi, pH vode in tal, gostota in viskoznost osredja, tlak, valovanje vode,...).

Omejitve in strpnostna krivulja

Zaradi medsebojnega vpliva dejavnikov se odnos organizma do posameznega dejavnika delno spremeni.

Širina strpnostnega območja je pri različnih vrstah organizmov različna, ločimo **širokozvonaste** (organizmi imajo široko ekološko valenco do dolpčenega dejavnika, to pomeni, da organizem tolerira velike spremembe v intenziteti posameznega dejavnika. Vrstam s širokim strpnostnim

območjem pravimo **generalisti**. Predpona evri-) in **ozkozvonaste** (**specialisti**, predpona steno-).

Specialisti so v svojem okolju bolj učinkoviti, ker so se mu bolj prilagodili (živijo predvsem v evlucijsko starih ekosistemih- morje na dnu, kraške jame, tropski deževni gozd).

Periodično spreminjanje neživih dejavnikov

Ekološka vloga svetlobe ni povezana samo s fotosintezo. Važen je še regulacijski učinek svetlobe zaradi zaporedja dneva in noči ali **dnevno-nočne fotoperiodike**.

(Ločimo dnevno aktivne in nočno aktivne vrste, če je organizem aktiven 1x v 24 urah je monofazični, če je večkrat pa polifazični) ter sezonskih sprememb dolžine dneva in noči ali **sezonske fotoperiodike**. Razmerje med dolžino dneva in noči je za posamezni dan v letu stalno, medtem ko vremena za leto dni vnaprej ne moremo napovedati. Svetloba je zanesljiv urejevalec aktivnosti živih bitij, vpliva na notranjo uro organizmov (npr. selitev ptičev). Dolžina dneva vpliva na začetek zimskega spanja (**hibernacija**). Kratek jesenski dan pri ličinkah povzroči prekinitev razvoja in začetek mirovanja (**diapavza**). **Anabioza** oz. latentno stanje- dvoživke se zarijejo.

Mikroklima

Vreme: atmosfersko dogajanje v krajšem obdobju

Podnebje/klima: obseg povprečja vremenskih pogojev kraja in pokrajine v večletnem obdobju.

Makroklima: podobne podnebne razmere prostora v širši razsežnosti (100 – 10000 km)

Mikroklima: podobne razmere v ožji razsežnosti (nekaj cm do 100m)

Zaradi ugodnih mikroklimatskih razmer lahko nekateri organizmi živijo v predelih, kjer so sicer makroklimatski pogoji manj ustrezni.

Življenjske oblike

Med okoljem in organizmi obstaja oblikovna in funkcionalna skladnost.

Življenjske oblike so očitni primer prilagoditve na okolje.

Bergmovo pravilo: v mrzlem imajo prednost veliki sesalci pred malimi (na enako površinsko enoto pride pri velikih sesalcih več volumna kot pri malih)

Homologni organi: imajo enak izvor, podobni po notranji zgradbi. So posledica divergentnega razvoja (z razhajanjem)

Analogni organi: različni izvor, prilagodili so se na enake dejavnike okolja, zato so si na zunaj podobni. So posledica konvergentnega razvoja.

Osredje

Osredje ali medij je snov, ki neposredno in iz vseh strani obdaja telo organizmov. Zaradi razlik vode in zraka (ki sta osredji) fizikalnih lastnosti sta ekološko različni, kar se kaže v prilagoditvah organizmov. Fizikalne lastnosti osredja (gostota, viskoznost) vplivajo na telesno oblikovanost.

Gostota in viskoznost

Pri hidro in aerodinamičnih oblikah gre za oblike, pri katerih je zmanjšan upor na stiku med telesom in osredjem – pomeni varčevanje z energijo. Viskoznost je notranje trenje pri tekočinah in plinih.

Vzgon

Lebdenje v vodi omogoča vzgon, učinkovitost tega pa povečajo še posebne tvorbe, ki zavirajo tonjenje.

Tlak

Zaradi teže osredij se vzpostavlja tlak, atmosferski z višino pada, hidrostatski pa z globino narašča. Zaradi večje gostote vode so učinki hidrostatskega tlaka mnogo večji od učinkov atmosferskega. Organizme z telesnimi votlinami napolnjenimi s plini, lahko hidrostatski tlak stisne in poškoduje.

Podlaga (substrat)

Je vsako površje, na katero so organizmi prirasli ali pa se po njem gibljejo. Običajna podlaga je prst, to je vrhnji sloj tal, ki nastaja s fizikalni-kemičnim preprevanjem kamnin ob sodelovanju organizmov.

Sestava tal:

- Mineralni delci različnih velikosti (glina- mulj- droben pesek- debel pesek- gramoz)
- Voda z raztopljenimi solmi (pomembne hranilne snovi so nitrati in fosfati)
- Zrak (vsebuje več CO₂ in manj O₂ kot tisti nad tlemi, lahko vsebuje še amonijak in metan, ki nastajata pri razkrajanju organskih ostankov)
- Razpadajoči rastlinski in živalski ostanki ter humusne snovi (nastajajo z razkrajanjem organskih ostankov, pri razgradnji ostankov ali **humifikaciji** sodelujejo poleg mikrobov tudi talne živali. Organski ostanki, glina in pesek, ki jih požirajo deževniki se v črevesju spajajo v glineno humusni kompleks, ki poveča grudičavost in zračnost tal).

Bioindikatorji

So živi pokazatelji, v bistvu so to vrste, po katerih lahko sodimo o določenih lastnostih okolja – **indikatorske vrste**. Bioindikacija nam pomaga pri ugotavljanju polucije okolja (lišaji, tubifeksi- morska solata). Lišajska praznina je tam kjer lišajev ni, predvsem zaradi SO₂.

Življenjske združbe

Rastlinske in živalske vrste so dejavno povezane v sestoj **življenjske združbe (biocenoze)**, v katerih je prisotnost ene vrste pogoj za obstoj druge. Življenjske združbe so prostorsko povezane rastlinske in živalske združbe. Odvisnosti obstajajo med vrstami in neživim okoljem tudi. Vsaka vrsta ima v združbi svojo mesto in vlogo- ima določeno **ekološko nišo**. Pove nam, kje vrsta živi, kateri dejavniki delujejo nanjo in kako se povezuje z drugimi vrstami (kaj jí, kdo njo jí, kaj jo zajeda,...). Razlike v ekoloških nišah omogočajo sobivanje različnih vrst. Ravnovesje v biocenozi je odvisno od med vrstnih odnosov. Poznamo gozdne, travniške,

močvirske, jezerske, rečne,... biocenoze. Vse se delijo še naprej (npr. rečne biocenoze: ločimo planinske reke, nižinske reke,...). Življenjske združbe se razlikujejo zaradi različnosti v ekoloških pogojih. Združbe opisujemo po njihovi vrstni sestavi, številčnosti osebkov vsake vrste, po značilnostih in vezanosti vrst na združbo. Z raziskovanjem in opisovanjem združb se ukvarja **biocenologija**:

- fitocenologija (rastlinski del združb)
- zoocenologija

Rastlinske združbe, ki jih človek ni spreminjal, imamo lahko za kazalce naravnih ekoloških razmer v okolju (lahko zberemo podatke o okolju in njegovi preteklosti brez natančnih merilnih instrumentov).

Raznovrstnost življenjskih združb

O njej govorimo ker so združbe sestavljene iz večjega števila vrst. Biotska raznovrstnost upada od ekvatorja proti tečajema in z nadmorsko višino. Čimbolj se ekološki pogoji približujejo skrajnostim, tem bolj so združbe revne po številu vrst.

Vodilne (dominantne) vrste imajo zelo vplivno vlogo v življenjski združbi. Od njih so odvisne vse ostale vrste biocenoze, kar se vidi iz razlik v vrstni sestavi združbe (npr. združbe listopadnih in smrekovih gozdov). Nekatere so vodilne zaradi številčnosti in velikosti.

Značilnice so značilne za posebne življenjske razmere. Osnovne enote združb (**asociacije**) fitocenologi imenujejo po različnicah in prevladujočih vrstah. Lahko je tudi **sovodilna (kodominantna vrsta)**. Dominantne vrste rastlin vplivajo na ekološke pogoje okolja, zato je od njih odvisno življenje ostalih živih bitij.

Vežane vrste pa se pojavljajo predvsem in izključno zaradi hrane ali primernih bivalnih pogojev v določenem delu združb (krivokljuni so specializirani na prehrano s semeni v storžih smrek in jelk, planinska kavka je vezana na skalnate, visokogorske stene,...).

Zaradi gibljivosti se živali pojavljajo v več slojih, toda pretežni del njihove dejavnosti je povezan z določenim slojem. Slojevitost prepoznamo tudi v drugih združbah (npr. travniku). Ekosistemi se s časom spreminjajo. Pojavu pravimo **ekološko zaporedje** oz. **ekološka sukcesija**. Razvoj sukcesije steče do združbe, ki doseže ravnovesje z okoljem (zato ohranja svoj sestav in videz dalj časa)- govorimo o **ravnovesni (klimaksni) združbi**.

Ločimo:

- **primarno ekološko sukcesijo** (če se začne razvoj na golih, neporaslih tleh. Med prvotnim ekološkim zaporedjem se izmenjujejo vrste organizmov nad tlemi, spreminja se zgradba tal. Npr. ledeniške groblje, gole skalnate površine, opuščeni kamnolomi, rečna prodišča- zaraste jih vrbovje in druge rastline).
- **Sekundarno ekološko sukcesijo** (če se začne obnavljanje spremenjene prvotne življenjske združbe. Obnavlja se staro stanje. Določene vrste se ponovno naselijo. Npr. postopno spreminjanje plitvega jezera v močvirje, tega v šotno barje, tega pa v zamočvirjeno travišče).

Ekologija populacij

Govorimo o velikosti ali številčnosti populacij. Razlikujemo tri osnovne oblike prostorske razporeditve: **naključno, skupinsko in enakomerno**. Možne so še kombinacije teh (npr. enakomerna skupinska). Enakomerna razporeditev je umetna in jo ustvarja človek, naključna pa je posledica gibanja živali in razpršitve semen po prostoru. Najpogostejša je skupinska razporeditev, živali se zbirajo iz različnih razlogov. Značilna lastnost populacije je **nataliteta**. Opredeljujemo jo z stopnjo rodnosti na enoto populacije. **Mortaliteto** pa prikažemo s stopnjo umrljivosti.

$$b = \Delta N_n / \Delta t$$

$$d = \Delta N_m / \Delta t$$

N_n = število novorojenih osebkov
osebkov

N_m = število umrlih

N = število osebkov vse populacije

Δt = obdobje

b = stopnja rodnosti

d = stopnja umrljivosti

Razmerje med mortaliteto in nataliteto je **vitalni indeks**.

v.i. = b/d
spreminja)

v.i. je enak 1 (velikost populacije se ne

v.i. je večji od 1 (velikost populacije narašča)

v.i. je manjši od 1 (velikost populacije upada)

Za populacijo je značilna seksualna struktura. Sestavljena je iz starostnih razredov, njihova medsebojna razmerja pa tvorijo **starostno zgradbo populacije**.

Ločimo:

- **Omejeno rast populacije** (zaradi biotskega potenciala- lastnost organizmov da ima potomce, in upora okolja- okolje se upre nadaljnemu naraščanju populacije).
- **Neomejeno rast populacije** (ni uresničljiva, tako bi naraščala številčnost populacije, če bi vrsta popolnoma izkoristila svoje razmnoževalne sposobnosti in če v okolju ne bi bilo omejitev s hrano, prostorom, ne bi bilo plenilcev, bolezni, nezgod,...).

Rezultat upora okolja je nosilnost okolja.

Logistična krivulja je značilna krivulja omejene rasti. Do točke prevoja je rast populacije zelo hitra, od te točke se rast upočasnjuje dokler ne doseže nosilnosti okolja (njena rodnost je enaka umrljivosti- ravnovesje). V resnici se ne ustali, ampak niha (fluktuirajo). **Fluktuacije** so pravilne, če se pojavljajo v enakih časovnih presledkih. Vzroki v nepravilnih nihanjih populacij so v populacijskih lastnostih in v spremenljivih dejavnikih okolja. Poleg vitalnega indeksa vpliva na rast populacije še **emigracija in migracija** osebkov.

$$\Delta N / \Delta t = b + P \text{ (priseljavanje)} - d - O \text{ (odseljevanje)}$$

Odseljevanje je nepovratno dogjanje, povzročijo ga spremenjeni ekološki pogoji (suša, pomanjkanje hrane, prenaseljenost, nagonsko vedenje). Če se del populacije priseli v območje, kjer vrsta dotlej ni živela govorimo o **invaziji**. V načinu rasti razlikujemo dva osnovna načina:

- Prva strategija je **r- selekcija** (osebki vrst se hitro razmnožujejo in so pretežno majhni. Življenjske dobrine izkoriščajo hitro, še preden bi jih lahko uporabili pripadniki drugih vrst, tekmeci. Ta strategija povzroča prenaseljenost. Življenje osebkov teh vrst je kratko, hitro spolno dozori, redko skrbijo za svoje potomce. Npr. bakterije, plevel, miši,...).
- Druga strategija pa je **K- selekcija** (rast njihovih populacij je odvisna od nosilnosti okolja, imajo malo mladičev, za njih skrbijo, pretežno so to večji organizmi z daljšo življenjsko dobo, njihovo spolno dozorevanje traja več let. Take vrste živijo v okolju z ustaljenimi življenjskimi pogoji in njihove populacije ne presežejo nosilnosti okolja, v katerem živijo).

Osebki iste vrste izkoriščajo dobrine življenjskega okolja, pride do tekmovanja (oboje imajo škodo). Posamezniki si razdelijo prostor in dobrine (omejene) tako, da zasedejo določen prostor in iz njega odganjajo vrstnike. Govorimo o **teritorialnosti**. Svoj teritorij živali označujejo z glasovi, vonjavami,... teritoriji so lahko osebkovi (medved), družinski (sinice) ali skupinski (pavijani). Teritorialnost preprečuje prenaseljenost, omogoča osebkom varnejše gnezdenje, prehranjevanje, nego mladičev. Pri teritorialnih vrstah se razmnožujejo le osebki, ki so si pridobili teritorij. Zaradi življenja v skupinah, družinah se razvije vrednostna delitev-**hierarhija**. Ta se vzpostavi in vzdržuje z ustreznim vedenjem. Skupino vodijo pogosto starejši in izkušeni samci ali samice.

Medvrstni odnosi

Mutualizem

Lahko se razvije tudi med več vrstami. Trdnost povezave je različna, pogosto je zveza med njima obvezna, lišaji, prežvekovalci + bakterije. Neobvezne pa so mravlje + tropske akacije, rak samotar in vetrnica. Mutualizem omogoča partnerjem ugodnejše življenje, pogosto celo možnost preživetja v ekološko manj ugodnem okolju.

Lišaji

Avtotrofni (organizem lišaj oskrbuje z organskimi snovmi in kisikom, zelena alga ali modrozeleni cepljivki) in heterotrofni partner (gliva, oskrbuje z vodo in mineralnimi snovmi). Rak samotar in vetrnica: vetrnica se pritrdi na njega, z njim se premika in ga hrani. Mravlje in akacije: mravlje živijo na njej, pranjejo jo pred tistimi, ki jo hočejo pojesti.

Protokooperacija

Med seboj sodelujeta dva ali več različnih vrst živali. Primer so mešane črede kopitarjev in nojev v savani, medarski jazbec in prič medosledec, školjka leščur in rakovica čuvarica leščurja. Ni obvezna vendar je za sodelujoče živali koristna.

Komenzalizem

V naravi zelo pogost. Npr. ptiči ki spletejo gnezdo na drevesu, raki vitičnjaki se prirastejo na oklep morske želve, lišaji ki rasejo na deblu in vejah. Nekateri se le občasno držijo telesa druge živali, npr. pršice se oprimejo hroščev govnačev, dokler hrošč ne najde govna za hrano.

Predatorstvo

Odnos med plenom in plenilcem. Za plenilca in njegov plen je značilen **vzporedni razvoj (koevolucija)**. Plen je izboljšal obrambo, plenilec pa prilagoditve za lov. Eden drugemu se prilagajata. Nekateri plenilci se združijo v krdela, da skupaj premagajo plen. Obrambna strategija plena: izrazite **svarilne barve, mimikrija** (posnemanje strupenosti), nekatere živali se zavarujejo s smrdljivimi in druge s strupenimi izločki, posnemanje barve in zgradbe podlage, na kateri žival živi, velikost telesa, beg, povezovanje v večje skupine- zmede plenilca, mnogo več potomcev imajo, večkrat v letu in ne ob istem času kot plenilci.

Med plenom in plenilcem obstaja:

- Ustrezno velikostno razmerje (plen ne sme biti premajhen ampak dovolj velik da nasiti plenilca. Čas za iskanje plena ne sme biti predolg in v oplenjenem telesu mora biti več energije kot je bilo porabljene za lov).
- Ustrezno številčno razmerje (populacije plena so številčnejše od populacij plenilca. Navadno plenilci niso specializirani in lovijo različne vrste plena. Plenijo osebkke tiste vrste, ki je številčnejša, saj nanje pogosteje naletijo. S tem preprečujejo preveliko populacijsko rast plena.

Ko narašča število plena, narašča število plenilcev. Več plenilcev upleni več plena, kar povzroči upadanje številčnosti plena, to pa upadanje številčnosti plenilcev- številčnost obeh torej niha. Krivulja številčnosti plenilcev je v časovnem zamiku. Plenilce lahko uporabimo za zatiranje škodljivcev, ki jih drugače v naravi ni.

Odrasle pikapolonice in njihove ličinke plenijo listne uši, mnogi ptiči pevci lovijo žuželke. Na poljih so koristni ptiči pevci, fazani, sove, ježi, podlasice saj plenijo škodljive žuželke, miši in voluharice. Plenilec lahko lovi iz zasede (večji učinek ne številčnost plena) ali v teku in v skupin ali posamič.

Parazitizem

V bistvu je poseben primer plenilstva, plenilec ne ubije plena takoj in ga ne požre naenkrat. Zajedavci so nekatere bakterije, glive, rastline, živali, gostitelji pa so lahko vsi razen virusov. To je evolucijsko star odnos.

Ločimo:

- Endoparazite
- Eksoparazite (živijo na koži gostitelja)

Zajedavci so prilagojeni na gostitelje in se jih branijo z različnimi načini obrambe. Parazit hoče čim dalj časa izkoriščati gostitelja. Ob množičnih napadih govorimo o epidemijah, epizootijah in epifitijah. Socialno zajedalstvo pa se pojavlja pri mravljah (ena vrsta gre v mravljišče druge in tam nabere bube, ki potem delajo za njih).

Amenzalizem

Npr. cvetenje alg v jezerih in morju zastruplja vodo, zaradi strupenih izločkov alg je zavrta rast in razvoj zooplanktonov in poginjajo ribe. Alge od tega nimajo koristi. Gliva ki izloča penicilin.

Kompeticija

Če tekmujejo med seboj osebkovi iste vrste je to **intraspecifična kompeticija**, drugače **interspecifična kompeticija**. V naravi vrste vseeno bolj ali manj uspešno sobivajo (koeksistirajo), zato ker se pogoji v okolju spreminjajo, ker so razlike v njihovih ekoloških nišah, ima enkrat ena drugič druga vrsta korist. Kompeticija izzvana z naseljevanjem tujerodnih vrst je škodljiva, saj lahko izrine tamrodne vrste.

Usklajenost s podnebnimi in talnimi dejavniki okolja ter odnosi med populacijami različnih vrst ustvarja urejenost in stabilnost življenjske družbe. Ta se nanaša na ohranjanje njenega ravnovesja skozi daljše obdobje.

Primarna in sekundarna produkcija

Snovni in energijski tok v biocenozo se začne s fotosintezo. Energija v ekosistemu ne kroži, njen tok je enosmeren, ker se večji del energije porabi za delo ter se s tem spreminja v toploto kot za rast in razvoj. Toplota je izgubljena energija. - 2. termodinamični zakon. Za obstoj ekosistema je potreben stalen dotok sončne energije. Rudninske soli, ogljik, voda vstopajo iz okolja v organizme, v okolje se vračajo z dihanjem, izločki in mrtvimi organizmi (mikrobno delovanje)- snovi krožijo. Vrste v ekosistemu razvrščamo v posamezne prehranjevalne ravni (**trofične nivoje**). Na svtotrofe in heterotrofe (mesojedce (karnivori), rastlinojedce (herbivori) in razgrajevalce (dekompozitorji)). Ločimo **primarne producente** in **konzumente** (potrošnike). Za uvrstitev v prehranjevalno raven velja glavni vir hrane. Vsejedce imenujemo tudi **omnivori**. Zaporedju prehranjevalnih povezav pravimo **prehranjevalna veriga** (temeljna proizvodno- potrošniška povezava). Le redko so prehranjevalne verige daljše od 5 členov (zaradi izgube energije ob prenašanju). V naravi so verige med seboj povezane. Isto hrano je več živali, zato med prehranjevalnimi verigami ni meja, so povezane v bolj zapletene **prehranjevalne splette**.

Ekološke piramide

V prehranjevalnih piramidah prikažemo podatke, dobljene če nekako ovrednotimo osebke vseh udeleženi vrst (stehtamo, preštejemo) na posameznih prehranjevalnih ravneh, dobimo vpogled v količinska razmerja (prehranjevalni spleti so prikaz le kakovostnih povezav med vrstami v združbi).

Številčna piramida

V večini primerov velja da čim višja je prehranjevalna raven tem manjše je število osebkov v njej... Številčna razmerja med posameznimi prehranjevalnimi ravnmi prikažemo z ustrezno površino v prehranjevalni piramidi. Lahko je tudi **obrnjena**- en osebek preživlja mnogo rastlinojedcev (drevo npr.).

Piramide živih tež ali biomas

Dobimo jo če prikažemo količinska razmerja med prehranjevalnimi ravnmi z biomaso. Te piramide so podobne, saj se z večjo biomaso nižje ravni prehranjuje manjša biomasa višje ravni.

Lahko je tudi **obrnjena-fitoplankotna**- proizvajalcev je manj kot zooplanktona-potrošnikov (ker so drobne alge zelo hitro razmnožujejo, sproti proizvajajo hrano. Ta piramida pa kaže trenutno stanje).

Energijska piramida

V njej prikazujemo količinski pretok energije od ene prehranjevalne ravni do druge. V kJ na m² v enem letu. Te piramide niso obrnjene (ker se količina energije znižuje na višjo raven).

Obračun energijskega pretoka:

Zanimajo nas deleži asimilirane energije v primerjavo z neasimilirano (iztrebki). Zanima nas kolikšen del se je porabil za rast in razmnoževanje in kolikšen del za dihanje. Deleži so odvisni od vrste organizma, od starosti osebkov in od življenjskih razmer.

Avtotrofno proizvodnjo organske snovi in v njej vezane energije imenujemo **bruto primarna produkcija** ekosistema. Del te energije uporabijo rastline za opravljanje življenjskih funkcij, preostali del pa je **neto primarna produkcija** in je kot hrana na razpolago. Del te produkcije izkoristijo rastlinojedci, del razkrojevalci, del rastlinoješke pa mesojedci I. reda itd. Delež energije, ki prehaja z nižje ravni na višjo raven je kazalec prehranjevalne učinkovitosti. Le od 6 do 16 % energije, ki jo asimilirajo organizmi določene prehranjevalne ravni, se izkoristi za asimilacijo na naslednji ravni. Rasti in razmnoževanju potrošnikov, ki temelji na primarni reprodukciji zelenih rastlin, pravimo tudi **sekundarna produkcija**.

BIOKEMIJSKO KROŽENJE

To je kroženje med biotopom in biocenozo. Primarni producenti vgrajujejo rudninske snovi v organske proizvode, te pojedjo, prebavijo in asimilirajo potrošniki. Trupla primarnih proizvajalcev in potrošnikov predelajo talni mikrobi v anorganske snovi, ki jih znova uporabijo rastline za proizvodnjo. Okolje je tako skladišče anorganskih snovi za živa bitja.

Razlikujemo tri osnovne skupine takih kroženj:

- **Vodno kroženje** -krožita kisik in vodik

Voda je nepogrešljiva, ker je topilo in osredje za kemijske reakcije v

organizmih. Glavni rezervoar vode so oceani (97 % vse vode na zemlji je v njih). Voda se vrača v okolje z izhlapevanjem. Voda se v obliki padavin vrne: - na kopno / dolgo kroženje
- v morje / kratko kroženje

▣ **Atmosfersko kroženje**

→ **kisika** - je povezano s kroženjem ogljika, le da sta procesa nasprotno usmerjena: v ozračje se sprošča s *fotosintezo*, porablja se za dihanje in gorenje.

→ **dušika** - sestavlja cca 80 % zraka, vendar ni v obliki N₂, tega rastline ne morejo izkoriščati. Sposobne so ga vezati le purpurne in zelene žveplave bakterije, modrozeleni cepljivke. Vežanje poteka v anaerobnem okolju, proces omogoča *encim nitrogenaza*. Rastline sprejemajo nitratne IONE. Amonijeve ione in sečnino, ki ga vgrajujejo (N) v aminokisliline in beljakovine. Heterotrofi jih dobijo preko tega.

Važni trije procesi za kroženje:

- **vežanje dušika** (mol. N₂ - je treba razcepiti v dva atoma, lahko z energijo bliska ($N_2 + O_2 = 2 NO$), oksidacio ($2 NO + O_2 = 2 NO_2$) ali z reakcijo z vodo ($3 NO_2 + H_2O = 2 H^+ + NO_2 + NO_3$)).
- **Nitrifikacija** (oksidacija dušikovih spojin npr. amoniaka v nitritni in nitratni ION. Te vsrkajo koreninice rastlin in vgradijo v AK in beljakovine. V okolje se vrača dušik z iztrebki. Z oksidacijo amoniaka znova nastaja nitrat. Tako dobijo kemoavtotrofne in nitrifikacijske bakterije energijo za vežanje CO₂. Nitrate znova uporabijo zelene rastline.
- **Denitrifikacija** (je postopno pretvarjanje nitrata v nitrit in tega v elementarni dušik, ki izhaja v ozračje. Proces opravljajo denitrifikacijske bakterije, ki dobijo tako v anaerobnem okolju kisik za dihanje iz nitratov. Temu procesu pravimo nitratno dihanje.

→ **Ogljika** sestavlja okoli petino snovi v organizmih. Osnovni vir je CO₂. V biocenozi vstopa s fotosintez, vrača se z dihanjem. V ozračjem se sprošča tudi s sežiganjem fosilnih goriv (je učinek tople grede, ko se zaradi povečanja koncentracije CO₂ zadržuje več IR žarkov, to povišuje temperature atmosfere - to pa dviganje morske gladine).

▣ **Sedimentalno kroženje** (rudninske snovi)

→ **kroženje fosforja** (v rastline vstopa kot anorganski fosfat, potreben za izgradnjo nukleinskih kislin, fosfolipidov, ATP. V okolje se vrača, ko bakterije razkrojijo organske spojine s fosforjem, z iztrebki. Presežki P v rekah, jezerih, morju povzročajo bujno rast alg in modrozelenih cepljivk, odmiranje povzroči *sekundarno polucijo vodnih ekosistemov*).

→ **kroženje žvepla** (večina S zalog je v kamninskih slojih Zemlje. Pomemben vir je pirit. Iz kamnin se sprošča S z oksidacijo. SO₂ izhaja v zrak zaradi delujočih vulkanov, naravnih požarov, bliskov,

bakterijskega gnitja, sprošča se tudi pri sežiganju nafte, premoga. Rastline ga sprejmejo v sulfatni obliki in ga vežejo v aminokislino. V neživo okolje se vrača z iztrebki in trupli. Pri bakterijskem razkroju beljakovin nastaja H_2S . Kemoavtotrofne bakterije ga oksidirajo v elementarno S in SO_2 . V okolju brez kisika poteka bakterijski proces redukcije sulfatov v žveplovodik.

Bioakumulacija

Je pojav zbiranja snovi in povečevanja njihovih koncentracij glede na okolje. V naravi krožijo tudi strupene snovi za nas. Po prehranjevalnih verigah se te snovi prenašajo od člena do člena, pri tem njihova koncentracija v organizmih narašča. Posledica so zmanjša rodnost, razvojne motnje, pogini,...