

OKOLJSKO NARAVOSLOVJE 2
(skripta)

IGOR PETEK

KAZALO VSEBINE

UVOD	3
1 OBLIKE ŽIVLJENJA	5
2.1 KLASIFIKACIJA ŽIVEGA SVETA	5
2 OSNOVE MIKROBIOLOGIJE	7
2.1 POJEM MIKROBIOLOGIJE	7
2.2 OBSEG MIKROBIOLOGIJE	8
2.3 NAHAJALIŠČE MIKROBOV V NARAVI	9
2.4 GLAVNE SKUPINE MIKROORGANIZMOV	10
2.5 CELICA	12
2.6 MORFOLOGIJA IN ZGRADBA BAKTERIJ	13
2.7 RAST IN RAZMNOŽEVANJE BAKTERIJ	15
2.8 GENERALNA FIZIOLOGIJA BAKTERIJ	16
2.9. VEČCELČNI ORGANIZMI	24
3 VPLIV OKOLJA NA BAKTERIJE	27
3.1 VPLIV OKOLJA NA RAZVOJ BAKTERIJ	27
3.1.1 Temperatura	27
3.1.2 Svetloba	27
3.1.3 Vlaga	28
3.1.4 Stopnja kislosti oz. alkalnosti	28
3.1.5 Odnos do atmosferskega kisika	28
3.1.6 Osmotski pritisk	28
3.1.7 Rast mikrobov ob drugih mikrobnih vrstah	28
3.2 KEMIČNE SPREMEMBE IN PRODUKTI BAKTERIJSKE RASTI	29
3.2.1 Razgradnja proteinov	29
3.2.2 Razgradnja ogljikovih hidratov	29
3.2.3 Tvorba svetlobe	29
3.2.4 Proizvodnja pigmenta	29
3.2.5 Izdelovanje toksinov	29
3.3 AKTIVNOST NEPATOGENIH MIKROBOV	30
3.4 UNIČEVANJE MIKROBOV	31
3.4.1 Fizikalne metode sterilizacije in dezinfekcije	31
3.4.2 Kinetika smrti mikroorganizmov	33
3.5 KINETIKA RASTI MIKROORGANIZMOV	33
4 KRATEK PREGLED ORGANSKE KEMIJE	35
4.1 OSNOVNE LASTNOSTI SNOVI IN SPOJIN	35
4.2 OSNOVNE ZNAČILNOSTI ORGANSKIH SPOJIN	36
4.3 VAŽNEJŠE SKUPINE ORGANSKIH SPOJIN	37
4.4 NAJPOGOSTEJŠE KEMIJSKE REAKCIJE PRI OKOLJSKIH TEHNOLOGIJAH ČIŠČENJA, GOSPODARJENJA Z ODPADKI IN ČIŠČENJA ZRAKA	39
4.5 NEKAJ POMEMBNIH VRST ORGANSKIH REAKCIJ V ŽIVIH SISTEMIH	40
4.6 KATEGORIJE ORGANSKIH SPOJIN, KI SO POMEMBNE V ZDRAVSTVENI HIDROTEHNIKI IN EKOLOGIJI	40
5 KINETIKA BIOKEMIJSKIH REAKCIJ	46
5.1 OSNOVNE PREDSTAVITVE KINETIKE BIOKEMIJSKIH REAKCIJ	46
5.2 KINETIKA BIOKEMIJSKIH REAKCIJ GLEDE NA VRSTE REAKTORJEV	48
5.3 VRSTE REAKCIJ GLEDE NA NJIHOV MEDSEBOJNI POTEK	49
6 KROŽENJE ENERGIJE IN SNOVI V NARAVI	59
6.1 POMEN PREHRANJEVALNIH IN ENERGIJSKIH VERIG ZA VARSTVO OKOLJA IN ZDRAVJA	59
6.2 DUŠIKOV KROG	59

6.2.1 Opis osnovnih pojmov in zakonodaje v zvezi s čiščenjem odpadnih voda	60
6.2.2 Pomen III. stopnje čiščenja za recipient.....	62
6.2.3 Tokovi odstranjevanja onesnaženja	63
6.2.4 Biološko ozadje odstranjevanja onesnaženja s hranili	63
6.3 KROŽENJE VODE V NARAVI.....	66
6.4 KROG OGLJIKOVEGA DIOKSIDA (CO ₂)	67
7 PROCESI PRI RAZGRADNJI BIORAZGRADLJIVIH ODPADKOV.....	69
7.1 BIOLOŠKA RAZGRADNJA.....	70
7.1.1 Aerobna razgradnja	70
7.1.2 Anaerobna razgradnja	70
8 NAČELA IN CILJI TRAJNOSTNEGA RAZVOJA	73
8.1 POJEM NAČELA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA	73
8.2 CILJI TRAJNOSTNEGA RAZVOJA	73
8.3 STRATEGIJE ZA DOSEGANJE CILJEV TRAJNOSTNEGA RAZVOJA	74
8.3.1 Evropska unija.....	74
8.3.2 Ključni izzivi prenovljene strategije trajnostnega razvoja za Evropsko unijo.....	77
8.3.3 Slovenija.....	86
8.3.4 Nevladne organizacije.....	86
8.4 PRIMERI ZAKONSKEGA UREJANJA ZADEV S PODROČJA OKOLJA S CILJEM DOSEGATI CILJE TRAJNOSTNEGA RAZVOJA	86
8.4.1 Vračanje stranskih produktov nazaj v proizvodni proces	86
8.4.2 Direktiva IPPC	87
VIRI IN LITERATURA.....	92

UVOD

Učbenik Okoljsko naravoslovje 2 je namenjen študiju v programu Varstvo okolja in komunala, in sicer pri predmetu OKOLJSKO NARAVOSLOVJE 2.

Predmet naj bi študentom približal procese in dogodke v naravi in v procesnem okolju naprav, ki jih človek gradi in uvaja za zmanjševanje kvarnega vpliva na okolico zaradi svojih dejavnosti na planetu. Večina ljudi si ne predstavlja, da se pri procesih čiščenja vode ali zraka največkrat uporabljajo pospešeni naravni procesi, ki v naravi tečejo vsakodnevno, različna je le hitrost procesa. Z ustvarjanjem boljših pogojev za potek nekega procesa je lahko ta hitrejši in učinkovitejši.

Tako pri čiščenju odpadne vode na čistilnih napravah ustvarjamo pogoje za intenzivno rast organizmov, ki onesnaženje uporabljajo za svojo rast – biološko blato (eksogena respiracija) in s tem odstranjujejo biološko onesnaženje iz vode. Pri tem vodimo postopek pri čistilni napravi z vključeno III. stopnjo čiščenja tako, da se v kar največji meri odstranijo tudi hranila, to pomeni, da v delu postopka ustvarimo pogoje za intenzivnejše delovanje denitrifikacijskih organizmov (anoksični pogoji) in defosfatizacijskih mikroorganizmov (anaerobni pogoji). Ker so onesnaženje za svojo rast porabili mikroorganizmi, jih imamo v procesu preveč in jih moramo izločiti ter obdelati na način, ki bo za okolje kar najmanj škodljiv. Najprej je pomembna stabilizacija in mineralizacija teh organizmov, kar pomeni, da smo snovi, iz katerih so organizmi grajeni, vrnili kot surovino za ponoven nastanek primarne produkcije v naravo. Tu se pogosto pojavi problem, da so strupene snovi prisotne v tolikšni meri, da ne vemo, kam s takšnimi snovmi.

V sodobni ekologiji se nam tako nizajo novi izzivi in nova problematika ter stalno novi načini reševanja, novi postopki, nove tehnike. Pri vseh rešitvah pa vedno zasledujemo takšne, ki snov in energijo čim prej vračajo v svoje naravno kroženje ob upoštevanju ciljev trajnostnega razvoja.

Veliko značilnih dogajanj iz narave človek dandanes prenaša v druge veje znanosti. Tako tudi npr. v ekonomiji lahko govorimo o obdobju prilagajanja, intenzivni rasti, doseganju vrhunskih rezultatov, padanju rezultatov in na koncu o propadu podjetja, dejavnosti ... Zveni nekako znano. V veliko dejavnostih lahko potegnemo vzporednice z naravnimi procesi.

Ravno tako se lahko iz naravnih procesov učimo, kako moramo obravnavati naš odnos do okolja, da ohranjamo naš planet v stalni kondiciji in sposobnosti gostiti obstoječe razvojne populacije na njem.

Voda in zrak sta osnovna pogoja za obstoj življenja. Industrijska revolucija je v začetku 19. stoletja prinesla Evropi, za njo pa postopoma tudi ostalim delom sveta, nesluten razvoj proizvodnih zmogljivosti za proizvodnjo dobrin, obenem pa se tedaj niso zavedali, da bo prinesla tudi zelo ogrožajoče posledice za naše okolje. Razvojni razmah v 60. letih prejšnjega stoletja je prinesel negativne posledice, ki so bile že zelo očitne. Velik del voda je za namen pridobivanja pitne vode postal neuporaben. Onesnaženje zraka je v nekaterih delih postalo kritično. Pojavljajo se nove bolezni, za katere sumimo, da imajo svoj izvor v onesnaženem zraku. Pri tem se sprašujemo, kakšno življenjsko okolje zapuščamo našim zanamcem. Človekova dejanja danes in v preteklosti so razmere na planetu že zelo močno spremenila in oblikovala. Iz naravnih procesov se lahko učimo, kako ga ohraniti za naše zanamce, kar je pravzaprav osnovni cilj danes oblikovane filozofije trajnostnega razvoja. Trajnostni razvoj je pojem, ki izvira iz širšega političnega dogovora, ima pa dva, marsikdaj nasprotujoča si cilja:

1. čim večja materialna blaginja vseh ljudi na svetu,
2. ohranitev naravnega ravnovesja v okolju.

In navsezadnje: temeljno vprašanje, ki se nam zastavlja, je, kako ravnati z našim okoljem in prilagajati naše zahteve po udobnem življenju na način, da planetu ne delamo dolgoročne škode; od kod jemati surovine za dobrine ter kako jih vračati nazaj v snovne tokove na način, da okolje oz. naš planet ne bo prizadet.

Učbenik pred vami vsebuje zelo veliko povezav do podrobnejših vsebin na svetovnem spletu. Pri tem se morate zavedati, da določene vsebine, objavljene na svetovnem medmrežju, niso zanesljive in se lahko s časom tudi spreminjajo. Vsebine na nekaterih straneh svetovnega spleta lahko objavlja praktično kdorkoli. Uporabnik bi se moral naučiti tudi kritično presojati posamezne tako dostopne vsebine.

Upam, da vam bo učbenik pred vami dal tisti osnovni občutek in odgovore na vašo radovednost v zvezi z okoljskimi problemi ter vam pomagal pri oblikovanju lastnih stališč o posameznih problemih sodobne družbe.

Igor Petek

1 OBLIKE ŽIVLJENJA

Uvod

Že majhnega otroka begajo večna vprašanja, kot so: »Mami, ali je ta rožica živa?«, »Zakaj pa mora to tako boleti?«, »Mami, kaj pa se zgodi z rožico, če jo utrgam?«, »Kako sem prišel na svet?«, ipd. Kako pridobivamo energijo, kako rastemo, kako se razvijajo organizmi v vodi, zakaj drevesa rastejo, zakaj voda v vodotokih v različnih razmerah in različnih časih dobiva drugačen vonj? Zakaj so nekatere reke tako zelene in morja med seboj tako različnih barv, ko jih opazujemo na satelitskih posnetkih? In ne nazadnje, ali obstaja še kje v vesolju življenje?

Navedena vprašanja se v odraslem človeku razvijajo v globoka filozofska vprašanja o življenju in smrti, o obstoju duše, prehajanju materialnega v nematerialno ... To so vprašanja, s katerimi so se vedno ukvarjali tako naši predniki kot tudi današnje generacije. Na nekatera vprašanja človeštvo tudi danes nima odgovora, različne znanosti pa nam kažejo problematiko na različne načine in iz različnih zornih kotov.

2.1 KLASIFIKACIJA ŽIVEGA SVETA

V naravi lahko razdelimo organizme glede na njihovo medsebojno vlogo na:

1. PROIZVAJALCE, ki proizvajajo novo organsko snov iz anorganske, npr. bakterije in cianobakterije ali modrozelenke bakterije → EVTROFNI PROCESI;
2. POTROŠNIKE, ki lahko živijo samo na račun že izdelane organske snovi, tipičen primer so praživali (protozoe);
3. RAZGRAJEVALCE ali DESTRUENTE, npr. bakterije in plesni. Ta skupina vrača snovi nazaj v kroženje, elementi dušik (N), ogljik (C) in fosfor (P), ki jih pogosto imenujemo tudi hranila, so na razpolago proizvajalcem v obliki osnovnih gradnikov.

Bakterije so lahko tudi patogeni organizmi, ki živijo v telesnih tekočinah. Te sprožajo spremembe zaradi razmnoževanja in metabolitov, ki jih izločajo.

Heterotrofni saprofiti so skupina mikroorganizmov, ki najbolj vplivajo na spremembe organskih snovi v vodnem okolju. Nekaj več o heterotrofnih organizmih ali saprofitih si lahko preberete na http://www.agr.hr/cro/nastava/bs/moduli/doc/ag1009_fauna_tla1.pdf.

Vrste razporejamo po preglednosti v logične skupine na osnovi sorodnosti. S tem se ukvarja sistemska botanika (več na <http://dsb.biologija.org/vpr/2-sbot-wraber.rtf>).

Obstoja več znanih klasifikacij živega sveta, primeri po Haeckel (1894), Whittaker (1959), Woese (1977) in Woese (1990). Najbolj praktična ostaja klasifikacija Haeckla (1.1866):

- MIKROBI (Protista),
- RASTLINSTVO (Plantae),
- ŽIVALSTVO (Animalia).

Več o Ernstu Haecklu na http://en.wikipedia.org/wiki/Ernst_Haeckel.

Primerjavo med klasifikacijami živega sveta po Haecklu (1894), Whittakerju (1959) Woeseju (1977) in Woeseju (1990) si lahko podrobneje ogledate na [http://sl.wikipedia.org/wiki/Kraljestvo_\(biologija\)](http://sl.wikipedia.org/wiki/Kraljestvo_(biologija)).

Tabela 1: Primerjava med klasifikacijami živega sveta po Haecklu (1894), Whittakerju (1959), Woeseju (1977), Woeseju (1990)

Haeckel (1894)	Whittaker (1959)	Woese (1977)	Woese (1990)
tri kraljestva	pet kraljestev	šest kraljestev	tri gospostva
<u>protisti</u>	<u>Monera</u>	<u>prave bakterije</u>	<u>bakterije</u>
		<u>starinske bakterije</u>	<u>arheje</u>
	<u>protisti</u>	<u>protisti</u>	
<u>rastline</u>	<u>glive</u>	<u>glive</u>	<u>evkarionti</u>
	<u>rastline</u>	<u>rastline</u>	
<u>živali</u>	<u>živali</u>	<u>živali</u>	

Vir: [http://sl.wikipedia.org/wiki/Kraljestvo_\(biologija\)](http://sl.wikipedia.org/wiki/Kraljestvo_(biologija)), 20.9.2009

Tabela 2: Osnovna diferenciacija skupin živega sveta

Enoceličarji ali večceličarji brez diferenciacije	Mnogocelični organizmi z obsežno diferenciacijo	
PROTISTA (mikrobi)	PLANTAE (rastlinstvo)	ANIMALIA (živalstvo)
	- vir energije sonce, - klorofil, - brez gibanja, - odprt način rasti, - prisotne celične stene	- vir energije organska masa, - ni klorofila, - aktivno gibanje, - zaprt način rasti, - ni celičnih sten
Totalna biomasa 2 - 10 x 10 ¹² kgC	Totalna biomasa 400 - 800 x 10 ¹² kgC	Totalna biomasa 6-11x10 ¹² kgC

Vir: Petek I. Zapiski s predavanj pri predmetih *čiščenje odpadnih vod, biologija in mikrobiologija*. 1990-1999

Kot zanimivost lahko povemo, da ocenjujemo, da je totalna masa mikrobov v istem velikostnem razredu kot vseh ostalih živih bitij (brez rastlin), vključno s človekom.

Vprašanja za ponovitev:



1. Kako lahko razdelimo organizme glede na njihovo medsebojno vlogo?
2. Kakšna je vloga razgrajevalcev ali destruentov v naravi?
3. Razmislite, katerih organizmov je na zemlji največ glede na število osebkov. Kakšno pa je razmerje, če primerjamo maso mikroorganizmov?
4. Na katere skupine lahko razdelimo živi svet? Katere so značilnosti posameznih skupin?

Povzetek

V poglavju so predstavljene osnovne delitve oblik živega sveta in uveljavljene klasifikacije živega sveta v preteklosti in danes. V nadaljevanju se bomo posvetili osnovam mikrobiologije in organizmom, ki so pomembni za razvoj tehnologij za ohranjanje okolja, njihovi sestavi in vplivih okolja na njihovo razrast in delovanje.

2 OSNOVE MIKROBIOLOGIJE

Uvod

Pri ljudstvih, ki so živela ob morjih, in tudi kasneje pri ljudeh, ki so se srečali s širimi prostranstvi morja, se je porajalo vprašanje, kaj se dogaja v globokih morskih globinah. Ali tam obstaja kakšna oblika življenja? Ne predstavljamo si, kakšne oblike življenja se nahajajo v globokih in temnih kraških jamah. Kako tam teče življenje bitij?

Ko razmišljamo, kako se je življenje razvijalo, razvilo in kako teče danes, opazimo, da se v okolju dogaja stalno kroženje energije in snovi, katerega gonilo je največkrat sončna energija. Pri svojih dejavnostih v preteklosti je človek precej zanemaril pomen teh energijskih in snovnih krožnih tokov. Marsikatera snov je končala svojo pot v obliki, ki je pomenila za naravno okolje bistveno podaljšanje poti kroženja, proizvedena energija pa je bila nespametno porabljena.

Marsikdaj se ne zavedamo, da so okolje, organizmi v njem in vsi tokovi snovi in energije medsebojno zelo povezani. Zanima nas, kako je pravzaprav vezana energija v posameznih snoveh, kaj je tisti nosilec energije, zakaj je določena organska snov tako strupena, kot je, saj je vendar nastala kot del naravnega procesa v naravi. Kateri so osnovni gradniki živih bitij, kje in skozi katere procese se odvija prenos snovi in energije?

In nenazadnje: kako je nastalo življenje na Zemlji in ali še kje obstajajo pogoji za obstoj življenja? Odgovor na vprašanje delno ponuja tudi poznavanje dogajanj na našem planetu.

2.1 POJEM MIKROBIOLOGIJE

Mikrobiologija je veda o mikrobih ali mikroorganizmih (grško: mikros = majhen, bios = življenje, logos = veda).

Odkritje mikrobov je povezano z odkritjem mikroskopa. Prvi je opazoval mikrobe v vseh detajlih Antonie van Leeuwenhoek (1.1676) - Delft, Nizozemska. Več o njem najdete na http://en.wikipedia.org/wiki/Antonie_van_Leeuwenhoek. Izdelal je enostaven mikroskop lastne konstrukcije (1684). Napredek v spoznavanju narave je bil počasen. Šele v 19. stoletju je kot rezultat industrijske revolucije prišlo do uporabe bolj izpopolnjenega mikroskopa.

Tako se mikrobiologija kot znanost ni razvijala vse do konca 19. stoletja, ko sta se pojavili dve vprašanji:

1. ali obstajajo spontane generacije,
2. kakšna je narava kužnih bolezni?

Primer: Živilo ali hranljiva raztopina začne, če jo pustimo nekaj časa stati, gniti. Z mikroskopom opazimo bakterije. Nekateri so trdili, da so bakterije prišle v živilo iz zraka, drugi pa, da so se bakterije razvile spontano. Če spontane generacije obstajajo, potem bi to pomenilo, da se je življenje lahko razvilo iz nečesa neživega.

Polno razumevanje vloge mikrobov se je pričelo razvijati šele v 19. stoletju. Začetnik razvoja mikrobiologije je bil francoski kemik Louis Pasteur, ki je bil največji nasprotnik spontanih generacij. O njem si lahko več preberete na elektronskem naslovu http://sl.wikipedia.org/wiki/Louis_Pasteur, <http://www.kemiki.com/pasteur.php> in na http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/Louis_Pasteur.php. Trdil je, da v zraku obstajajo strukture v mejah velikosti 0,01 mm do 10 mm. Za odstranitev takšnih kontaminantov je Pasteur uporabljal vročino: pasterizacijo in sterilizacijo.

Kasneje sta nemška znanstvenika Ferdinand Cohn (več na http://en.wikipedia.org/wiki/Ferdinand_Cohn) in Robert Koch (več na http://sl.wikipedia.org/wiki/Robert_Koch) opisala bakterijske spore, ki so odporne na toploto.

Leta 1845 je Miles Joseph Berkeley prvi opisal trditev, da mikroorganizmi prenašajo bolezen. Robert Koch je formuliral določene kriterije, ki jih imenujemo »Kochovi postulati« (več na http://imi.si/dokumenti/06_2006.ppt, <http://www.mpetrovec.net/pdf/04-patogeneza-2007.pdf>), kot dokaz, da specifične bakterije povzročajo specifično bolezen.

Udomačenje mikrobov, zavestno tehnološko izkoriščanje v korist človeka, datira v bližnjo preteklost in je v fazi polnega razvoja, ki je prineslo razvoj nove stroke in znanosti: BIOTEHNOLOGIJE. O osnovah biotehnologije lahko več preberete na <http://sl.wikipedia.org/wiki/Biotehnologija>; opis študija biotehnologije, ki je relativno nov študij na ljubljanski Biotehniški fakulteti, pa na <http://www.bf.uni-lj.si/dekanat/studijski-programi/univerzitetni/biotehnologija.html>.

Mikrobi so najstarejša oblika življenja na Zemlji - iz njih se je razvilo rastlinstvo in živalstvo.

Vprašanja za ponovitev:



1. Opišite razliko med pojmom mikrobiologija in biotehnologija.
2. Razložite pojem spontane generacije.
3. Kako so odkrili mikrobe?
4. Kdaj je bilo mogoče odkriti mikrobe?
5. Kateri znanstveniki so v zgodovini najbolj vplivali na razvoj mikrobiologije?
6. Kaj so Kochovi postulati?
7. Kaj so bakterijske spore?
8. Zakaj v zgodovini srečamo pojav epidemij? Kako jih lahko ustavimo, kako preprečimo njihov izbruh?

2.2 OBSEG MIKROBIOLOGIJE

Mikrobiologijo delimo na bakteriologijo, ki preučuje bakterije, protozoologijo, ki preučuje protozoje, mikologijo, ki preučuje prave glive (kvasovke in plesni) in virologijo, ki preučuje viruse.

Za področje varstva okolja in sanitarne hidrotehnike je zelo pomembna bakteriologija, ki jo delimo na splošno bakteriologijo, ki preučuje osnovne lastnosti bakterij, agrikolturno ali kmetijsko bakteriologijo, ki preučuje bakterije glede na njihov odnos do rodovitnosti zemlje in rastlinskih bolezni, industrijsko bakteriologijo, ki se ukvarja z bakterijami v zvezi z industrijskimi postopki, medicinsko bakteriologijo, ki preučuje bakterije glede na njihov odnos do bolezni ljudi in živali, živilsko bakteriologijo, ki preučuje bakterije v zvezi s pripravo in ohranjanjem živil, in veterinarsko bakteriologijo, ki preučuje tiste mikroorganizme, ki pri živalih povzročajo razna obolenja.

Vprašanja za ponovitev:



1. Kako delimo mikrobiologijo?
2. Razmislite o tem, koliko mikrobioloških procesov danes poznamo. Kaj bi bilo zanimivo še raziskati?
3. Kaj je bakteriologija in kako jo delimo?
4. Razmislite, v zvezi s katerimi področji bi bil razvoj raziskav procesov, ki jih izvajajo bakterije, najbolj zanimiv. Kateri procesi bi bili zanimivi za še večji razmah

potrošniške družbe? Kateri procesi bi bili zanimivi za doseganje ciljev trajnostnega razvoja?

2.3 NAHAJALIŠČE MIKROBOV V NARAVI

Mikrobe najdemo povsod v biosferi, torej povsod, kjer je možno življenje. Nahajajo se na površini rastlin, živali, na površini zemlje, v zemlji do določene globine, na delcih prahu, v vodi, v zraku itd. V zemlji sta število in vrsta bakterij odvisna od tipa zemlje, od količine živalskega in rastlinskega ostanka (detritusa), od količine humusa, od kislosti ali alkalnosti zemlje, od globine, od vlage itd. Zrak nad visokimi gorami vsebuje malo bakterij, medtem ko jih je v prašnih prostorih zelo veliko. Bakterije se navadno prilepijo na delce prahu.

Umazane vode, ki so onesnažene z različnimi odpadki, vsebujejo tisoče ali več milijonov bakterij na 1 ml.

Živila so le izjemoma sterilna (konzerve, sterilizirano mleko).

Mikrobi v živilih so lahko koristni (povzročitelji vrenja, oksidacija alkohola do oetne kisline, kisanje mleka, zelja itd.), lahko pa živilo pokvarijo ali pa s strupenimi izločki živilo tako spremenijo, da postane zdravju nevarno.

V naravi vršijo mikrobi transformacije velikih količin organskih in anorganskih snovi – imajo odločilno funkcijo v vzdrževanju ravnotežja BIOSFERE, od katerega so odvisne višje oblike življenja.

Primeri so bio-geokemično kroženje elementov C, O₂, N, S in P. Iz primerov kroženja C, O₂, N, S in P si lahko nazorno predstavljamo pomen vzdrževanja ravnotežja v naravnih vodah (jezera, morja, reke).

Če je obremenitev z organskimi odplakami previsoka, če je presežena samočistilna sposobnost mikroorganizmov, pride do porušanja obstoječega ravnotežja, posledično se:

- poveča deficit kisika,
- poveča količina hranil N, P, ki povzročajo v jezerih in morjih masovni razvoj alg – fotosinteza.

Mikrobe izkoriščamo kot nepogrešljivo sredstvo pri ČIŠČENJU in IZKORIŠČANJU odpadnih snovi (reciklaža).

Primeri:

1. Aerobno čiščenje odpadnih voda z:
 - aktivnim biološkim blatom,
 - precejalniki,
 - oksidacijskimi jarki (lagunami).
2. Anaerobna presnova odpadnih voda:
 - stabilizacija blata,
 - redukcija količin blata.
 - proizvodnja bioplina.
3. Proizvodnja alg za krmo.
4. Proizvodnja proteinov ("umetno meso").
5. Kompostiranje.
6. Biološka eliminacija N in P iz (očiščenih) odpadnih voda.
7. Proizvodnja gob in suhega dela gnoja, itd.

Vse navedene in druge metode sodijo v področje moderne biotehnologije.



Vprašanja za ponovitev:

1. Kje vse najdemo mikrobe?
2. Za kaj mikrobe izkoriščamo? Naštete nekaj primerov.
3. Razmislite, na katerih področjih bi po vašem mnenju mikrobe še lahko izkoriščali, na katerem segmentu pa lahko postanejo nevarni.

2.4 GLAVNE SKUPINE MIKROORGANIZMOV

Tabela 3: Glavne skupine mikroorganizmov

GLAVNE SKUPINE MIKROORGANIZMOV (PROTISTA)			
PROKARIONTI:	EVKARIONTI:		
- brez jedrne membrane - majhna notranja diferenciacija	- z jedrno membrano, - večja notranja diferenciacija		
	FOTOSINTETIČNI	BREZ FOTOSINTEZE	
BAKTERIJE vključno modro-zelene bakterije	ALGE	FUNGI vključno - plesni - kvasovke - gobe celice z več jedri brez gibanja	PROTOZOE celice z enim jedrom gibanje

Vir: Petek I. Zapiski s predavanj pri predmetih *čiščenje odpadnih vod, biologija in mikrobiologija*. 1990-1999

Prokarionti (več na <http://sl.wikipedia.org/wiki/Prokarionti>):

- brez jedrne membrane,
- nizka stopnja diferenciacije in organizacije v celici.

Evkarionti (več na <http://sl.wikipedia.org/wiki/Evkariont>):

- jedrna membrana,
- višja stopnja diferenciacije.

Rastline so se razvile iz alg.

Živalstvo se je razvilo iz Protozoe (pražival).

VIRUSI, BAKTERIOFAGI

Lastnosti:

- viruse tvorijo samo *proteini in nukleinske kisline*;
- nimajo lastnih encimov za reprodukcijo;
- reprodukcija samo v okviru celice, v kateri gostujejo;
- visoko specializirani za gostujoče celice;
- skoraj vedno patogeni.

VIRUSI, če je gost rastlina ali žival.

BAKTERIOFAGI: če je gost bakterija.

V okviru mikrobiologije ločimo naslednje poddiscipline:

- bakteriologija,
- fiziologija ali algologija,
- mikologija (fungi),
- virologija,
- protozoologija,
- medicinska mikrobiologija,
- ekološka mikrobiologija,
- uporabna mikrobiologija (biotehnologija),
- vodna mikrobiologija,
- mikrobiologija prehrane,
- mikrobiologija tal, itd.

Za ekologijo in predvsem za zdravstveno hidrotehniko so pomembne:

- bakterije,
- fungi,
- protozoe,
- alge.

Velikostni razred:

100 µm	fungi, alge, protozoe	vidimo s svetlobnim mikroskopom,
10 µm	krvne celice	vidimo s svetlobnim ali elektronskim mikroskopom,
1 µm	bakterije	vidimo s svetlobnim ali elektronskim mikroskopom,
0,1 µm	virusi	vidimo z elektronskim mikroskopom,
0,01 µm	makromolekule	vidimo z elektronskim mikroskopom,
10 °A	molekule	vidimo z elektronskim mikroskopom,
1 °A	atomi	ne vidimo z elektronskim mikroskopom, uporaba rentgenske svetlobne difrakcije.

$$1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm} = 10^{-6} \text{ m},$$

$$1 \text{ }^\circ\text{A} = 0,0001 \mu\text{m} = 10^{-10} \text{ m}.$$

Le neznamen del mikrobov (ocenjeno na manj kot 1 %) je **patogenih** (škodljivih človeku, živalim in rastlinam). (Več o delitvi vrst bakterij in okužbah z anaerobnimi bakterijami na <http://www.imi.si/studij/dokumenti/2008-Ruzic%20Sabljiic-predavanje%204.pdf>).

Nepatogene mikrobe pogosto imenujemo *saprofite*.

Patogene klice pogosto prehajajo v druge snovi, največkrat v vodo, z iztrebki nosilcev patogenih klic.

Ena osnovnih nalog zdravstvene hidrotehnikе in celotne komunalne stroke je preprečevanje okužb s patogenimi klicami, hkrati pa tudi izkoriščanje mikroorganizmov v procesih čiščenja vode in priprave odpadkov za ponovno uporabo.

Vprašanja za ponovitev:



1. Katere so glavne skupine mikroorganizmov?
2. Naštejte glavne naloge zdravstvene hidrotehnikе.
3. Katere so glavne skupine mikroorganizmov glede na zgradbo?
4. Kakšna je razlika med virusi in bakteriofagi?
5. Naštejte najbolj značilne lastnosti virusov.

6. Kakšna je zgradba evkariontov in prokariontov? Naštejte njihove tipične predstavnike in skupine.
7. Kako so se razvile rastline?
8. Za katere teorije o razvoju živega sveta ste še slišali?
9. Kako so se razvile živali?
10. Kateri mikroorganizmi so pomembni za ekologijo in predvsem za zdravstveno hidrotehniko?
11. Opišite velikostni razred mikroorganizmov.

2.5 CELICA

Celica je osnovni gradnik vseh živih organizmov. Kot smo že navedli, so nekateri organizmi, kot so bakterije, enoceličarji, ki jih sestavlja ena sama celica. Drugi organizmi, kot ljudje, so mnogocelični. Nekaj več o celici si poglejte na <http://sl.wikipedia.org/wiki/Celica>.

Slika 1: Skica celice

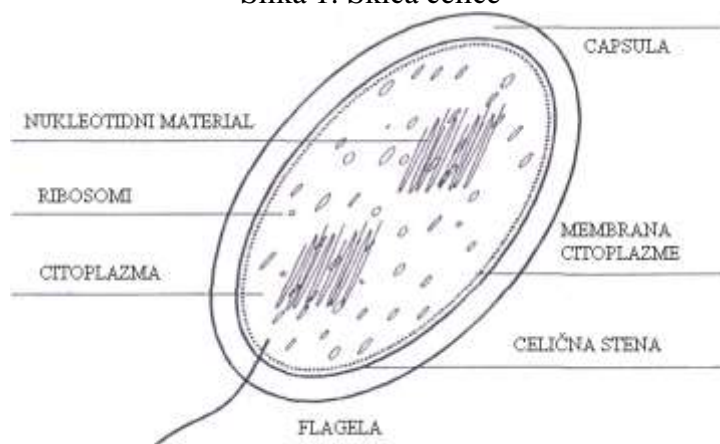


Tabela 4: Sestava, funkcija in vidnost delov celic

	SESTAVA	FUNKCIJA	VIDNOST
KAPSULA	polipeptidi ali polisaharidi	zaščita	svetlobni mikroskop
CELIČNA STENA	v glavnem polisaharidi z ali brez proteinov in lipidov	zaščita	svetlobni mikroskop, elektronski mikroskop
CITOPLAZMIČNE MEMBRANE	proteini, lipidi	regulacija, transport, lokacija mnogih encimov	svetlobni mikroskop, elektronski mikroskop
NUCLEUS (JEDRO)	DNA	nosilec genetskih informacij	svetlobni mikroskop, elektronski mikroskop
RIBOSOMI	RNA	sinteza proteinov	elektronski mikroskop
CHROMATOPHORE	fotosintetični pigment	pretvorba sončne energije v kemično	elektronski mikroskop

ENDOSPORA	majhna koncentracija vode	zaščita v neugodnih pogojih	svetlobni mikroskop
REZERVNI MATERIAL	polisaharidi, volutin, poli- β -hidroksibuturic kislina ali S	rezervni vir energije	svetlobni mikroskop
FLAGELA	protein	pretvorba kemične energije v kinetično lokomotorni organ	

Vir: Petek I. Zapiski s predavanj pri predmetih *čiščenje odpadnih vod, biologija in mikrobiologija*. 1990-1999



Vprašanja za ponovitev:

1. Opišite celico in njene sestavne dele, njihovo funkcijo in vidnost.
2. Zakaj je pri našem prehranjevanju pomembna raznolika in uravnotežena prehrana? Kaj je pomembno pri prehranjevanju drugih živih bitij?
3. Kaj se nahaja v jedru celice? Kakšna je funkcija jedra celice?
4. Razmislite, poškodba katerega dela celice je za celico največkrat usodna tako, da ta odmre?
5. Kateri deli celice opravljajo zaščitno funkcijo? Katere snovi so gradniki teh delov?
6. Opišite in razmislite, kaj se dogaja s celico pri rakavem obolenju. Kako poteka celična rast in razmnoževanje? Kakšne so največkrat uporabljene metode zdravljenja?

2.6 MORFOLOGIJA IN ZGRADBA BAKTERIJ

Oblike bakterij

Poznamo razne oblike bakterij, kot so: koki, bacili, vibrioni, spirili, aktinomicete in spirohete.

Koki

Latinska beseda coccus (gr. kokkos) pomeni jagoda. Koki imajo torej oblato obliko in so podobni drobnim jagodam. Ob delitvi se celice dotikajo druga druge. Zato mnogi koki tvorijo grupe (stafilokoki) ali verižice (streptokoki).

Bacili

Lat. bacillus pomeni majhna palička. Nekateri bacili so kratki in debeli in jih imenujemo kokobacili. Vsi drugi bacili so običajno dolgi in vitki, na koncih pravokotno odrezani, zaokroženi ali pa zašiljeni.

Spirili (lat. spirillum) so svedraste oblike. Njihovo telo je togo, gibljejo se z bički.

Vibrioni (lat. vibrio) so kot vejica ukrivljene paličke. Od spirilov se razlikujejo po tem, da so kratki in imajo manj kot en cel spiralni zavoje.

Pirohete imajo tudi vibasto, vendar bolj nitasto obliko kot spirili. Od togih spirilov se razlikujejo po tem, da so upogljive. Gibljejo se z upogibanjem svojega telesa in z vrtenjem okrog svoje osi.

Bakterijske celice so lahko različno razporejene: diplokoki so koki v parih, streptokoki so koki v verižicah, stafilokoki so koki v nepravilnih skupinah, ki so podobne grozdkom, tetrade so koki v skupinah po štiri zaradi delitve v dveh ravninah, sarcine so koki v paketih (delijo se

treh ravninah oz. v treh smereh), diplobacili so bacili v parih, streptobacili so bacili, razporejeni v verižicah. Spirili in spirohete ne ustvarjajo značilnih skupin.

Struktura bakterijske celice

Ena najpomembnejših strukturnih odlik bakterijske celice je celična stena, ki daje celici trdnost in obliko. Celična stena vsebuje derivate sladkorja, N-acetylglukozamine, N-acetylmuramično kislino, majhno grupo aminokislin (L-alanin, D-alanin, D-glutaminsko kislino in/ali lizin ali diaminopimelično kislino (DAP).

Celična stena je tako trdna, da obdrži obliko, tudi če nanjo delujejo močni fizikalni in kemični vplivi. Skoznjo prosto prehajajo različne raztopljene snovi. Njena poglobitna naloga je mehanična: daje oporo nežni citoplazmatski membrani (mrenici), ki mora vzdržati velike pritiske v notranjosti.

Celična membrana (citoplazmatska mrenica) je tanka plast lipoproteina, ki obdaja tekoči del celice. Za bakterijo je življenjsko pomembna. Nanjo so pritrjeni encimi za dihanje in encimi, ki so potrebni za presnovo snovi. Membrana je selektivno propustna. Skoznjo prosto prehajajo snovi z majhno molekularno maso (difuzija). Za prehajanje večjih molekul pa je potrebna energija (aktivni transport). Na ta način lahko prehajajo v celice različne snovi, čeprav je v njih koncentracija tudi do 1000-krat večja glede na okolje.

Celico izpolnjuje citoplazma. Sestavlja jo 80 % vode, 20 % beljakovin, polipeptidov, ogljikovih hidratov, maščob, nukleinskih kislin, vitaminov, koencimov in drugih vrst raztopljenih snovi, ki se imenujejo celični vključki. Vse te snovi služijo celici kot material za biosintezo in kot izvor energije. V citoplazmi so kot rezerva hrane zrnca glikogena in maščobne kapljice. Na določenih področjih so zgoščeni ribosomi. Ti so sedež sinteze beljakovin. Poleg teh so še plazmidi, ki so zrnca kromatina – dednega materiala zunaj kromosoma.

Nuklearno območje – vprašanje jedra v bakterijski celici je bilo rešeno šele z odkritjem elektronskega mikroskopa. Bakterije ne vsebujejo pravega jedra. Genske informacije so shranjene v deoksiribonukleinski kislini (DNA). To je ena molekula DNA ali en kromosom, ki mu pravimo tudi jedrovina ali nukleotid. Sestavljata jo dve verigi, ki sta med seboj povezani in v vijačnici, zviti druga okoli druge. Molekula DNA bakterije je največja znana molekula v živem svetu. V bakterijski celici najdemo tudi dedni material zunaj nukleotida. Predstavlja jo kratka molekula DNA, ki jo imenujemo plazmid. V celici jih je več in so pomembni pri spolnem razmnoževanju in razvoju odpornosti – rezistence – proti kemoterapevtikom.

Kapsula – nekatere bakterijske vrste imajo okrog svojih celic sluzno ovojnico ali kapsulo, ki je pogosto širša kot bakterijska celična stena. Kapsula je izloček žive bakterijske celice.

Flagele so organele za gibanje. Imenujemo jih tudi bički. To so rahli lasasti izrastki, ki izhajajo iz bazalnih zrc v citoplazmi. Bički so navadno daljši kakor bakterije, iz katere izhajajo. Monotrihne bakterije imajo biček na enem polu, amfitrihne bakterije imajo biček na obeh polih, lofotrihne bakterije imajo več bičkov na enem ali obeh polih, peritrihne bakterije imajo bičke okrog in okrog svojega telesa.

Spore so odporne okrogle ali jajčaste strukture, v katere se spremenijo nekatere vrste bacilov. Imenujemo jih tudi trosi. Spore so odporne proti visokim temperaturam in drugim neugodnim vplivom. Če je spora v ugodnih razmerah, vzklije tako, da vsrka vlago, nabrekne in poče. Izide bacil, to je vegetativna oblika, ki zraste in se deli na dvojce. Sporulacija ni način razmnoževanja, kot je to pri plesnih. Velikost, oblika in položaj spor v sporulirajoči celici je značilen in nam pomaga pri identifikaciji bakterije. Spora je lahko v sredini bakterijske celice (centralna), ekscentrično, proti koncu (subterminalna) ali pa na koncu (terminalna).

Sporogene bakterije prežive tudi večurno kuhanje ob 100°C. S sporogenimi bakterijami moramo računati pri razkuževanju in sterilizaciji, Te metode morajo biti bolj temeljite, kot bi bilo potrebno, če ne bi bilo sporogenih bakterij.

Pili so analogni flagelam, niso pa vključeni v gibanje. Sposobnost njihove tvorbe je dedno pogojena. Obstoj več vrst pil – en tip sodeluje v bakterijski konjugaciji (seksualni pilus). Funkcija drugih pilov ni znana, verjetno usposablja organizem za vzdrževanje inertne površine.

Vključki in nakopičeni produkti

Pod mikroskopom vidimo, da imajo mnoge bakterije skupke in druge vključke, ki jih pogosto zamenjujemo z jedrom. Služijo za kopičenje celične energije ali gradbenega materiala. Vključki so sestavljeni iz glikogena, beta-hidroksi maslene kisline, polimerov fosfatov.

Za ponovitev in dodatno pojasnitev si lahko ogledate tudi spletno stran na naslovu http://www.bfro.uni-lj.si/zoo/studij/dodipl/mikro/momik2002/arhiv2007/bakt_morfo.htm in tam navedene povezave.

Vprašanja za ponovitev:



1. Naštejte nekaj oblik bakterij.
2. Opišite strukturo bakterijske celice.
3. Opišite, kaj so spore in pomen njihovega poznavanja.
4. Kaj so vključki v bakterijah? Kako nas lahko pri preučevanju bakterij največkrat zmotijo?
5. Ali se bakterije lahko premikajo? Kako se ločijo glede na njihov način in sposobnost premikanja?

2.7 RAST IN RAZMNOŽEVANJE BAKTERIJ

Ko bakterija zraste do običajne velikosti, se jedrna snov deli, napravi se pregrada, ki predeli celico tako, da vsaka od polovic dobi po en kromosom. Preden se celica deli, se v njej poveča količina DNA. To fazo imenujemo podvojevanje ali replikacija.

Verigi v molekuli DNA se razmakneta, vsaka izmed njiju je potem kalup, na katerem nastane nova veriga. Rezultat replikacije je, da sta pred delitvijo celice v njej dva kromosoma. Nato šele nastane v citoplazmi vmesna pregrada in celici se ločita. Vse sestavine materinske celice se enakomerno porazdelijo na obe hčerinski celici. Hčerinski celici nato rasteta do določene velikosti, v notranjosti pride do replikacije in nato do ponovne delitve.

Pri nekaterih črevesnih bakterijah opažamo tudi spolno razmnoževanje – konjugacijo. Dve celici različnih spolov se približata in si preko pilov izmenjata kromosome.

Življenjska doba ene bakterijske celice (generacijski čas) je različno dolga.

Sprva število bakterij ne narašča, ker se šele prilagajajo na novo okolje (faza latence). To traja eno uro do štirih ur. Sledi obdobje hitrega razmnoževanja, v katerem se v rednih časovnih presledkih populacija bakterij podvoji. To je logaritmčna faza rasti. Sledi stacionarna faza, v kateri sta prirastek in umrljivost v ravnotežju. Število živih celic ostaja nespremenjeno. Nato število živih bakterij upada, dokler vse ne odmrejo.

Za rast in razmnoževanje potrebujejo bakterije vodo, anorganske snovi, vire ogljika in dušika, dejavnike za rast, včasih tudi vire energije. Glede potrebe po plinih se med seboj zelo razlikujejo. Rast in razmnoževanje bakterij sta odvisna od koncentracije vodikovih ionov (pH), redoks potenciala in temperature.

Sušenje bakterije uniči, kot spore pa lahko preživijo dolgo časa. Za uravnavanje ozmotskega tlaka potrebujejo bakterije anorganske soli. Nekateri ioni so nujno potrebni, čeprav v zelo

majhnih količinah. Bakterije obvezno potrebujejo fosfate, sulfate pa le tedaj, če nimajo drugega vira žvepla. Potrebni so še ioni nekaterih kovin (Fe, Mn, Zn, Co, Cu).

Ogljik, dušik, rastni dejavniki (vitamini, riboflavin, tiamin, nikotinska kislina itd., nekatere aminokisliline, purini in pirimidini) so nujni za rast; bakterija jih navadno dobi iz okolja.

Bakterije potrebujejo za rast različna hraniva. Ločimo dve poglavitni skupini:

1. avtotrofi so bakterije, ki živijo na anorganskem substratu in imajo sposobnost, da same izdelajo vse potrebne sestavine iz preprostih anorganskih molekul,
2. heterotrofi pa so take bakterije, ki so v svojem metabolizmu delno okrnjene in zato potrebujejo za svoj obstoj in za pridobivanje energije ter sestavljanje lastnih snovi določene že pripravljene organske spojine. Bakterije, ki uporabljajo razne kombinacije organskih in anorganskih snovi kot vir ogljika in energije, imenujemo miksotrofne. Isti pojem uporabljamo tudi za fototrofne bakterije, ki rastejo tako v svetlobi kakor tudi v temi.

Glede potreb po kisiku delimo bakterije v obvezne aerobe, anaerobe in fakultativne anaerobe. Prve se razmnožujejo le, če je kisik navzoč, druge le, če ga ni, tretje pa v obeh okoliščinah.

Za ponovitev lahko preberete tudi izvlečke učnih aplikacij osnov mikrobiologije, objavljene na http://www.bfro.uni-lj.si/zoo/studij/dodipl/eko/varoksp2002/arhiv_2006/mikro_1.htm.

Vprašanja za ponovitev:



1. Opišite rast in razmnoževanje bakterij.
2. Kako delimo bakterije glede potreb po kisiku?
3. Kako si sledijo faze razvoja števila bakterij?
4. Razmislite, na kakšen način bi lahko ohranjali fazo rasti bakterij na gojišču v fazi najintenzivnejše rasti kar se da dolgo.
5. Kako delimo bakterije glede na hraniva, ki jih bakterije potrebujejo za rast?
6. Od katerih dejavnikov je odvisna rast in razmnoževanje bakterij?

2.8 GENERALNA FIZIOLOGIJA BAKTERIJ

Biokemijske reakcije v živih bakterijskih celicah imenujemo bakterijski metabolizem ali presnova. Vse presnovne reakcije razdelimo v 3 skupine:

1. procesi izgrajevanja celičnih struktur in encimov, ki nato usmerjajo presnovo – ASIMILACIJA ali ANABOLIZEM,
2. procesi razgrajevanja – DISIMILACIJA ali KATABOLIZEM,
3. procesi, s katerimi si mikrobi pridobijo energijo (DIHANJE).

Oba procesa – asimilacija in disimilacija – potekata v celici simultano.

Del porabljene hrane se porabi za proizvodnjo energije in odpadkov. Preostali del hrane se porabi za sintezo nove celične snovi (mase).

Encimi so katalizatorji disimilacijskih in asimilacijskih procesov. Nomenklatura encimov vsebuje imena substrata encimske reakcije.

Primer:

- Encim Proteinaza – hidroliza proteinov,
- Encim Lipaza – hidroliza maščob.

Mikrobna celica je tovarna encimov. V njej je tudi po 500 različnih encimov. Ločimo konstitucijske in adaptacijske encime.

Prvi so stalno prisotni, drugi se pojavljajo po potrebi, odvisno od snovi – substrata, ki je v okolju.

Po substratu delimo encime v saharolitične, lipolitične in proteolitične. Nekateri encimi so aktivni v notranjosti celice – endoencimi, druge celica izloča in delujejo v njeni okolici – eksoencimi. Encimi delujejo kot biološki katalizatorji, ki reakcije v celici sprožijo, pospešijo ali zavrejo. Pri tem se ne spremenijo in lahko takoj katalizirajo enako reakcijo.

Za delovanje nekaterih encimov so potrebne neproteinske molekule, ki jih imenujemo koencim. Včasih aktivirajo encime anorganski ioni, kot npr. Ca^{2+} in Mg^{2+} .

Mnoge oksido-redukcijske reakcije vsebujejo koencime NAD (nikotin-amid adenin dinukleotid) ali KADP (nikotinamid adenin dinukleotid fosfat). Ti koencimi se izmenjujejo oksidirajo ali reducirajo s tem, da dobijo ali oddajo elektron in H atom.

Drugi koencim, ki igra važno vlogo v energiji metabolizma, je adenozin trifosfat (ATP), ki je nosilec fosfata in energije. Med oksido-redukcijskimi reakcijami se sintetizira ATP iz adenozin difosfata (ADP), energija, ki tako nastane, se konzervira. Energija v ATP je lahko izkoriščena za funkcije celice, ki potrebuje energijo, t.j. gibanje, biosintezo, rast itd.

Torej potrebuje celica za procese anabolizma in katabolizma energijo. Pridobiva jo z biološkimi oksidacijami oz. z dihanjem v širšem pomenu besede.

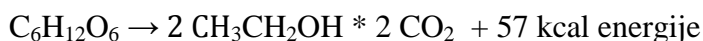
Ločimo tri tipe bioloških oksidacij:

1. aerobno respiracijo,
2. fermentacijo,
3. anaerobno respiracijo.

Vir energije so za heterotrofne mikrobe običajno ogljikovi hidrati, predvsem glukoza. Sodelujejo številni encimi, ki glukozo postopoma oksidirajo, pri čemer se počasi sprošča energija. Pri respiraciji se sprosti največ energije (686 kcal/mol), glukoza se popolnoma razgradi, nastaneta ogljikovodik in voda. Za to vrsto dihanja je kot akceptor potreben O_2 , ki se reducira in spremeni v vodo. Ti mikrobi so aerobi.

Fermentacija je anaeroben proces, glukoza se le delno razgradi oz. oksidira, sprosti se 57 kcal/mol. Anaerobna fermentacija poteka v odsotnosti kisika ali zraka. Pod takšnimi pogoji pride le do parcialne oksidacije organskih spojin, sprosti se le malo energije, ostanek je v produktih.

Primer: Glive oksidirajo glukozo v odsotnosti kisika na sledeč način:



glukoza etanol ogljikov dioksid
(reducirani produkt)

Pri cepitvi glukoze pri alkoholni fermentaciji sodelujeta 2 koencima: ATP in HAD.

Pri anaerobni respiraciji se sprosti še manj energije, sodelujejo anorganske snovi. Najbolj znan akceptor elektronov je nitrat NO_3^- .

$(\text{NO}_3^- + 2 e^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O})$ – proces se imenuje denitrifikacija. Pri nekaterih bakterijah je akceptor sulfat (SO_4^{2-}), ki se reducira v H_2S .

Poznamo tudi metanogene bakterije, ki so striktni anaerobi, ki uporabljajo CO_2 kot elektronski akceptor – reducirajoč v metan.

Energija, ki se sprošča pri dihanju, se deloma takoj porabi za presnovne reakcije, deloma se izgubi kot toplota, višek energije pa se nakopiči v ATP-ju (adenozin trifosfatu - koencimu). Po potrebi ustrezen encim razgradi ATP v ADP in sprosti se rezervna energija. Pri tem se kemična energija spremeni v biološko in mikrobnna celica jo izrabi.

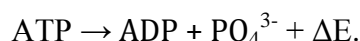
DISIMILACIJA

Potrebna energija za življenje se lahko generira iz dveh virov:

- svetlobna energija, zajeta preko fotosintetičnega pigmenta (klorofil),
- sproščena kemična energija v oksidacijsko-redukcijskih reakcijah (v bioloških procesih).

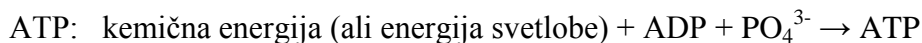
V obeh primerih je energija dostopna v kemični spojini ATP (adenosin trifosfat, več o spojini na <http://www2.mf.uni-lj.si/~zakelj/ATP.pdf>, http://medicaartis.si/teorija_riboza.htm in na http://sl.wikipedia.org/wiki/Adenozin_trifosfat), ki je nosilec energije za:

- ATP lahko sprošča akumulirano kemično energijo, kjer je potrebna (za asimilacijo, za gibanje - flagela),
- v ATP vezana kemična energija se sprošča pri razpadu v ADP:



Proces formiranja ATP in razpada v ADP (adenozin difosfat) se s stalnim dovodom kemične ali svetlobne energije, ki se formira v procesu disimilacije, nenehno ponavlja, kot sledi:

Formiranje:



Izkoristek energije ATP:

$\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{PO}_4^{3-} + \text{sproščena energija za asimilacijo nove celične snovi in za življenje celice}$

Shematski prikaz formiranja in razpada ATP v procesu aerobne respiracije:

ΔS_1 - del organskega substrata, ki se porabi pri disimilaciji (katabolizem)

ΔS_2 - del organskega substrata, ki se porabi za asimilacijo (anabolizem)

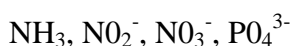
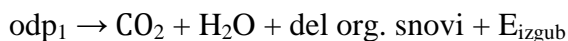
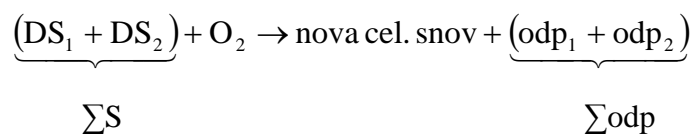
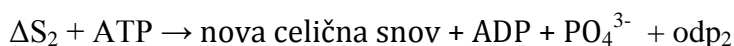
$$\Sigma S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \text{odp}$$

odp = odpadne snovi in energija

Disimilacija:



Asimilacija:



Rastline, alge in fotosintetične bakterije imajo fotosintetično generacijo ATP.

Vsi živi organizmi, vključno s fotosintetičnimi, imajo kemično (oksidoredukcijsko) generacijo ATP.

V zdravstveni hidrotehniko ima pomembnejšo vlogo kemična generacija ATP v naslednjih osnovnih biokemičnih procesih:

Sistemi ATP generacije:

A.) FOTOSINTEZA



B.) BIOLOŠKI REDOKS PROCESI Akceptor elektronov ali oksidant

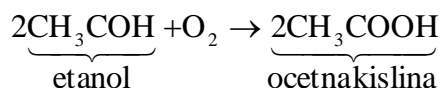
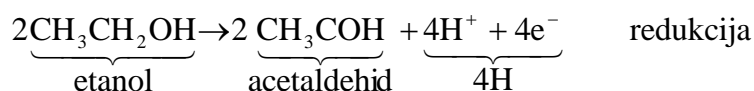
1.) Respiracija O_2

2.) Anaerobna respiracija

Redukcija NO_3^- $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2, \text{NH}_3$

Redukcija SO_4^{2-} $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$

Primer biološke oksidacije etanola, ki poteka v 2 stopnjah:



Proces oksidacije poteka s postopnim odvzemanjem elektronov (H), ki so transportirani do encimov, ki katalizirajo končno reakcijo z akceptorjem, v tem primeru O_2 .

O_2 zelo redko reagira direktno s substratom, ki se oksidira.

- Živalski svet, vključno s človekom, je vezan izključno na respiracijo, kjer je H donator organska snov.
- Mikrobi imajo mnogo širši fiziološki spekter glede H donatorja, ki je lahko organska snov, tudi če ni kisika. Zato lahko mnoge vrste mikrobov živijo brez kisika - za nekatere je O_2 celo toksičen (obligatorni anaerobi)!

Glede na možne akceptorje in donatorje H v proizvodnji ATP in glede občutljivosti na prisotnost O_2 ločimo naslednje **fiziološke skupine bakterij**:

Tabela 5: Fiziološke skupine bakterij

OBLIGATNI AEROBI	- samo respiracija
FAKULTATIVNI ANAEROBI	- respiracija + anaerobna respiracija z NO ₃ , - respiracija + fotosinteza, možna rast anaerobno, na svetlobi, v temi z O ₂ (svetloba ali zrak), - samo fermentacija O ₂ ni toksičen
OBLIGATNI ANAEROBI	- samo fermentacija - anaerobna respiracija s H ₂ SO ₄ in H ₂ CO ₃ O ₂ je toksičen

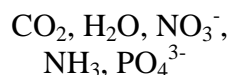
Vir: Petek I. Zapiski s predavanj pri predmetih *čiščenje odpadnih vod, biologija in mikrobiologija*. 1990-1999

PRIMERJAVA PRODUKTIVNOSTI

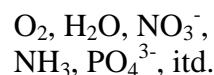
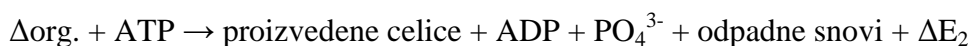
Govedo	500 kg	proizvede v 24 urah	0,5 kg proteinov
Kvasovke	500 kg		50 ton

Razmerje produktivnosti: 1 : 100 000

Disimilacija (v aerobnih pogojih):



Asimilacija:



Primer disimilacije v aerobnih pogojih



glukoza

180 g / mol

3,6 kcal / g glukoze

Proces asimilacije v aerobnih pogojih

3,6 kcal/g glukoze: → proizvedena energija na 1 g oksidirane glukoze; pribl. 50 % proizvedene energije se porabi za procese sinteze novih celic → za proizvodnjo biomase.

Energetski ekvivalent:

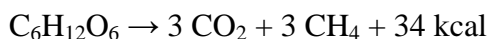
za 1 g biomase → potrebno 5 kcal energije

Torej:

Z oksidacijo 1 g glukoze je mogoče zagotoviti energijo za:

$$3,6 \cdot 0,5 / 5 = 0,36 \text{ g biomase} / \text{g glukoze}$$

Anaerobna razgradnja



V CH₄ je vezan večji del energije.

Na 1 g glukoze se proizvede le $0,019 \text{ g biomase} / \text{g glukoze}$.

Tabela 6: Bilanca proizvedene energije in biomase iz 1 g glukoze v aerobnem in anaerobnem procesu

PROCESI	PROIZVEDENA ENERGIJA	PROIZVEDENA BIOMASA
	kcal/g glukoze	g/g glukoze
Aerobni	3,6	0,36
Anaerobni	0,19	0,019

Vir: Petek I. Zapiski s predavanj pri predmetih *čiščenje odpadnih vod, biologija in mikrobiologija*. 1990-1999

Tabela 7: Skupine organizmov po metabolizmih

	AVTOTROFI ali LITOTROFI vir C: CO ₂	HETEROTROFI ali ORGANOTROFI vir C: organska snov
FOTOTROFI Vir energije: svetloba	FOTOLITOTROFI <u>H₂O donator H-ja:</u> - rastlinstvo - alge - cyanobakterije <u>H₂S ali S donator H-ja:</u> - purple S bakterije - zelene S bakterije cyanobakterije	FOTOORGANOTROFI nežveplaste purple bakterije
KEMOTROFI Vir energije: oksidacija - redukcija	KEMOLITOTROFI H donator za disimilacijo; donator H tudi anorganske snovi: možni donatorji: H ₂ NH ₃ HNO ₂ Fe ³⁺ možni akceptorji: O ₂ HNO ₃ H ₂ SO ₄ H ₂ CO ₃ CO H ₂ S S	KEMOORGANOTROFI H donator za disimilacijo; H akceptor: organski (fermentacija) ali anorganski

Vir: Petek I. Zapiski s predavanj pri predmetih *čiščenje odpadnih vod, biologija in mikrobiologija*. 1990-1999

PONAZORITEV:

Procesi respiracije

(O₂ končni H akceptor)

H donator

H akceptor

Heterotrofi

organske snovi kot:
alkoholi, aldehidi, ketoni, karboksilne
kisline, aminske kisline, sladkorji, ciklične
spojine, itd.

O₂

Ti procesi so prisotni v živalih in človeku.

Reprezentativni mikroorganizmi: Bacillus, Pseudomona, Azotobakterie, Escherichia coli, Aerobacteria aerogenes.

	H donator	H akceptor
	anorganske snovi:	
Kemojitoroi	$H_2S \rightarrow H_2SO_4$	Thiobacillus,
	$S \rightarrow H_2SO_4$	Beggiota, itd.
	$NH_3 \rightarrow HNO_2$	nitrosomona
	$HNO_2 \rightarrow HNO_3$	nitrobakterije
	$H_2 \rightarrow H_2O$	vodikova bakterija (Knallgas bakterija)
	$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$	železove bakterije
		O_2
		<u>proces</u> <u>nitrifikacije</u>

Anaerobna respiracijaanorganske snovi H akceptor (ni O_2)

	H donator	H akceptor
Kemoorganotroi	skoraj vse organske snovi; kot pri aerobni respiraciji	denitrifikacija redukcija sulfatov redukcija karbonatov (formacija metana)
		$HNO_3 \rightarrow N_2 (NH_3)$
		$H_2SO_4 \rightarrow H_2S$
		$H_2CO_3 \rightarrow CH_4$

Primeri mikroorganizmov: Pseudomona stritzeri, Desulfovibrio-desulfurikans

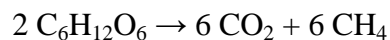
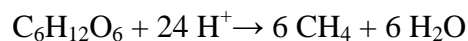
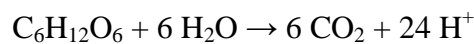
Fermentacija

	H donator	H akceptor
	mnoge organske snovi	

Primer:



alkoholna fermentacija



metanska fermentacija

Pogoji za potek asimilacije:

Kemična sestava mikroorganizmov pove, kateri elementi so potrebni za potek asimilacije:

- 1.) H, O, N, P, S - v relativno večjih količinah
- 2.) Mg, Mn, Ca, Fe - v manjših količinah
- 3.) Co, Cu, Zn, Mo, itd. - sledni elementi

Organske spojine v celicah:

- 1.) Polisaharidi
- 2.) Proteini
- 3.) Jedrska kislina - Nucleic acid

DNA - Desoxyribonucleic acid

RNA - Ribonucleic acid

4.) Lipidi

5.) Razne druge spojine
vitamini, encimi, koencimi

2.9. VEČCELIČNI ORGANIZMI

Celice so v večceličnih mikroorganizmih združene na več načinov:

1. posamezne celice se združujejo v kolonije (miksobakterije), socialnost kot informiranje (bički);
2. celice se združujejo v tkiva (celični in tesni stiki, dezmosomi, kanalčki ...), določen tip celic se diferencira v eno stran;
3. specializacija, npr. korm pri trdoživnjakih (vsaka celica opravlja samo določeno funkcijo);
4. diferenciacija - nastanek tipov celic - celice višje organizacije so specializirane in se povezujejo s citoplazemskimi mostički.

Primeri: Spužve (diferencialne kolonije), ožigalkarji (celice tipa epitel - pritrjena na spužve), sipa (koža diferenciacija, močno razvita), morski ježek (skelet prevladuje, slabo razvit) ... Vsi ti procesi specializacije in diferenciacije so odvisni od ekspresije genov.

Reakcije razgradnje glukoze

Produkti prebave so:

- trigliceridi (glicerol in maščobna kislina), maščobna kislina je povezana z razgradnjo glukoze;
- glikogen se nadgradi v glikozo (citoplazma živalskih tkiv, jetra);
- lastne proteine razgradi do aminokislin, če jih ni na voljo s hrano. Aminokislina se deaminirajo-oksidirajo do piruvatov .

Razgradnja glukoze se vrši:

- aerobno - piruvat se razgradi do CO₂ (piruvično kislino oksidirajo do CO₂ le organizmi z mitohondriji);
- anaerobno/glikoliza - razgradnja do piruvične kisline in ne do CO₂, energija nastane le za dva ATP/molekulo glukoze (mišice). Pri fermentaciji se piruvat zreducira do mlečne kisline ali alkoholov.

Mitohondriji

- gostota kristalov pove njihovo aktivnost;
- zunanja membrana zelo prepustna, notranja zelo selektivna;
- matriks zapolnjuje polnilo, podobno citoplazmi, metaboliti za oksidativne procese, lastna DNK, ribosomi, zrnca Ca;
- piruvat skozi membrano vstopi v mitohondrij, se dekarboksilira do acetil koencima A, ki je končni produkt vseh molekul hrane;
- v matriksu piruvat vstopi v Krebsov cikel (ciklus citronske kisline TCA), je cikel oksidacije. Ena glukoza se v Krebsovem ciklu zavrti dvakrat;
- NADH in FADH₂ vstopajo potem v oksidativno fosforilacijo, ki poteka na notranji membrani mitohondrijev, ključen prenos elektronov - dihalna veriga;
- cikel oksidacije rezultira;
2 CO₂ + 3NADH + FADH₂ + GTP (2- krat zaradi dvojnega obrata glukoze);
- Krebsov cikel: C₆H₁₂O₆ + 6O₂ → 6CO₂ + 6H₂O + 36 ATP.

Aerobno dihanje poteka po naslednji shemi:

- glikoliza → tvorba acetil CoA → Krebsov cikel → dihalna veriga;
- sinteza ATP je na membrani - kemiosmotsko sklapanje;

- encimi, ki sodelujejo pri prenosu elektronov, so NADH dehidrogenaza, citokrom oksidaza, citokromi b-c1. Končni prejemnik elektrona je kisik;
- prenos po kanalih, da se ne izgubi preveč energije;
- protoni se s črpalko prenašajo skozi membrano (protonski gradient - osmoza), energija gradienta poganja ATP - sintetizira na membrani mitohondrija;
- encimi za prenos elektronov iz kovin za spremenljive valence. Pogoji za prenos je elektronska afiniteta, kar pomeni, da ima vsak naslednji prenašalec višji oksidacijski potencial.

Vprašanja za ponovitev:



1. Kako lahko razdelimo presnovne reakcije bakterij?
2. Kako delujejo endoencimi in kako eksoencimi?
3. Kaj so koencimi?
4. Kakšna je vloga koencimov NAD in KADP?
5. Kakšno vlogo v biokemijskih reakcijah ima koencim ADP? Opišite shemo reakcije.
6. Kako pridobiva celica energijo za procese katabolizma in anabolizma?
7. Katere tipe bioloških oksidacij ločimo?
8. Opišite proces aerobne respiracije.
9. Opišite proces fermentacije.
10. Opišite proces anaerobne respiracije.
11. Opišite razliko med procesi aerobne respiracije, anaerobne respiracije in fermentacije.
12. Kako delimo bakterije glede potreb po kisiku?
13. Razmislite, zakaj je produkcija blata pri anaerobni stabilizaciji manjša kot pri aerobni stabilizaciji. Pomislite, kateri procesi potekajo v enem in drugem primeru.
14. Razmislite, kako in zakaj si sledijo stanja prisotnosti kisika v procesu čiščenja odpadnih vod z vključenim procesom odstranitve hranil (N,P) in brez vključenega procesa odstranitve hranil in zakaj.

Povzetek

V poglavju je predstavljen pojem in obseg mikrobiologije, kje se mikrobi nahajajo v naravi, kako jih delimo, kakšna je sestava celice kot osnovnega gradnika mikroorganizmov, kako so zgrajene in kako se razraščajo bakterije, njihova fiziologija in produktivnost s poudarkom na energijskem toku.

Kot izvor energije so organske spojine vključene v redoks (oksidoredukcijske) reakcije s posredovanjem encimov. Ključna komponenta redoks reakcije je nikotinamid adenin dinukleotid (NAD), ki z alternativno spodobnostjo, da se reducira in oksidira, nosi elektrone od izvora organske energije na elektronski akceptor. Z redoks reakcijami je združena sinteza visokoenergetskih fosfatnih vezi v adenzin trifosfat (ATP). Energija v ATP se uporabi v različnih biosintetskih reakcijah celice in pride do novega celičnega materiala in rasti. ATP ima le kratko življenjsko dobo za shranjevanje energije. Za daljšo energetsko shranjevanje služijo organske polimerne spojine, kot so škrob, glikogen. Za izkoriščanje izvora energije so potrebne organske spojine, ki ob tem, ko oddajo elektrone, oksidirajo. Ker pa je vsaka oksidacija združena z redukcijo, mora obstajati akceptor elektronov. Najbolj pogost akceptor elektrona je kisik. Ko O₂ sprejme elektrone, se reducira v H₂O. Uporaba kisika kot akceptorja elektronov se imenuje respiracija. Drugi akceptorji elektronov, ki lahko nadomestijo O₂, so anorganske spojine: nitrati, sulfati in CO₂. Uporaba teh akceptorjev namesto kisika se imenuje anaerobna respiracija. Kot izvor energije se lahko v odsotnosti O₂ ali anorganskega elektronskega akceptorja izkoriščajo organske spojine – ta proces imenujemo fermentacija.

Pri tem procesu služi organska spojina kot akceptor in donor elektronov. Pri fermentaciji glukoze z glivami se npr. nekateri ogljiki glukoze oksidirajo do CO_2 , medtem ko se drugi ogljiki reducirajo v alkohol.

3 VPLIV OKOLJA NA BAKTERIJE

Uvod

Vsakodnevno se srečujemo s pojavom »pokvarjenih« živil. Tako kot so živila hrana za ljudi, so hrana tudi za mikroorganizme, ki se na tej hrani lahko hitro namnožijo. Včasih namenoma dopustimo to razrast, saj so rezultati uporabne surovine: mleko pustimo stati in skisati, tudi sok v kontroliranem procesu pustimo fermentirati in dobimo mošt ter nato vino, v nadaljnjem procesu pa kis. Drugič se poslužujemo cepljenja z bakterijskimi ali drugimi življenjskimi združbami. Tako pridobivamo jogurt, kefir ...

Tudi cepiva proti nekaterim boleznim pridobivamo na tak način.

3.1 VPLIV OKOLJA NA RAZVOJ BAKTERIJ

Življenje bakterij je odvisno od fizikalnih in kemičnih okoliščin v okolju. Poglavitni vplivi okolja so naslednji:

3.1.1 Temperatura

Za vsako vrsto bakterij obstaja optimalna temperatura, pri kateri se najhitreje razmnožujejo. Izven tega optimuma temperature se razmnoževanje bakterij preneha, lahko pa so uničene vse bakterije ali pa veliko število. Bakterije so posebno občutljive na povišane temperature.

Pri nizkih temperaturah nekatere vrste žive, nekatere pa lahko ostanejo uspavane in se ne razmnožujejo.

Bakterije, ki rastejo optimalno ob temperaturah 25°C - 37°C, imenujemo mezofilne. Optimalna temperatura za večino bakterij, ki so patogene za človeka ali toplokrvne živali, je temperatura telesa, t.j. 37°C.

Za večino saprofitnih bakterij pa je optimalna rastna temperatura 25°- 30°C. Za t.i. termofilne bakterije je optimalna temperatura 60°-70°C, za psihofilne pa 10°- 15°C. Psihofilne bakterije se nekoliko razmnožujejo celo pri temperaturi hladilnika (+4°C), nekatere celo pod 0°C.

Najnižjo temperaturo, ob kateri določena bakterija še raste, imenujemo minimalna rastna temperatura, najvišjo temperaturo pa imenujemo maksimalna rastna temperatura.

Najnižjo temperaturo, ob kateri določena bakterija odmre v desetih minutah, imenujemo termalna smrtna točka. Čas, ki je potreben, da določena bakterija odmre v določeni snovi ob določeni temperaturi, pa imenujemo termalni smrtni čas. Na splošno velja, da odmrejo v 30 minutah vse nesporogene patogene bakterije in večina nepatogenih saprofitnih bakterij, če jih segrevamo v vodi pri 60°C - 65°C.

3.1.2 Svetloba

Fotosintezne bakterije (fototrofne), ki imajo zelene, rdeče ali škrlatne pigmente, ki delujejo enako kot klorofil višjih rastlin, dobivajo energijo iz sončne svetlobe in jo vežejo v anaerobnih okoliščinah CO₂ - ogljikov dioksid.

Kemosintezne bakterije (kemotrofne) nimajo fotosinteznih pigmentov in sončna svetloba jih ubije v nekaj urah. Uničujoče delujejo predvsem ultravioletni žarki.

3.1.3 Vlaga

Bakterije se ne morejo ohraniti brez vode. Zato ne rastejo na docela suhih objektih in se taki objekti ne kvarijo. Z izsuševanjem lahko ohranimo tudi hrano (jajca v prahu, mleko v prahu, suho sadje, posušene ribe itd). Vendar pa so bakterije znatno odporne proti izsuševanju, zlasti če jih najprej hitro zmrzujemo, potem pa naglo izsušimo v vakuumu. Postopek imenujemo liofilizacija.

3.1.4 Stopnja kislosti oz. alkalnosti

Večina bakterij najbolje uspeva ob lahno alkalni reakciji (pH 7,2 -7,4). Plesni in kvasovke uspevajo najbolje ob kisli reakciji (pH med 5 in 7). *Vibrio cholerae* (več na http://en.wikipedia.org/wiki/Vibrio_cholerae) pa je primer bakterije, ki najbolje uspeva ob alkalni reakciji (pH 8).

3.1.5 Odnos do atmosferskega kisika

Bakterije, ki neposredno izkoriščajo atmosferski kisik, imenujemo aerobne bakterije. Druga skupina so anaerobne bakterije. Za njih je atmosferski kisik strupen. Med striktnimi aerobi in striktnimi anaerobi so t.i. fakultativne bakterije, ki so sposobne izkoriščati bodisi prost bodisi vezan kisik in rastejo torej aerobno in anaerobno.

3.1.6 Osmotski pritisk

Če suspendiramo bakterije v destilirani vodi, voda pronica v bakterijske celice, ki nabreknejo in včasih tudi počijo (plazmoptiza). Če pa suspendiramo bakterije v koncentrirani raztopini soli, voda pronica iz bakterijske celice, zaradi česar se celica skrči in odmre (plazmoliza). Koncentrirane raztopine delujejo na bakterije uničujoče. To ima velik praktičen pomen, npr. meso ohranimo tako, da ga damo v koncentrirano raztopino kuhinjske soli, sadje in drugo hrano, ki se rada kvari, damo v močne raztopine sladkorja itd.

3.1.7 Rast mikrobov ob drugih mikrobnih vrstah

Vsak življenjski prostor (biotop) ima značilno bakterijsko populacijo, ki je sestavljena iz več različnih vrst, ki živijo skupno v ravnovesju. Pri mikrobih pogosto opazujemo simbiozo, pri kateri imata oba udeleženca korist od druženja. Z druge strani pa delujejo nekateri mikrobi antagonistično na druge. Tako delujejo npr. saharolitične bakterije antagonistično na proteolitične, ker so te občutljive za kisline, ki jih prve proizvajajo pri fermentaciji sladkorjev. Iz raznih mikrobov so izolirali snovi, ki delujejo močno bakteriostatično ali baktericidno na razne patogene bakterije in glive. Te snovi imenujemo antibiotiki.

Vprašanja za ponovitev:



1. Kako delimo bakterije glede na optimalno temperaturo, pri kateri se najhitreje razmnožujejo?
2. Opišite vplive okolja na rast bakterij.
3. Kaj je simbioza?
4. Ali poznate kakšen primer življenja v simbiozi pri višjih razvojnih oblikah organizmov?
5. Kaj so antibiotiki? Kako jih pridobivamo?

3.2 KEMIČNE SPREMEMBE IN PRODUKTI BAKTERIJSKE RASTI

Biokemična dejavnost bakterij je najočitnejša pri razgradnji proteinov, ogljikovih hidratov in maščob, pri proizvodnji svetlobe in pigmentov ter pri izdelovanju specifičnih toksinov.

3.2.1 Razgradnja proteinov

Nekateri mikrobi razkrajajo beljakovine, pojav imenujemo proteoliza. Anaerobno razkrajanje nativnih proteinov, pri čemer nastajajo vodikov sulfid in druge smrdljive snovi, pa imenujemo putrefikacija ali gnitje. Pri razkroju proteinov se proteinska molekula razgradi najprej v proteoze, nato v peptone, polipeptide in arainokislone, te pa se razkrojijo do amoniaka in prostega dušika. Pri razkroju sestavljenih snovi nastajajo preproste spojine, kot so ogljikov dioksid, vodik in voda. Smrdljive snovi, ki se sproščajo pri gnitju, pa so indol, skatol, žveplov vodik in druge.

3.2.2 Razgradnja ogljikovih hidratov

Razkroj sladkorjev, škroba in drugih ogljikovih hidratov z nastajanjem kisline in plina ali samo kisline imenujemo fermentacija. Fermentacijske reakcije so važen pripomoček za razločevanje bakterijskih vrst. Pri fermentaciji ogljikovih hidratov, ki jo povzročajo bakterije, nastajajo razne organske kisline (mlečna kislina, maslena kislina, očetna kislina, butirična kislina) in pogosto tudi plin (CO_2 , H_2 , CH_4). Včasih nastaja samo kislina, včasih pa kislina in plin.

3.2.3 Tvorba svetlobe

Nekatere nepatogene bakterije, ki žive zlasti v morski vodi, proizvajajo svetlobo (fotobakterije ali fosforescentne ali luminiscentne bakterije). Nekatere svetlobne bakterije so zajedavci rib in drugih morskih živali.

3.2.4 Proizvodnja pigmenta

Bakterije, ki proizvajajo pigment, imenujemo kromogene bakterije. Razen klorofilu podobnega pigmenta pri škrlatnih in zelenih fotosinteznih bakterijah pigmenti nimajo posebnega pomena. Vemo le, da so pigmentirane bakterije odpornejše proti vidni in ultravioletni svetlobi.

3.2.5 Izdelovanje toksinov

Skoraj vse patogene bakterije so strupene. Razločujemo dve vrsti toksinov:

1. eksotoksine in
2. endotoksine.

Eksotoksini so strupene snovi, ki jih izločajo žive bakterije. Endotoksini pa so strupene snovi, iz katerih je zgrajena bakterijske celice in se sproščajo šele po smrti bakterijske celice.

Vprašanja za ponovitev:



1. Kje je najočitnejša biokemična dejavnost bakterij?
2. Kako poteka razgradnja proteinov? Kaj so produkti razgradnje?
3. Kako poteka razgradnja ogljikovih hidratov? Kaj so produkti razgradnje?
4. Katere bakterije so odpornejše proti svetlobnim učinkom?
5. Opiši razliko med endotoksini in eksotoksini?

6. Kakšno vlogo imajo endotoksini in kakšno eksotoksini v evlucijskem razvoju organizmov?
7. Kakšna je vloga eksotoksinov pri razrasti bakterij? Kakšna pa je vloga endotoksiov?
8. Katere kemične spremembe in produkte bakterijske rasti poznate?

3.3 AKTIVNOST NEPATOGENIH MIKROBOV

Najvažnejši primeri koristne dejavnosti saprofitnih mikrobov so naslednje:

1. Razkroj nežive organske snovi

Saprofitne bakterije razkrajajo trupla živali in mrtve rastline, iztrebke in druge nežive organske snovi. Sestavljena organska snov se spremeni v preproste anorganske spojine. Brez te aktivnosti bi bila Zemlja kmalu pokrita s trupli in na površini Zemlje kmalu ne bi bilo več prostora za živa bitja.

2. Prečiščevanje odplak

Saprofitne bakterije, protozoi in druge vrste mikrobov s svojo encimsko aktivnostjo prečiščujejo odplake in s tem rešujejo pomemben zdravstveni problem.

3. Vpliv bakterij na rodovitnost zemlje

Pri razgradnji nežive organske snovi se sproščajo elementi, ki so potrebni za rast rastlin. Tako so saprofitni mikrobi vez med mrtvim in živim svetom.

Dušik, ki je vezan v mrtvih rastlinah in truplih živali v organskih spojinah, se sprošča zaradi dejavnosti saprofitnih bakterij v obliki nitratov, ki jih rastline izkoriščajo kot hrano. Tako prehaja dušik, ki je najvažnejši element žive snovi, iz zemlje v rastoče rastline, iz rastlin v telesa živali in iz mrtvih rastlin in živali nazaj v zemljo.

Pojav imenujemo kroženje dušika. Drugi elementi, kot so ogljik, fosfor in žveplo, krožijo podobno. Zaloga teh kemičnih elementov je na Zemlji omejena in bi bila kmalu izčrpana, če ne bi bilo mikrobov.

4. Denitrifikatorji

Ker se rastline hranijo z nitrati, je rodovitnost zemlje odvisna od količine dušika v tej obliki. Denitrifikatorji reducirajo nitrato v nitrite ali v amoniak ali celo do prostega dušika. V taki obliki pa rastline dušika ne morejo izkoriščati.

5. Nitrifikatorji

Protiutež delovanju denitrificirajočih bakterij je aktivnost nitrifikatorjev, ki nitratov ne razkrajajo, temveč jih sintetizirajo iz amoniaka in nitratov.

6. Dušik fiksirajoče bakterije

Te bakterije fiksirajo dušik iz zraka, ko pa odmrejo, se sprošča iz njih dušik v nitratih in drugih uporabnih spojinah.

7. Izkoriščanje bakterij v produkciji in gospodarstvu

Dejavnost bakterij izkoriščamo pri izdelovanju kisa, mlečne kisline, glicerola, alkohola, pri strojenju usnja in pri gojenju lana, konoplje, tobaka, čaja, kakava in kave. Bakterije imajo tudi bistveno vlogo pri pripravi masla, sira, kislega zelja.

8. Vloga bakterij pri pripravljanju in ohranjanju živil

Mnoga živila so izvrstna hrana za bakterije. Če so živila topla in vlažna, se bakterije v njih naglo razmnožujejo in povzročajo značilne spremembe. Nekatere spremembe so zaželene, ker

dajejo živilom prijeten okus. Kadar pa povzročajo bakterije nezaželen razkroj živil, se živila pokvarijo.

Kislo mleko nastane, če se bakterije razmnožujejo v mleku in fermentirajo laktozo v mlečno kislino, ki povzroči, da se kazein strdi. Pri navadnem kisanju mleka povzroča kisanje predvsem *Streptococcus lactis*, pri pripravi jogurta pa se uporablja *Lactobacillus bulgaricus*.

Pri pripravi masla, sira in kislega zelja imajo prav tako bistveno vlogo bakterije. Pri pripravljanju nekaterih vrst sira uporabljamo tudi določene vrste plesni.

Kvarjenje živil povzročajo gnilobne bakterije. Če želimo živila ohraniti, jih moramo hraniti v okoliščinah, v katerih se bakterije ne morejo razmnoževati, ali pa vse mikrobe v živilih uničimo s segrevanjem, nato pa posode z živili tako zapremo, da mikrobi nimajo dostopa.

Živila konzerviramo s sušenjem, z vlaganjem v kis ali močne raztopine soli ali sladkorja, z zmrzovanjem in hranjenjem v zmrznjenem stanju, s prekuhavanjem, s konzerviranjem v kovinskih posodah, z dodajanjem kemikalij.

Vprašanja za ponovitev:



1. Katere aktivnosti nepatogenih bakterij poznate?
2. Naštejte nekaj primerov izkoriščanja bakterij v produkciji in gospodarstvu.
3. Katere aktivnosti bakterij so nepogrešljive pri čiščenju odpadnih voda?
4. Kakšna je vloga bakterij pri pripravljanju in ohranjanju živil?
5. Katere kemične spremembe in produkte bakterijske rasti poznate?

3.4 UNIČEVANJE MIKROBOV

Mikroorganizmi so tako kot vsa živa bitja v svojih življenjskih funkcijah odvisni od okolja, v katerem žive, ter od fizikalnih in kemičnih faktorjev, ki vplivajo na njih. Vsaka poškodba ravnotežja v strukturi, kemijski sestavi in biološki funkciji bakterijske celice povzroči spremembe, lahko pa tudi smrt bakterijske celice.

Bakteriostatično delovanje: preprečevanje razmnoževanja bakterij; bakterije ostanejo žive.

Dezinfekcija: pomeni uničevanje vegetativnih oblik bakterij v zunanjem okolju.

Sterilizacija: je uničevanje vseh bakterij in spor. Predmet je sterilen, če je brez živih mikrobov.

3.4.1 Fizikalne metode sterilizacije in dezinfekcije

Sončna svetloba in ultravioletni žarki

Neposredna sončna svetloba deluje močno baktericidno. Uničuje tako vegetativne celice kot tudi spore. Sončno svetlobo uporabljamo za razkuževanje obleke, posteljnine, žimnic itd. Baktericidnost sončne svetlobe temelji predvsem na ultravioletnih žarkih, zato mora sonce neposredno sijati na predmet (ne skozi steklo).

UV žarki delujejo letalno zlasti zato, ker okvarijo DNA. V bakterijskih celicah povzročajo tudi nastajanje peroksidov, ki sprožijo destruktivne oksidacijske reakcije.

Ionizirajoči žarki

Sterilizirajoča moč beta in gama žarkov je v tem, da ionizirajo beljakovine mikroorganizmov. Žarek na svoji poti skozi snov izgublja energijo, zato je treba upoštevati vse dejavnike, ko izbiramo obsevalno dozo. Če je ionizacija mikroorganizmov nepopolna, sicer začasno prekinemo njihovo rast, vendar se sčasoma življenjski procesi obnovijo in mikroorganizmi se razvijajo naprej.

Vročina

Vročino najpogosteje uporabljamo za uničevanje mikrobov. Vročina ubije mikrobove tako, da koagulira protoplazmo. Voda pospešuje koagulacijo, ker beljakovine hitreje koagulirajo, če so hidrirane. Zaradi tega vlažna toplota (vroča voda, krožeča para ali krožeča para pod pritiskom) ob določeni temperaturi hitreje sterilizira kakor suha toplota (vroč suh zrak).

Razžarjanje v plamenu

Plamen je najpreprostejša oblika suhe toplote. V plamenu steriliziramo cepilne zanke v laboratoriju.

Sežiganje ali upepelitev

Sežiganje je zanesljiv in cenen način uničevanja nekaterih kontaminiranih predmetov.

Prekuhavanje

15-minutno kuhanje ob 98°- 100°C uniči vse vegetativne oblike bakterij in večino spor, nekatere spore pa lahko prenesejo kuhanje eno uro ali več. Prekuhavanje je učinkovitejše, kadar je voda kislila ali lužna. V praksi destilirani vodi celo dodajamo sodo. Pred uporabo moramo material sprati s sterilno destilirano vodo ali NaCl.

Segrevanje v krožeči pari

Krožeča para je para, ki ni pod pritiskom, ima pa enako temperaturo kakor vrela voda. Aparat za sterilizacijo s krožečo paro imenujemo Kochov lonec. V Kochovem loncu običajno razkužujemo bakterijske kulture.

Segrevanje v pari pod pritiskom

Če je para pod pritiskom, sterilizira učinkoviteje, ker bolje prodira in predvsem ker doseže visoko temperaturo. Aparat za sterilizacijo s paro pod pritiskom imenujemo avtoklav. Avtoklav je opremljen s termometrom, termografom, z manometrom in varnostnim ventilom. V avtoklavu steriliziramo ob 121°C 30 minut.

Sterilizacija z vročim zrakom

V uporabi je aparat, ki ga imenujemo suhi sterilizator. Opremljen je s termometrom in termoregulatorjem. Kadar steriliziramo uro in pol pri 165°C, uničimo tudi najodpornejše spore. Če uporabljamo temperature 150°C, pa uničimo spore šele v treh urah.

Tindalizacija

Nekaterih gojišč ne moremo sterilizirati v avtoklavu, ker bi se denaturirala. V takih primerih uporabljamo frakcionirano sterilizacijo ali tindalizacijo. Gojišče segrevamo ob temperaturi 56°- 100°C 30 minut tri dni zapored. S prvim segrevanjem uničimo vegetativne oblike, spore pa preživijo. Do naslednjega dne se spore spremenijo v vegetativne oblike in jih drugo segrevanje uniči. Če nekatere spore prežive tudi drugo segrevanje, se končno spremenijo tudi te v vegetativne oblike in jih tretje segrevanje uniči.

Filtracija

Bakterije in druge večje mikrobove lahko izločimo iz tekočin s filtracijo skozi bakterijske filtre. Samo zaradi narave težnosti bi tekočine prepočasi prehajale skozi filtre. Filtracijo pospešimo z nad pritiskom ali pod pritiskom.

Dezinfekcija ali razkuževanje s kemičnimi snovmi

Dezinfekcija je uničevanje oz. zaviranje razmnoževanja mikrobov s kemičnimi snovmi. Razkužujemo takrat, kadar:

- mikrobov ne moremo odstraniti mehanično,
- če sterilnost ni nujno potrebna,
- če so predmeti iz snovi, ki je ni mogoče sterilizirati.

Razkužila delujejo najpogosteje tako, da koagulirajo celične proteine, oksidirajoče snovi pa inaktivirajo bakterijske celice tako, da oksidirajo proste sulfhidrilne skupine proteinov. Sulfhidrilne skupine inaktivirajo tudi težki metali, ker se z njimi vežejo. Sicer pa obstaja več načinov delovanja razkužil na mikrobov. Med mikrobi in razkužili je fizikalno-kemična aktivnost, zato se razkužilo pritrdi ali celo vdre v mikrobovo celico. Razkužilo lahko:

1. koagulira beljakovine v citoplazemski membrani celice,
2. spremeni propustnost celične stene oz. membrane, zato je ovirana prehrana,
3. deluje na mikrobove encime in s tem vpliva na metabolizem.

Plinska sterilizacija

Od plinov uporabljamo za sterilizacijo predvsem formaldehid in etilen oksid.

Formaldehid uporabljamo za sterilizacijo prostorov, oblek, posteljnine, knjig, pohištva itd.

Etilen oksid (več na <http://sl.wikipedia.org/wiki/Projekt:Etilenoksid>) je plinsko razkužilo, ki deluje na vse vrste mikrobov in tudi na spore.

3.4.2 Kinetika smrti mikroorganizmov

Kinetika smrti, t.j. pogina neke populacije mikroorganizmov pod vplivom nekega letalnega agensa, ima veliko teoretično in praktično vrednost. Na osnovi tega pokazatelja lahko prepoznamo vrednost fizikalnega ali kemičnega sredstva, ki ga uporabimo za sterilizacijo ali dezinfekcijo. Edini realni kriterij za smrt mikroorganizmov je njihova ireverzibilna izguba sposobnosti razmnoževanja. Če neko populacijo mikroorganizmov izpostavimo delovanju letalnega faktorja, pride do progresivnega zmanjševanja števila živih in progresivnega povečanja števila mrtvih mikroorganizmov. Npr. če je v neki populaciji pred začetkom izpostavitve letalnemu agensu 5.000.000 mikroorganizmov, potem bo po 1 minuti poginilo 4.500.000 mikroorganizmov, živih pa bo 500.000; po dveh minutah jih bo poginilo 450.000, a živih bo 50.000 mikroorganizmov; po treh minutah bo poginilo 45.000, a živih bo 5.000 mikroorganizmov itd.

Vprašanja za ponovitev:



1. Opišite bakteriostatično delovanje.
2. Opišite, kako deluje dezinfekcija.
3. Naštejte nekaj primerov izkoriščanja bakterij v proizvodnji in gospodarstvu.
4. Opišite fizikalne metode sterilizacije in dezinfekcije.
5. Opišite kinetiko smrti mikroorganizmov.

3.5 KINETIKA RASTI MIKROORGANIZMOV

Rast mikroorganizmov brez oviranja procesa rasti poteka po logaritmični funkciji. Razrast je lahko enormno hitra. Ponazorimo jo lahko z naslednjim modelom:

(logaritmična rast)

$$\frac{dX}{dt} = \mu \cdot X$$

$$\ln X = \mu \cdot t + C$$

V času t_2 : $\ln(2 \cdot X) = \mu \cdot t_2 + C$

V času t_1 : $\ln(X) = \mu \cdot t_1 + C$

$$\ln(2 \cdot X) - \ln(X) = \mu \cdot (t_2 - t_1) = \mu \cdot t_d$$

$$\ln \frac{2 \cdot X}{X} = \ln 2 = \mu \cdot t_d = 0,69$$

$$\mu = \frac{0,69}{t_d} \rightarrow t_d = \frac{0,69}{\mu}$$

Tudi odmiranje mikroorganizmov brez oviranja procesa rasti poteka po logaritmični funkciji. Ponazorimo jo lahko z naslednjim modelom:

Odmiranje mikroorganizmov (logaritmični proces odmiranja):

$$-\frac{dX}{dt} = k \cdot X \quad \rightarrow \quad \text{Model odmiranja imenujemo tudi **Chickov zakon**.$$

$$\ln X = -k \cdot t + C$$

Sumarno - neto rast:

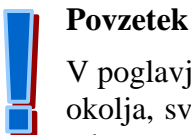
$$\frac{dX}{dt} = \mu \cdot X - k \cdot X = (\mu - k) \cdot X$$

$$\frac{dX}{dt} = \mu \cdot X - K \cdot X = (\mu - K) \cdot X = K \cdot X$$

Vprašanja za ponovitev:



1. Opišite kinetiko rasti in odmiranja mikroorganizmov.
2. Kateri so omejitveni faktorji za preprečevanje zarasti mikroorganizmov v neki snovi in prostoru?



Povzetek

V poglavju so predstavljeni vplivi okolja na razvoj bakterij v odvisnosti od temperature okolja, svetlobe, vlage, stopnje kislosti oz. alkalnosti, odnosa do atmosferskega kisika, od ozmotskega pritiska in rasti mikrobov ob drugih mikrobih.

V nadaljevanju so predstavljene vrste kemičnih sprememb in produktov bakterijske rasti, aktivnosti nepatogenih mikrobov, kako lahko mikrobov uničujemo oz. napravimo okolje sterilno. Opisana je tudi kinetika rasti in smrti mikroorganizmov, kjer lahko ugotovimo, da leta poteka v idealnih pogojih v logaritmični rasti.

4 KRATEK PREGLED ORGANSKE KEMIJE

Uvod

Kakšni so osnovni gradniki snovi? Zakaj in kako se povezujejo?

Človek je hitro spoznal, da se snovi okoli njega relativno hitro bolj ali manj spreminjajo. Tudi človek sam se je spreminjal. Konec svojega življenja je vedno poskušal nekoliko zavleči. Odkrivanje »eliksirja življenja«, ki bi ga napravilo nesmrtnega, je bil eden od ciljev že davno v zgodovini. Relativno hitro je odkril prve načine za ohranjanje užitne hrane. Konzerviranje hrane s soljo ali sušenjem je bila ena prvih aktivnosti človeka, povezana s kemijo. Obvladovanje ognja je omogočilo toplotno pripravo hrane – kuhanje in pečenje. Metalurška dejavnost človeka, ki jo je razvil zaradi proizvodnje orodja in orožja, je potekala pri temperaturah, ki povzročijo razpad organskih snovi. Zaradi tega se je znanje o organskih snoveh najbrž razvilo precej kasneje, saj je bilo potrebno razviti nove – natančnejše raziskovalne metode. Razen priprave pripravkov iz določenih delov rastlin in živali kot zdravilnih napitkov v glavnem na podlagi izkustvenih dognanj prednikov kakšno drugo bistveno odkritje ni bilo opaženo. Na izkustvenih dognanjih tudi temeljijo začetki organske kemije.

Ogljik je osrednji atom organske kemije. Organska kemija je danes veda o spojinah ogljika, izjema so soli ogljikove kisline, npr. karbonati, ki so domena anorganske kemije. Štirivalentnost ogljika ter njegova zmožnost vezave s samim seboj je res posebnost, saj se veže na druge spojine ali s samim sabo na razne načine (enojna, dvojna in trojna vez). Med elementi periodnega sistema jih ni dosti, ki imajo to zmožnost – opazimo jo še npr. pri siliciju, žveplu in fosforju. Seveda je k poglobljanju poznavanja strukture organskih molekul svoje dodalo tudi 20. stoletje. Odkritje elektrona je valenčno črtico spremenilo v dve pikici in tako omogočilo kvalitativno razlago kemijske (kovalentne) vezi; tudi predstava o ionih, nabitih atomih in molekularnih delcih je elektron napravila precej bolj jasen.

4.1 OSNOVNE LASTNOSTI SNOVI IN SPOJIN

1.) **Gorenje** je eksotermna kemijska reakcija, ki se imenuje oksidacija. V naravi stalno potekajo procesi oksidacije, ki pa potekajo z različno hitrostjo:

- počasna ali tiha oksidacija – rjavenje, dihanje, trohnenje,
- burna oksidacija – gorenje,
- zelo burna oksidacija – eksplozija, detonacija.

Hitrost gorenja je odvisna od:

- vrste gorljive snovi – premog, les, bencin ...,
- oblike snovi – kompakten kos, zdrobljen, scefran ...,
- od vsebnosti kisika.

V ozračju, kjer primanjkuje kisika, je gorenje počasnejše (tlenje), v ozračju, kjer je kisika več kot normalno, pa je gorenje burno. Z naraščanjem temperature gorljive snovi se hitrost oksidacije povečuje. S porastom temperature za 100°C se hitrost oksidacije podvoji.

2.) **Vnetišče** je najnižja temperatura, pri kateri se snov na zraku vname in zagori, sproži se burna reakcija s kisikom. Stopnja vnetljivosti je določena s količino toplote, ki jo snov porabi, da se segreje do vnetišča. Ta količina toplote pride od zunanjega ali notranjega vira vžiga. Gorljiva snov se segreje na vžigno temperaturo, ki se imenuje vnetišče. Temperatura vira vžiga mora biti višja od vnetišča, da se snov segreje na vžigno temperaturo.

- 3.) **Plamenišče** je tista najnižja temperatura, pri kateri tekočina oddaja hlape v taki količini, da se nad gladino, pomešani z zrakom, eksplozivno vžgejo, če jih prižgemo z zunanjim izvorom vžiga. Gorenje po pojavu plamena ugasne.
- 4.) **Tališče** je temperatura, pri kateri snov preide iz trdnega v tekoče agregatno stanje. Ko trdnino segrejemo do tališča, se njena temperatura ne povečuje (čeprav snov segrevamo dalje), dokler se celotna snov ne stali. *Specifična talilna toplota* je toplota, ki jo moramo dovesti 1 kg snovi, da preide iz trdnega v tekoče stanje pri temperaturi tališča. Tališče narašča z daljšanjem verige ogljikovih atomov in pada s povečevanjem nenasičenosti.
- 5.) **Vrelišče** je temperatura, pri kateri ob navadnem tlaku tekočina vre ali se para utekočinja.
- 6.) **Kislost, bazičnost.** ARRHENIUS je definiral (konec 19. stoletja): Kislina je spojina, ki v vodni raztopini tvori oksonijeve ("vodikove") ione; baza (lug, alkalija) pa je spojina, ki v vodni raztopini tvori hidroksilne ione. Kislost je eden od občutkov, ki ga zazna naš čutni sistem za okus. "Al-kalia" pomeni v arabskem jeziku "iz pepela"; pepelni preostanek po sežigu lesa, raztopljen v vodi; ima grenak trpek okus. Takšni vodni raztopini rečemo lug oziroma baza.
Kislo/bazno določitev snovi določimo z drugo snovjo, ki tako postane pokazatelj (indikator); običajno je to barvilo npr. lakmus, ki se je glede na kislino/bazno lastnosti snovi značilno obarva. Pri kemijski reakciji oksidov nekovin oziroma oksidov kovin z vodo nastanejo kisline oziroma baze. Več si lahko preberete na <http://atom.uni-mb.si/~ukelaborg/StropnikPedagosko/Organska/PREDAVprosojnice/PrsOK09KsBzl.pdf>.
- 7.) **Kurilna vrednost** je količina toplote, ki nastane pri popolnem izgorevanju enote goriva, pri čemer se produkti izgorevanja ne ohladijo pod temperaturo rosišča vodne pare. Izražamo jo običajno v kWh/kg, MJ/kg, kWh/l, MJ/l, kWh/m³ ali MJ/m³.

4.2 OSNOVNE ZNAČILNOSTI ORGANSKIH SPOJIN

- Organske spojine so predvsem spojine ogljika, vodika in kisika.
- V organski kemiji prevladujejo KOVALENTNE VEZI.
- Ionizacija je prej izjema kot pravilo.
- Mnogo molekul ima VELIKO MOLEKULARNO TEŽO.
- Polimere sestavljajo relativno manjše molekule, povezane med seboj, ki se večkrat ponavljajo.
- V vodah se organska snov kontinuirano pojavlja, izginja, spreminja.
- Organska snov nastaja z rastjo v sami vodi ali prihaja z dotoki.
- Možne posledice organskih snovi v vodi:
 - toksičnost,
 - motnost,
 - barva,
 - vonj,
 - okus,
 - oviranje procesov koagulacije,
 - eliminacija Fe, Mn,
 - formacija organske zarasti v cevovodih.
- Vse organske snovi, ki izvirajo iz bioloških sistemov, lahko MIKROORGANIZMI razkrojijo.
- Proces razgradnje vodijo do formacije plinov (CO₂, H₂, N₂, H₂S, CH₄) in vplivajo na spremembo pH s formiranjem NH₃ (baza) ali z organskimi kislinami.
- Poraba O₂ je prisotna v večini procesov.
- Pri okoljskih tehnologijah čiščenja voda, gospodarjenja z odpadki in čiščenja zraka se poleg bioloških načinov odstranitve neželenih snovi uporabljajo tudi kemijski načini (npr. nevtralizacija, obarjanje ...).

- Nevtralizacija je vrsta kemijske reakcije, kjer reagirata kislina in hidroksid, pri tem pa nastaneta sol in voda. Po nevtralizaciji nastane nevtralna raztopina ($\text{pH}=7$) samo v primeru, da reagirata močna kislina in hidroksid in da ne pride po reakciji do hidrolize soli. Da je nevtralizacija popolna, moramo zmešati ekvivalentni količini kisline in baze, to pomeni, da mora biti enaka količina protonov in hidroksilnih ionov, ki se med seboj združijo v vodo – nevtralizirajo. To razmerje je za različne kombinacije kislin in baz različno. Točko, pri kateri je nevtralizacija končana, ugotovimo z merjenjem pH raztopine. pH nevtralne raztopine je 7.
- Obarjanje je proces, s katerim se iz raztopine z dodajanjem ustreznih kemikalij izločijo raztopljene snovi, ki izpadejo kot oborina. Oborina se iz matične raztopine izloči z usedanjem ali filtriranjem. Postopek se uporablja za odstranjevanje kovinskih ionov iz lužnic in kontaminiranih vod, kot reagenti pa se najpogosteje uporabljajo baze, sulfidi, sulfati in karbonati.

Vprašanja za ponovitev:



1. Kakšne vrste vezi prevladujejo v organski kemiji?
2. Kako so sestavljeni polimeri?
3. Kakšne so možne posledice organskih snovi v vodi?
4. Kateri plini se lahko formirajo v procesih razgradnje?
5. Opišite reakcijo nevtralizacije.
6. Opišite proces obarjanja in primere uporabe pri čiščenju vod.

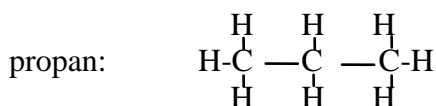
4.3 VAŽNEJŠE SKUPINE ORGANSKIH SPOJIN

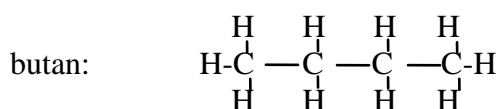
- 1.) **Polisaharidi** so polimeri monosaharidov (važne komponente celičnih sten - dajejo trdnost).
Primer: celuloza v lesu; rezervne snovi: škrob, glikogen.
- 2.) **Proteini** so zgrajeni iz 20 do 30 različnih aminokislin, aranžiranih na specifične načine.
 - Primer: vsi encimi v mikrobih, rastlinah in živalih.
 - Molekularna teža proteinov od 10^4 do 10^6 in več.
 - Človeško telo vsebuje pribl. 50 000 različnih proteinov.
- 3.) **Maščobe** so formirane iz glicerola + 3 maščobne kisline. Maščobe služijo običajno kot rezervni material - rezervne snovi.
- 4.) **Nukleinske kisline** so zelo kompaktne sestave - podobno kot proteini. Molekule nukleinskih kislin vsebujejo genetske informacije organizma, ki usmerjajo procese sinteze v celicah - vseh njenih komponent, vključno z encimi. Regulirajo tudi delitev celice.

Zgoraj opisane 4 skupine organskih spojin (molekul) tvorijo manjše molekule, ki so podlaga za tvorbo večjih molekul organskih snovi. Te manjše molekule se pojavijo zopet pri razgradnji večjih molekul organskih snovi.

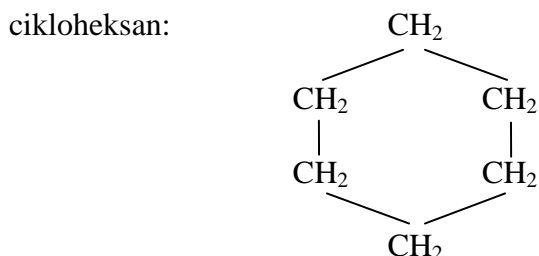
Organske spojine ločimo **po zgradbi** v naslednje osnovne skupine:

Alifatske spojine: imajo odprte verige

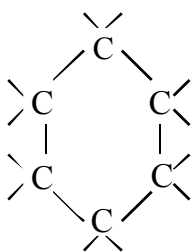




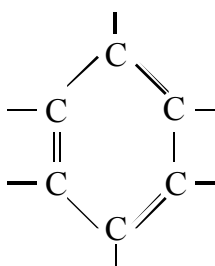
Ciklične spojine: imajo zaprte verige



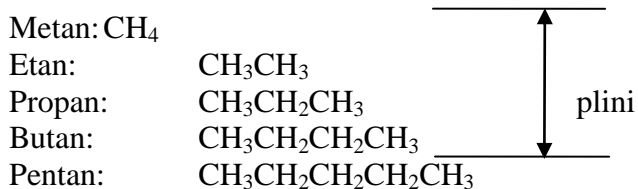
Ciklični krog:



Aromatski krog:



Alifatski ogljikovodiki:



Serijski alifatskih ogljikovodikov - verige vsebujejo preko 30 C atomov. Prvi 4 so plini, naslednjih 12 tekočine (bencin, kerosan), verige z več kot 16 C atomi pa tvorijo trdne snovi.

Po izgradnji molekul razlikujemo:

- strukturni izomerizem,
- optični izomerizem,
- dvojne in trojne vezi ogljika:
 - etilen: H₂C = CH₂
 - aceten: HC ≡ CH

Ogljikovodike brez dvojnih in trojnih vezi imenujemo **nasičene** (saturirane) ogljikovodike.

Druge alifatske spojine so razvite iz ogljikovodikov, če se eden ali več atomov H nadomesti s funkcionalnimi skupinami:

FUNKCIONALNA SKUPINA	GENERALNA FORMULA	IME SKUPINE SPOJIN
- OH	R - OH	alkoholi
- COH	R - CHO	aldehidi
- CO -	R - CO - R'	ketoni
- COOH	R - COOH	kislina
- COO -	R - COO - R'	estri
- O -	R - O - R'	etri
- NH ₂	R - NH ₂	amini
- SH	R - SH	tioli
- Cl	R - Cl	kloridi

Vprašanja za ponovitev:



- Opišite važnejše skupine polisaharidov.
- Kako so sestavljeni polimeri?
- Kje imamo opraviti s polimernimi spojinami?
- Razmislite, pod kakšnimi pogoji lahko nastajajo večje oblike polimerov in kako se te oblike lahko razbijejo.
- Opišite razliko med cikličnim in aromatskim krogom.
- Kakšna je razlika v stabilnosti vezi v cikličnih ali aromatskih krogih ali verigah?
- Kaj so nasičeni (saturirani) ogljikovodiki?
- Kakšna je razlika med alifatskimi in cikličnimi spojinami?

4.4 NAJPOGOSTEJŠE KEMIJSKE REAKCIJE PRI OKOLJSKIH TEHNOLOGIJAH ČIŠČENJA, GOSPODARJENJA Z ODPADKI IN ČIŠČENJA ZRAKA

- 1.) **Nevtralizacija:** Pri nevtralizaciji na splošno lahko rečemo, da poteka reakcija med oksonijevimi in hidroksidnimi ioni. Kislini se dodaja baza ali obratno do trenutka, ko pH doseže vrednost 7. Nastane voda.

Nevtralizacijo (po Arrheniusu) imenujemo vrsto reakcije, pri kateri reagirata kislina in hidroksid, pri tem pa nastaneta sol in voda. Po nevtralizaciji nastane nevtralna raztopina (pH=7) samo v primeru, da reagirata močna kislina in hidroksid in da ne pride po reakciji do hidrolize soli.

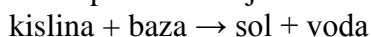
Kislina so snovi, ki nastajajo iz oksidov nekovine in vode ter oddajajo protone (H⁺), baze pa so snovi, ki nastajajo iz kovinskih oksidov in vode in imajo hidroksilno skupino (OH⁻). Ko se H⁺ in OH⁻ spojita, nastane voda.

Da je nevtralizacija popolna, moramo zmešati ekvivalentni količini kisline in baze, to pomeni, da mora biti enaka količina protonov in hidroksilnih ionov, ki se med seboj združijo v vodo – nevtralizirajo. To razmerje je za različne kombinacije kislin in baz različno. Točko, pri kateri je nevtralizacija končana, ugotovimo z merjenjem pH raztopine. pH nevtralne raztopine je 7.

Pri nevtralizaciji pride do zamenjave kovinskega iona iz baze z vodikom iz kisline, zato pravimo tem reakcijam tudi substitucijske reakcije. Zamenjava namreč pomeni s tujko substitucija.

Pri procesu lahko nastanejo tudi oborine ali gošče. Uporablja se v procesih čiščenja tako vodnih kot nevodnih medijev, blat in gošč, pri čiščenju odpadnih voda, razsoljevanju lužnic, pri obdelavi galvanskih odplak ...

Generalni potek reakcij:



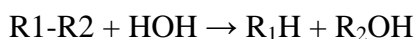
2.) **Obarjanje** je proces, s katerim se iz raztopine z dodajanjem ustreznih kemikalij izločijo raztopljeni snovi kot oborina. To lahko izločimo s filtriranjem ali usedanjem.

Postopek se uporablja za odstranjevanje kovinskih ionov iz lužnatih raztopin in kontaminiranih vod, kot reagenti se najpogosteje uporabljajo baze, sulfidi, sulfati in karbonati.

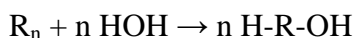
4.5 NEKAJ POMEMBNIH VRST ORGANSKIH REAKCIJ V ŽIVIH SISTEMIH

1.) **Hidroliza**: Ta vrsta reakcije je izjemno pomembna v procesu razgradnje velikih molekul maščob, polisaharidov in proteinov.

Generalna enačba reakcije:



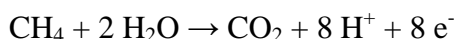
Za polimerne molekule, sestavljene iz monomerov, pa:



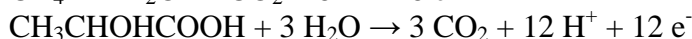
2.) **Redoks (oksidoredukcijske) reakcije**

Primeri:

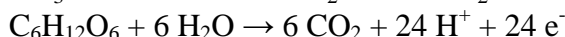
Oksidacija metana:



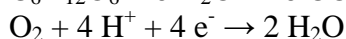
Oksidacija mlečne kisline:



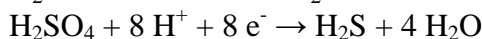
Oksidacija glukoze:



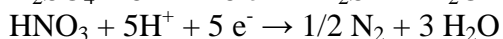
Redukcija kisika:



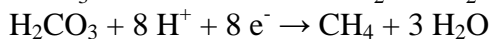
Redukcija H₂SO₄:



Redukcija HNO₃:



Redukcija H₂CO₃:



Vprašanja za ponovitev:

1. Opišite reakcijo hidrolize.
2. Opišite nekaj redoks reakcij v živih sistemih.

4.6 KATEGORIJE ORGANSKIH SPOJIN, KI SO POMEMBNE V ZDRAVSTVENI HIDROTEHNIKI IN EKOLOGIJI

Ogljikovodiki

Zemeljski plin in nafto sestavljajo mešanice mnogih ogljikovodikov. Njihova skupna značilnost je, da so nepolarne in zelo slabo topne v vodi.

Ogljikovodike je mogoče oksidirati v CO₂ in H₂O v aerobnih pogojih.

Ker pa se slabo oziroma se ne mešajo z vodo, je aktivnost mikroorganizmov omejena le na kontaktno površino nafta - voda, s čemer je hitrost razgradnje bistveno manjša, kot če bi se nafta v vodi topila.

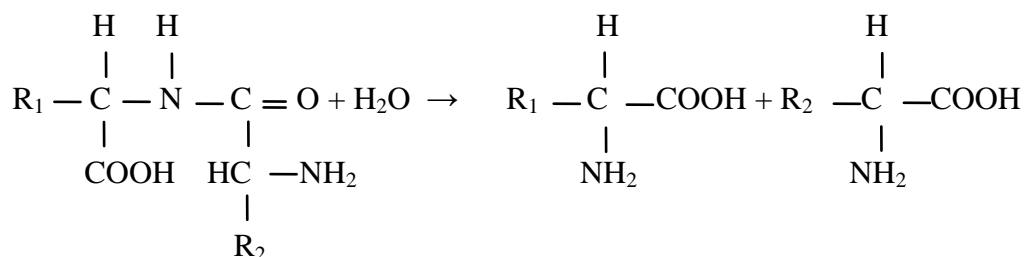
Zaradi tega so posledice onesnaženja površinskih in podzemnih voda z nafto dolgotrajne.

Proteini

Predstavljajo dolge verige aminokislin z generalno formulo:

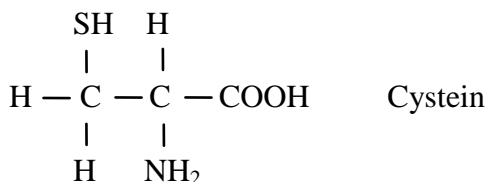
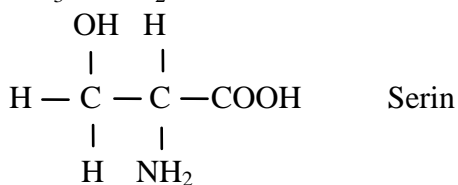


Primer hidrolize proteinov:



Verige aminokislin imenujemo tudi polipeptide. Protein tvori vsaj 24 različnih vrst aminokislin.

Primeri funkcionalnih skupin:

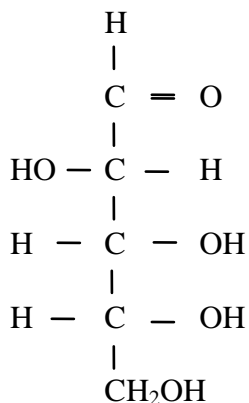


Pri razgradnji aminokislin se običajno sprosti amoniak NH_3 , pH vode se zviša. Iz aminokislin, ki vsebujejo $-\text{SH}$ skupine, se sprošča H_2S .

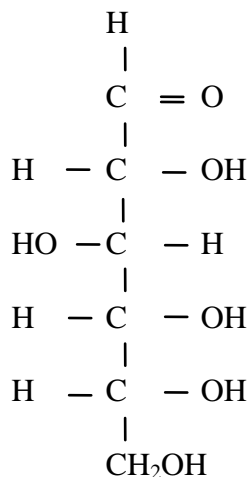
Ogljikove hidrate tvorijo dolgi polimeri monosaharidov, ki jih imenujemo tudi polisaharidi.

Primeri monosaharidov:

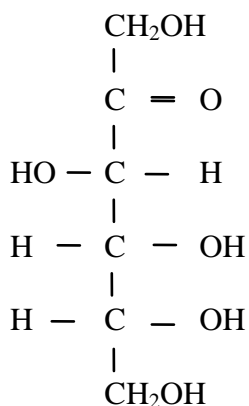
Arabinoza:



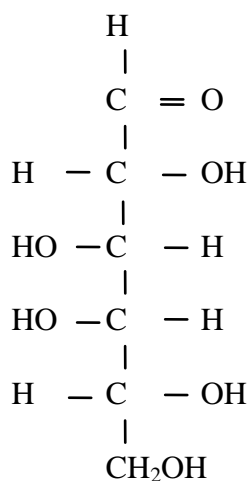
Glukoza (zelo pomembna!):



Fruktoza:



Galaktoza (zelo pomembna!):

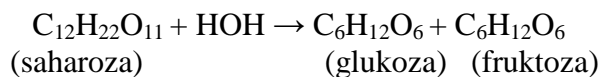


Primeri polisaharidov:

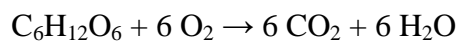
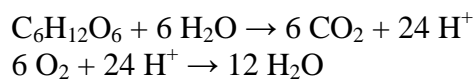
Celuloza: je polimer glukoze, ki vsebuje 100 do 200 enot glukoze.

Škrob: je polimer glukoze, ki vsebuje 20 do 30 enot glukoze.

Prva stopnja biološke razgradnje polisaharidov je hidroliza, ki vodi k monosaharidom:



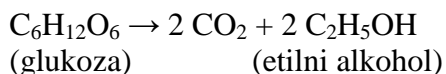
Nadaljnja razgradnja monosaharidov v prisotnosti zraka (aerobna razgradnja) vodi do CO₂ in H₂O:



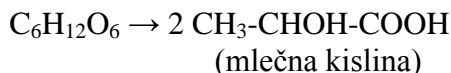
To je anaerobni proces, ki ga imenujemo tudi fermentacija. V tem primeru je organska molekula istočasno donator in akceptor H: del produktov fermentacije je bolj oksidiran, del bolj reduciran kot originalna molekula.

Primeri:

- alkoholna fermentacija:



- fermentacija mlečne kisline:



Ker se ogljikovi hidrati nahajajo v naravi v velikih količinah (celuloza), so različne vrste fermentacije, odnosno fermentacije različnih vrst ogljikovih hidratov, važen proces pri mineralizaciji teh snovi. Razumljivo, ne zgolj saharidi, tudi druge organske snovi v naravi so podvržene procesu fermentacije.

Nekaj produktov fermentacije sladkorjev:

Alkoholi:	etanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
	iso-propanol	$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$
	butanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
	butandiol	$\text{CH}_3\text{CHOHCHOHCH}_3$
Kislina:	formična	COOH
	acetic	CH_3COOH
	propionska	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
	buturic	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
	mlečna	$\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$
		$\text{COOHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

Pri anaerobni razgradnji sladkorjev pogosto **dominirajo organske kisline** kot produkt razgradnje → **pH vode pada**.

Pri aerobni razgradnji pa je končni produkt CO₂ in H₂O.

V procesih anaerobne razgradnje so lahko H akceptorji namesto kisika (O₂ - aerobna razgradnja) in organskega ogljika (org. C - fermentacija) tudi NO₃⁻, SO₄²⁻ ali CO₂:

Nitrat: NO₃⁻ → redukcija nitrata → denitrifikacija v N₂,

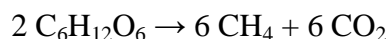
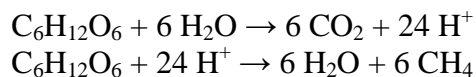
Sulfat: SO₄²⁻ → redukcija sulfata v H₂S,

CO₂: redukcija CO₂ ali metanska fermentacija v CH₄.

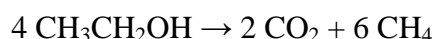
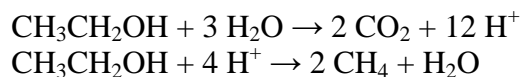
Velja opozoriti, da sta oba produkta fermentacije - najbolj oksidirani del CO₂ in najbolj reducirani del CH₄ **PLINA!**

Primeri fermentacije:

Organski C akceptor in donator H:



Fermentacija etanola:



Proces fermentacije poteka tako, da se najpreje tvori CO_2 , ki se nato reducira v CH_4 .

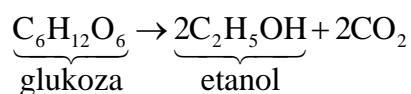
V naravi potekajo procesi biološke razgradnje organskih snovi po sledečem vrstnem redu:

- **aerobne** oksido-redukcijske reakcije,
- **anaerobne** oksido-redukcijske reakcije:
 - fermentacija,
 - redukcija nitrata,
 - redukcija sulfata,
 - redukcija CO_2 .

Rezultati anaerobne razgradnje so neprijetni produkti (razen v primeru koristnega sežiga CH_4) H_2S , NH_3 in vrsta ogljikovih kislin, kot rezultat nedovršenih anaerobnih procesov.

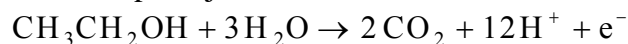
Primeri fermentacije:

Alkoholna fermentacija:



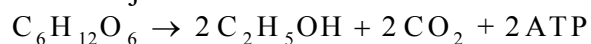
Fermentacija mlečne kisline:

Anaerobna respiracija:



Generacija ATP:

Pri fermentaciji:



Pri respiraciji:



Vprašanja za ponovitev:

1. Opišite kategorije organskih spojin pomembnih v ekologiji.
2. Opišite generacijo ATP pri fermentaciji in respiraciji.
3. Opišite produkte fermentacije sladkorjev.



Povzetek

V poglavju je predstavljen kratek pregled organske kemije, osnovne značilnosti organske kemije (gorenje, vnetišče, plamenišče, tališče, vrelišče, kislost, bazičnost, kurilna vrednost), osnovne značilnosti organskih spojin, važnejše skupine organskih spojin (polisaharidi, proteini, maščobe, nukleinske kisline), važnejše skupine organskih spojin, kategorije organskih spojin, ki so pomembne v zdravstveni hidrotehnik in ekologiji ter nekaj pomembnejših reakcij v živih sistemih.

V nadaljevanju je opisana je razdelitev organskih spojin po zgradbi v osnovne skupine: alifatske spojine, ki imajo odprte verige, in ciklične spojine, ki imajo zaprte verige. Opisane so najpogostejše kemijske reakcije pri okoljskih tehnologijah čiščenja, gospodarjenja z odpadki in čiščenja zraka (nevtralizacija, obarjanje), nekaj pomembnih vrst organskih reakcij v živih sistemih (hidroliza in redoks (oksidoredukcijske) reakcije) in tudi kategorije organskih spojin, ki so pomembne v zdravstveni hidrotehnik in ekologiji (ogljikovodiki, proteini, ogljikovi hidrati) ter vrstni red procesov biološke razgradnje organskih snovi, ki potekajo v naravi.

5 KINETIKA BIOKEMIJSKIH REAKCIJ

Uvod

Bistvo inženirskega dela pri obravnavi procesov v okolju in v okoljih, kjer jih uvajamo v pospešeni obliki, je poleg poznavanja procesa v biološkem in kemijskem smislu tudi poznavanje dinamike procesa. Pogosto se sprašujemo, zakaj se poleti mleko hitreje kisa kot pozimi, zakaj se včasih živilo pokvari bistveno hitreje kot drugič.

Pri čiščenju odpadne vode moramo razumeti ne samo procesa, ampak tudi njegovo hitrost. Marsikdaj si moramo pomagati z modeli. S pilotnim modelom ugotavljamo potek procesa in njegovo hitrost. Iz pilotnega modela dobimo spremenljivke in jih vnesemo v matematični model. Včasih poznamo že toliko podobnih primerov, da pri dimenzioniranju naših inženirskih naprav uporabljamo samo matematični model. Ti modeli pa so zelo različni in tudi na različnih zahtevnostnih stopnjah.

V preteklosti so tudi pri nas inženirji pogostokrat dimenzionirali na osnovi preprostih matematičnih modelov. Še do pred kratkim je bila večina čistilnih naprav dimenzionirana na ta način. Preprosti modeli so v povprečju kot rezultat prinašali relativno »varne« objekte, ki so imeli v sebi za svoje delovanje relativno veliko varnostnih rezerv.

Danes kot alternativne uporabljamo že modele, ki temeljijo na metodah umetne inteligence. To so največkrat modeli, ki zajemajo podatke o preteklih dogajanjih in iz njih skušajo izločiti značilnosti inženirskih objektov, ki bodo imeli za posledico rezultate, najbližje želenim.

5.1 OSNOVNE PREDSTAVITVE KINETIKE BIOKEMIJSKIH REAKCIJ

Poenostavljena predstavitev reakcij:

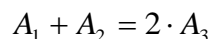
$$\gamma_1 \cdot A_1 + \gamma_2 \cdot A_2 + \gamma_3 \cdot A_3 + \dots + \gamma_n \cdot A_n = 0$$

A_i masa 1 mola določene snovi

γ_i stehiometrično število - število molov določene spojine

Hitrost poteka reakcije "r":

primer:



r hitrost pretvorbe obstoječih in nastanka novih snovi

Splošno je mogoče zapisati:

$$r_{A_n} = \frac{\gamma_n}{\gamma_i} \cdot r_{A_i}$$

Generalna hitrost poteka reakcije μ :

μ je odvisen od konstante in od koncentracije reagentov:

$$\mu = K \cdot f(C_{A_1}; C_{A_2}; C_{A_3}; \dots; C_{A_n})$$

ter od temperature v reaktorju.

Arrheniusova enačba:

$$\mu(T) = H \cdot e^{-\frac{E_a}{R \cdot T}} \cdot f(C_{A_1}; C_{A_2}; C_{A_3}; \dots; C_{A_n})$$

- H faktor frekvence, neodvisen od temperature; je konstanta za določeno reakcijo
- E_a aktivacijska energija; konstanta za določeno reakcijo
- R konstanta idealnega plina
- T absolutna temperatura °K

$K \cdot C = \mu$ identična oznaka

$$\mu_2 = \mu_1 \cdot e^{\Theta \cdot (T_2 - T_1)}$$

$$K_2 \cdot C = K_1 \cdot C \cdot e^{\Theta \cdot (T_2 - T_1)}$$

Praktična uporaba modificirane Arrheniusove enačbe:

primer: endogena respiracija:

$$K_T = K_{20} \cdot \Theta^{(T-20)}$$

K_{20} endogena respiracija pri temperaturi 20°C $\left[\frac{mgO_2}{mgBB \cdot dan(h)} \right]$

Θ konstanta $\rightarrow (e^{\Theta}) \rightarrow$ pri Arrheniusu

Glede zakonitosti o hitrosti poteka reakcij ločimo reakcije na:

- Reakcije 0. reda:

..... $K = -\frac{dC}{dt}$

- Reakcije I. reda:

..... $-\frac{dC}{dt} = K \cdot C$

- Reakcije II. reda:

..... $-\frac{dC_A}{dt} = K \cdot C_A^2$ ali

$$-\frac{dC_A}{dt} = K \cdot C_A \cdot C_B$$

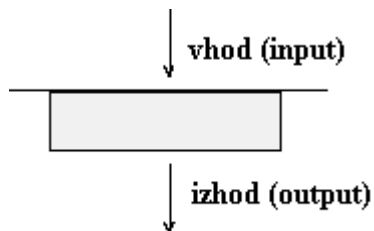
$$-\frac{dC_B}{dt} = K \cdot C_B^2$$

$$-\frac{dC_B}{dt} = K \cdot C_A \cdot C_B$$

5.2 KINETIKA BIOKEMIJSKIH REAKCIJ GLEDE NA VRSTE REAKTORJEV

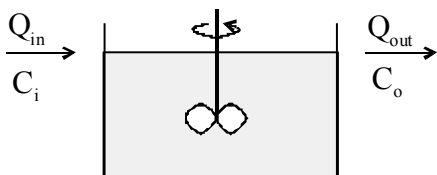
Reakcije ločimo po vrsti reaktorjev, v katerih potekajo:

- **Nehomogene reakcije:**
reakcija poteka zgolj v mejni plasti.
- **Homogene reakcije:**
reakcija poteka v celotnem volumnu popolnoma premešanega reaktorja.



Reaktorje ločimo glede na potek reakcije po:

a) Kontinuirnem poteku reakcije:



režim poteka reakcije je lahko:

- stacionaren,
- nestacionaren.

Stacionarne režime imamo večinoma v industrijskih reaktorjih.

V naravi in v čistilnih napravah za odpadno vodo prevladujejo nestacionarni režimi. Vendar jih je mogoče v določenih primerih poenostavljeno obravnavati kot stacionarne - NE PA VEDNO! - odvisno od potrebne natančnosti in narave procesov, ki jih obravnavamo.

Splošna enačba kontinuirnega poteka reakcije:

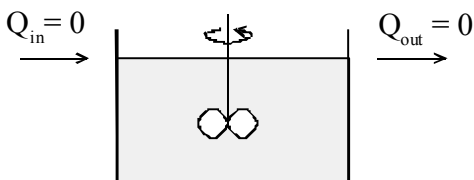
$$\Theta \cdot C_i \pm V \cdot r_i = Q \cdot C_o \pm V \cdot \frac{dC}{dt}$$

če je $\frac{dC}{dt} = 0$ in $Q, C_i = konst.$

poteka reakcija v stacionarnem režimu.

b) Diskontinuirni potek reakcije:

Šaržni (kotlovni, batch) reaktor:

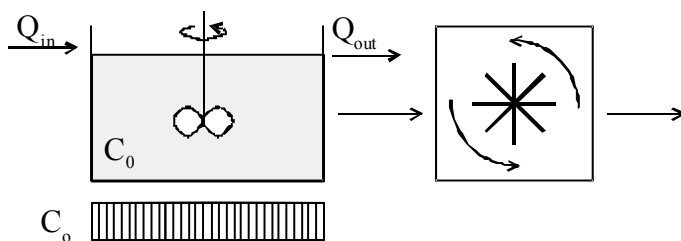


$$V \cdot r_i = -V \cdot \frac{dC}{dt}$$

$$r_i = -\frac{dC}{dt}$$

Reaktorje ločimo še po izoblikovanosti na:

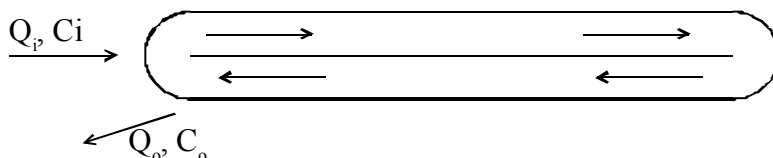
- popolnoma pomešane:



- cevne reaktorje (Plug Flow)



- Polcevni (semicevni) reaktorji



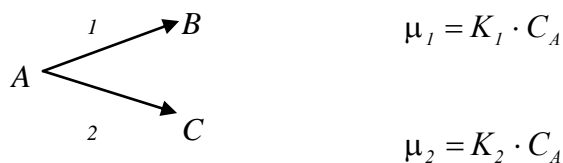
so kombinacija cevne in popolnoma premešanega reaktorja.

5.3 VRSTE REAKCIJ GLEDE NA NJIHOV MEDSEBOJNI POTEK

Po zakonitosti poteka reakcije ločimo:

- tekmujoče (competing) reakcije,
- sledeče si reakcije (consecutive),
- reakcije s pomočjo katalizatorjev.

Tekmujoče reakcije – šaržni (kotlovni, batch) reaktor:



$$K_T = K_{T_0} \cdot e^{\Theta(T_2 - T_1)}$$

$$\frac{dC_A}{dt} = -(\mu_1 + \mu_2) = -(K_1 + K_2) \cdot C_A$$

$$\frac{dC_B}{dt} = \mu_1 = K_1 \cdot C_A$$

$$\frac{dC_C}{dt} = \mu_2 = K_2 \cdot C_A$$

Z integracijo zgornjih enačb dobimo:

$$\frac{dC_A}{dt} = -(K_1 + K_2) \cdot C_A \Rightarrow \ln C_A \Big|_{C_{A_0}}^{C_{A_t}} = -(K_1 + K_2) \cdot t$$

$$C_A = C_{A_0} \cdot e^{-(K_1+K_2)t}$$

$$\frac{dC_B}{dt} = \mu_1 = K_1 \cdot C_{A_0} \cdot e^{-(K_1+K_2)t}$$

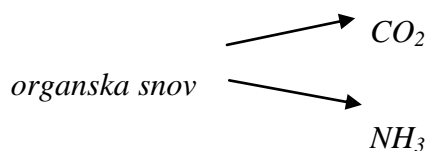
$$C_B = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \cdot C_{A_0} \cdot (1 - e^{-(K_1+K_2)t})$$

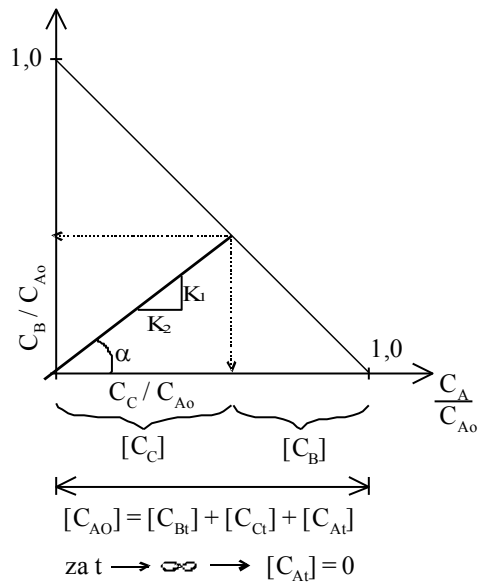
$$\frac{dC_C}{dt} = \mu_2 = K_2 \cdot C_{A_0} \cdot e^{-(K_1+K_2)t}$$

$$C_C = \frac{K_2}{K_1 + K_2} \cdot C_{A_0} \cdot (1 - e^{-(K_1+K_2)t})$$

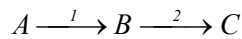
$$\frac{C_B / C_{A_0}}{C_C / C_{A_0}} = \frac{\frac{K_1}{K_1 + K_2}}{\frac{K_2}{K_1 + K_2}} = \frac{K_1}{K_2} = \operatorname{tg} \alpha$$

Primer: Aerobna oksidacija organske onesnaženosti rezultira v CO_2 , H_2O in NH_3





Sledeče si reakcije (consecutive) - šaržni reaktor:



Primer: potek oksidacije NH_3 :

$$\mu_1 = K_1 \cdot C_A = -r_1$$

$\text{NH}_3 - \text{NO}_2^- - \text{NO}_3^- - (\text{N}_2)$

$$\mu_2 = K_2 \cdot C_B = -r_2$$

nitifikacija - denitrifikacija

$$\frac{dC_A}{dt} = -\mu_1 = -K_1 \cdot C_A$$

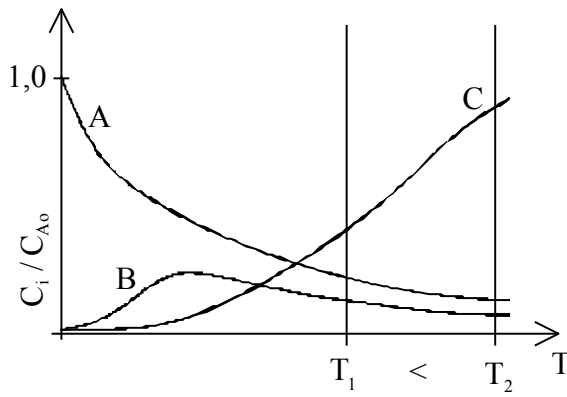
$$\frac{dC_B}{dt} = (\mu_1 - \mu_2) = K_1 \cdot C_A - K_2 \cdot C_B$$

$$\frac{dC_C}{dt} = \mu_2 = K_2 \cdot C_B$$

$$C_A = C_{A_0} \cdot e^{-K_1 \cdot t}$$

$$C_B = C_{A_0} \cdot \frac{K_1}{K_2 - K_1} \cdot [e^{-K_1 \cdot t} - e^{-K_2 \cdot t}]$$

$$C_C = C_{A_0} \cdot \left(1 + \frac{K_1}{K_2 - K_1}\right) \cdot [K_1 \cdot e^{-K_2 \cdot t} - K_2 \cdot e^{-K_1 \cdot t}]$$



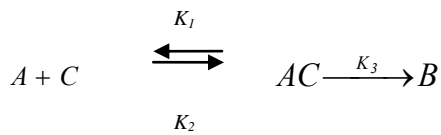
A - NH₃

B - NO₂⁻

C - NO₃⁻

Reakcije s pomočjo katalizatorjev:

Encimske reakcije:



Reakcija II. reda:

$$\frac{dC_A}{dt} = K_2 \cdot C_{AC} - K_1 \cdot C_C \cdot C_A = C_{AC} \cdot \left[K_2 - K_1 \cdot \frac{K_2 + K_3}{K_1} \right] = -K_3 \cdot C_{CA}$$

$$\frac{dC_{AC}}{dt} = K_1 \cdot C_A \cdot C_C - (K_2 + K_3) \cdot C_{AC}$$

Stacionarni režim poteka reakcije, če je: $\frac{dC_{AC}}{dt} = 0 \rightarrow$

$$\rightarrow C_A \cdot C_C = \frac{K_2 + K_3}{K_1} \cdot C_{AC}$$

$$\frac{dC_B}{dt} = K_3 \cdot C_{AC} = -\frac{dC_A}{dt}$$

Totalna koncentracija katalizatorja:

$$C_{Ct_0} = C_{Ct} + C_{AC} \longrightarrow C_{Ct} = C_{Ct_0} - C_{AC}$$

$$\frac{dC_{AC}}{dt} = K_1 \cdot (C_{Ct_0} - C_{AC}) \cdot C_A - (K_2 + K_3) \cdot C_{AC} = 0$$

$$\frac{(C_{Ct_0} - C_{AC}) \cdot C_A}{C_{AC}} = \frac{K_2 + K_3}{K_1} = K_S$$

$$C_{AC} = \frac{C_{Ct_0} \cdot C_A}{K_S + C_A}$$

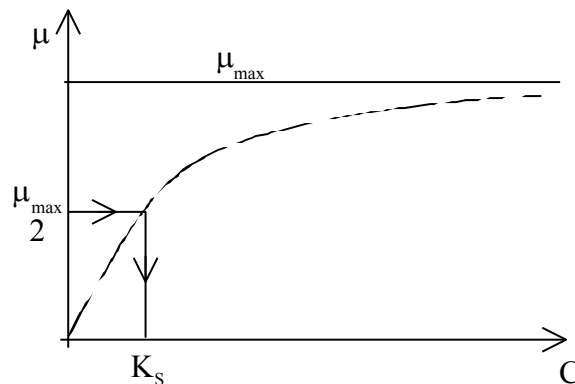
Hitrost reakcije je podana pri stacionarnem režimu:

$$-\frac{dC_A}{dt} = \frac{dC_B}{dt} = \frac{K_3 \cdot C_{Ct_0} \cdot C_A}{K_S + C_A} = K_3 \cdot C_{AC}$$

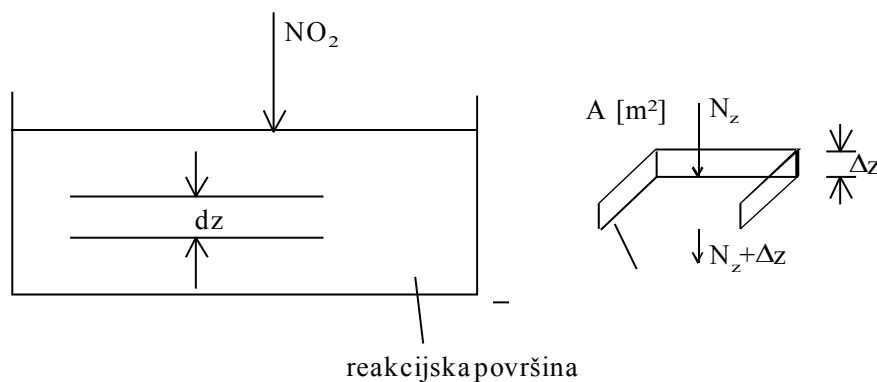
$$-\frac{dC}{dt} = \mu_{max} \cdot \frac{C_A}{K_S + C_A}$$

$$\mu_{max} = K_3 \cdot C_{Ct_0}$$

$$K_S = \frac{K_2 + K_3}{K_1}$$



Nehomogeni reaktor:



$$N \rightarrow \left[\frac{gO_2}{m^2 \cdot S} \right]$$

$$\Delta V = A \cdot \Delta z$$

$$A \cdot N_z + A \cdot \Delta z \cdot r = A \cdot N_{z+\Delta z} + A \cdot \Delta z \cdot \frac{\delta C}{\delta t}$$

$$r = 0$$

$$N_z - N_{z+\Delta z} = \Delta z \cdot \frac{\delta C}{\delta z}$$

$$-\frac{\delta N_z}{\delta z} = \frac{\delta C}{\delta t}$$

$$N_z = D \cdot \frac{\delta C}{\delta z} \quad D \left[\frac{m^2}{s} \right]$$

$$\frac{\delta N_z}{\delta z} = D \cdot \frac{\delta}{\delta z} \left(\frac{\delta C}{\delta z} \right)$$

$$-D \cdot \frac{\delta}{\delta z} \left(\frac{\delta C}{\delta z} \right) = \frac{\delta C}{\delta t} = 0 \quad \text{pri stacionarnem režimu}$$

Torej je $\frac{\delta C}{\delta z} = konst$

$$N_z = N_\delta \rightarrow N_\delta = K \cdot C_d = D \cdot \frac{\delta C}{\delta z}$$

$$\int_{C_0}^{C_\delta} \delta C = - \int_0^\delta \frac{K}{D} \cdot C_\delta \delta z \rightarrow C_0 - C_\delta = \frac{K}{D} \cdot C_\delta \cdot \delta$$

$$C_\delta = \frac{C_0}{1 + \frac{K}{D} \cdot \delta}$$

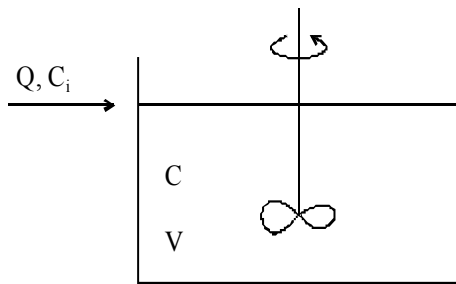
$$N_\delta = D \cdot \frac{\delta C}{\delta z} = -K \cdot \frac{C_0}{1 + \frac{K}{D} \cdot \delta}$$

$$\frac{\delta C}{\delta z} = -\frac{K}{D} \cdot \frac{C_0}{1 + \frac{K}{D} \cdot \delta} = konst$$

Tekmujoče in sledeče si reakcije v homogenem (popolnoma premešanem) reaktorju:

Kontinuirni reaktor

- nestacionarni režim:



$$r = -K \cdot C$$

$$\Theta = \frac{V}{Q}$$

Bilanca substrata:

$$Q \cdot C_i + V \cdot r = Q \cdot C + \frac{\delta C}{\delta z} \cdot V$$

$$C_i - K \cdot \Theta \cdot C = C + \frac{\delta D}{\delta t} \cdot \Theta$$

$$\int_{C_i}^C \frac{\delta C}{C_i C_i - C \cdot (1 + K \cdot \Theta)} = \int_0^t \frac{1}{\Theta} \cdot \delta t$$

- stacionarni režim:

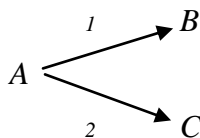
$$t \longrightarrow \infty \Rightarrow e^{-\frac{t}{\Theta}(K \cdot \Theta + 1)} \longrightarrow 0$$

$$C = \frac{C_i}{1 + K \cdot \Theta}$$

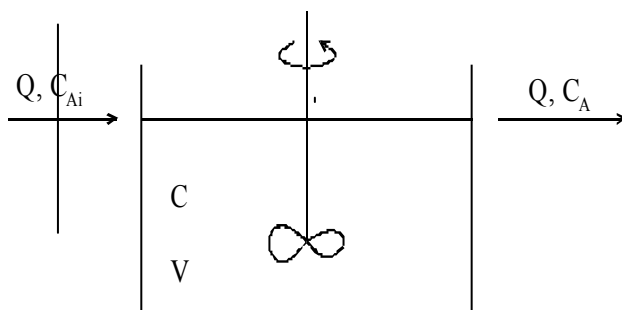
Diskontinuirni reaktor

$$C_t = C_0 \cdot e^{-K \cdot t}$$

Tekmujoče (competing) reakcije - stacionarni režim:



$$\frac{dC_A}{dt} = -(K_1 + K_2) \cdot C_A$$



$$\frac{dC_B}{dt} = K_1 \cdot C_A$$

$$\frac{dC_C}{dt} = K_2 \cdot C_A$$

Bilanca:

$$Q \cdot C_{Ai} - (K_1 + K_2) \cdot C_A \cdot V = Q \cdot C_A + V \cdot \frac{\delta C_A}{\delta t} \quad 0$$

$$C_{Ai} = C_A \cdot [1 + \Theta \cdot (K_1 + K_2)]$$

$$C_A = \frac{C_{Ai}}{1 + \Theta \cdot (K_1 + K_2)}$$

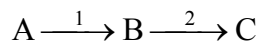
$$K_1 \cdot C_A \cdot V = Q \cdot C_B ; \quad C_B = \Theta \cdot K_1 \cdot C_A$$

$$C_B = \frac{\Theta \cdot K_1 \cdot C_{Ai}}{1 + \Theta \cdot (K_1 + K_2)}$$

$$K_2 \cdot C_A \cdot V = Q \cdot C_C ; \quad C_C = \Theta \cdot K_2 \cdot C_A$$

$$C_C = \frac{\Theta \cdot K_2 \cdot C_{Ai}}{1 + \Theta \cdot (K_1 + K_2)}$$

Konsekventne - sledeče si reakcije:



$$\frac{dC_A}{dt} = -K_1 \cdot C_A$$

$$\frac{dC_B}{dt} = K_1 \cdot C_A - K_2 \cdot C_B$$

$$\frac{dC_C}{dt} = K_2 \cdot C_B$$

Bilanca:

$$Q \cdot C_{Ai} - K_1 \cdot C_A \cdot V = Q \cdot C_A + V \cdot \frac{\delta C_A}{\delta t} \quad 0$$

$$C_A = \frac{C_{Ai}}{1 + \Theta \cdot K_1}$$

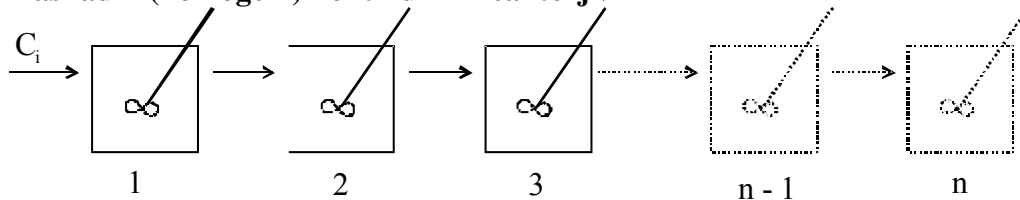
$$K_1 \cdot C_A \cdot V - K_2 \cdot C_B \cdot V = Q \cdot C_B$$

$$C_B = \frac{\Theta \cdot K_1 \cdot C_A}{1 + \Theta \cdot K_2} = \frac{\Theta \cdot K_1 \cdot C_{Ai}}{(1 + \Theta \cdot K_2) \cdot (1 + \Theta \cdot K_1)}$$

$$K_2 \cdot C_B \cdot V = Q \cdot C_C$$

$$C_C = \frac{\Theta^2 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot C_{Ai}}{(1 + \Theta \cdot K_2) \cdot (1 + \Theta \cdot K_1)}$$

Kaskadni (homogeni) kontinuirni reaktorji:



$$\left. \begin{array}{l} Q \cdot C_{n-1} + V \cdot r = Q \cdot C_n \\ r = -K \cdot C_n \end{array} \right\} C_n = \frac{C_{n-1}}{1 + K \cdot \Theta}$$

$$C_1 = \frac{C_i}{1 + K \cdot \Theta} ; \quad C_2 = \frac{C_1}{1 + K \cdot \Theta} ; \quad C_3 = \frac{C_2}{1 + K \cdot \Theta} ; \quad \text{itd.}$$

$$C_n = \frac{C_i}{(1 + K \cdot \Theta)^n}$$

Θ čas pretoka enega reakcijskega bazena

$T = n \cdot \Theta$ skupni čas

$$1 + \Theta \cdot K = \left(\frac{C_i}{C_n} \right)^{\frac{1}{n}} \longrightarrow \Theta = \frac{1}{K} \cdot \left[\left(\frac{C_i}{C_n} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]$$

$$T = n \cdot \Theta = \frac{n}{K} \cdot \left[\left(\frac{C_i}{C_n} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]$$

Skupna prostornina reaktorjev:

$$V_{skupni} = \sum_{i=1}^{i=n} V = T \cdot Q = \frac{n \cdot Q}{K} \cdot \left[\left(\frac{C_i}{C_n} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]$$

Vprašanja za ponovitev:



1. Kako ločimo reakcije glede na vrsto reaktorjev?
2. Kako ločimo reakcije glede zakonitosti o hitrosti poteka reakcij?
3. Kako ločimo reaktorje po izoblikovanosti?
4. Opišite tekmujoče si reakcije v kotlovnem (batch) reaktorju.
5. Opišite tekmujoče si reakcije v kontinuirnem reaktorju.

Povzetek

V poglavju so podane osnovne predstavitve kinetike biokemijskih reakcij, poenostavljena predstavitev reakcij, hitrost poteka reakcij, generalna hitrost poteka reakcije in Arrheniusova enačba. Predstavljena je ločitev reakcij glede na potek reakcije in vrsto reaktorja, ki je lahko diskontinuirni in kontinuirni. Glede zakonitosti o hitrosti poteka reakcij ločimo reakcije na reakcije 0., I. in II. reda.

V nadaljevanju je opisana kinetika biokemijskih reakcij glede na vrste reaktorjev, kjer ločimo reakcije po vrsti reaktorjev, in sicer na homogene in nehomogene. Reaktorje ločimo glede na potek reakcije na reaktorje s kontinuirnim potekom reakcije, kjer je lahko režim poteka reakcije stacionaren ali nestacionaren in reaktorje z diskontinuirnim potekom reakcije, katerega tipični predstavnik je šaržni (kotlovni, batch) reaktor. Reaktorje ločimo še po izoblikovanosti na popolnoma pomešane reaktorje, cevne reaktorje (Plug Flow) in polcevne (semicevne) reaktorje, ki so kombinacija cevne in popolnoma premešanega reaktorja.

Po zakonitosti poteka reakcije delimo na tekmujoče (competing) reakcije, sledeče si reakcije (consecutive) in reakcije s pomočjo katalizatorjev. V nadaljevanju poglavja so prikazani modeli posameznih reakcij.

6 KROŽENJE ENERGIJE IN SNOVI V NARAVI

Uvod

Snovi in plini v ekosistemu krožijo, energija se pretaka. Energija v obliki sončne energije prihaja na naš planet, se skladišči v snoveh in organizmih, ki nastopajo kot hrana drugim organizmom, s prehranjevanjem se ta pretaka med organizmi ter prehaja v okolje kot za organizem prejšnje stopnje odpadna snov in toplota. Pri tem nastanejo prehranjevalne in energijske verige.

6.1 POMEN PREHRANJEVALNIH IN ENERGIJSKIH VERIG ZA VARSTVO OKOLJA IN ZDRAVJA

Prehranjevalno verigo na splošno sestavljajo trije členi:

- proizvajalci,
- porabniki in
- razkrojevalci.

Med proizvajalce večinoma prištevamo rastline.

Porabniki so večinoma živalske vrste. Porabniki se delijo na

- herbivori (rastlinska hrana),
- karnivori (živalska hrana),
- omnivori (rastlinska in živalska hrana).

Razkrojevalci zaključijo krog, saj razkrajajo rastlinske in živalske vrste. Pri tem nastaja v tleh organska snov, ki jo v anorganski obliki porabijo rastline (proizvajalci).

V prehranjevalnih verigah kroži in se pretvarja iz ene oblike v drugo energija in različne snovi. Kroženje najvažnejših spojin (dušik, voda, ogljikov dioksid) je podrobneje opisano v nadaljevanju.

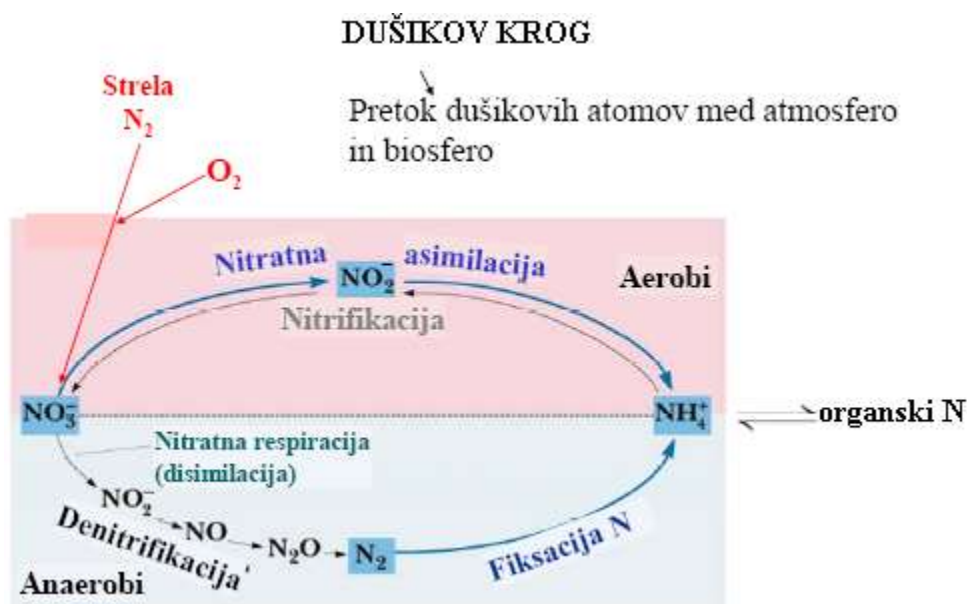
6.2 DUŠIKOV KROG

Glavni vir dušika v biosferi daje vezava atmosferskega dušika.

Dušik je v vodi v številnih oblikah:

- raztopljen dušik (N_2),
- v organskih spojinah (aminokislina, proteini),
- kot amonijev dušik (NH_4^+),
- kot nitritni dušik (NO_2^-),
- kot nitratni dušik (NO_3^-).

Fiksacijo dušika vodijo bakterije.



Vir: <http://web.bf.uni-lj.si/bi/biokemija/studenti/Teze/BIKEGO/12-metabolizem%20aminokislin.pdf>

Podrobneje je dušikov krog opisan na <http://web.bf.uni-lj.si/bi/biokemija/studenti/Teze/BIKEGO/12-metabolizem%20aminokislin.pdf>.

Osnovni opis dušikovega kroga si pogledajte na http://www.minet.si/gradivo/egradiva/gospodarjenje_z_odpadki/HTML/5_3_bioloska_predelava_odpadkov/shema_duikov_ciklus.html, kjer lahko tudi preverite svoja osnovna znanja.

6.2.1 Opis osnovnih pojmov in zakonodaje v zvezi s čiščenjem odpadnih voda

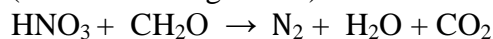
III. stopnjo čiščenja na splošno ljudje velikokrat zamenjujejo s pojmom kemijskega čiščenja vode v smislu I. stopnja – mehansko čiščenje, II. stopnja – biološko čiščenje in III. stopnja – kemijsko čiščenje. To je seveda vsaj delna pomota. Če gre pri I. stopnji za odstranitev mehanskih delcev in nečistoč, pri II. stopnji za odstranitev ogljikovih spojin, gre pri III. stopnji za odstranitev hranil, to je dušikovih in fosforjevih spojin. Način odstranjevanja pa je rezultat uporabe različnih vrst tehnologij.

III. stopnja čiščenja pa ne pomeni, da je čiščenje potrebno organizirati stopenjsko. Največkrat je taka organizacija čiščenja celo neuspešna, saj je za biološko odstranitev dušikovih in fosforjevih spojin potrebna relativno visoka koncentracija ogljikovih spojin, kar lahko ponazorimo z naslednjim prikazom masnega toka, ki se dogaja v procesu nitrifikacije in denitrifikacije:

nitrifikacija (avtotrofni organizmi):



denitrifikacija (heterotrofni organizmi):



III. stopnjo čiščenja povezujemo s pojmom eutrofikacije vodnih teles, ki jo včasih označujemo tudi kot cvetenje, bogatenje z nutrienti.

V zakonodaji je eutrofikacija definirana kot obogatitev vode s hranili, zlasti s spojinami dušika ali fosforja, ki povzročajo čezmerno rast alg in višjih oblik kolonij ter povzročajo motnje v ravnotežju rasti vodnih organizmov.

Tako imamo v zakonodaji določena občutljiva območja, ki so eksplicitno navedena v prilogi 4 Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 45/2007, glej http://www.uradni-list.si/files/RS_-2007-045-02451-OB~P004-0000.PDF), in območja, kjer je pričakovati evtrofikacijo po merilih, ki jih določa priloga 5 Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 45/2007 glej http://www.uradni-list.si/files/RS_-2007-045-02451-OB~P003-0000.PDF). Na obeh območjih bi bilo potrebno v skladu z zakonodajo uvesti III. stopnjo čiščenja, če gre za čiščenje odpadnih vod nad 10.000 PE (populacijskih ekvivalentov). Mejne vrednosti parametrov odpadnih vod so glede na njihovo zmogljivost čiščenja prikazane v naslednji tabeli.

Tabela 8: Mejne vrednosti za koncentracijo neraztopljenih snovi, amonijevega in celotnega dušika, KPK ter BPK₅

			Zmogljivost čistilne naprave, izražena v PE			
Parameter	Izražen kot	Enota				
			< 2000	>= 2000 < 10.000	>= 10.000 < 100.000	>= 100.000
Neraztopljene snovi	kol. snovi	mg/l	-	60	35	35
Amonijev dušik	N	mg/l	-	10**	10**	5**
Celotni dušik (N)	N	mg/l	-	25**	25**	20**
KPK	O ₂	mg/l	150	125	110	100
BPK ₅	O ₂	mg/l	30	25	20	20

* Celotni dušik je vsota dušika po Kjeldalhu (N_{organski} + N-NH₄ nitratnega dušika (N-NO₃) in nitritnega dušika (N-NO₂)).

** Mejna vrednost za amonijev in celotni dušik se uporablja pri temperaturi odpadne vode 12 °C in več na iztoku aeracijskega bazena.

Vir: Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 45/2007)

Mejna vrednost za amonijev dušik velja pri temperaturi odpadne vode 12°C in več na iztoku aeracijskega bazena.

Mejne vrednosti za celotni dušik, celotni fosfor ter za učinek čiščenja celotnega dušika in celotnega fosforja so določene v tabeli 2, če odpadne vode iz novih komunalnih čistilnih naprav ali komunalnih čistilnih naprav v rekonstrukciji iztekajo:

- v zajezone površinske vode, ki se skladno z določbami Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 45/2007) štejejo za vodotok,
- v ustja rek, ki se izlivajo v obalno morje, ali v obalno morje ali
- v druge površinske vode, kjer je mogoče ugotoviti ali pričakovati evtrofikacijo.

Tabela 9: Mejne vrednosti za koncentracijo amonijevega dušika ter za koncentracijo in učinek čiščenja celotnega dušika in celotnega fosforja

Parameter	Izražen kot	Enota	Zmogljivost čistilne naprave, izražena v PE			
			< 2000	>= 2000 < 10.000	>= 10.000 < 100.000	>= 100.000
Amonijev dušik	N	mg/l	-	10**	10**	5**
Celotni dušik *	N	mg/l	-	15**	15**	10**
Učinek čiščenja celotnega dušika		%	-	70	70	80
Celotni fosfor	P	mg/l	-	2	2	1
Učinek čiščenja celotnega fosforja		%	-	80	80	80

* Celotni dušik je vsota dušika po Kjeldalhu ($N_{\text{organski}} + N\text{-NH}_4$), nitratnega dušika ($N\text{-NO}_3$) in nitritnega dušika ($N\text{-NO}_2$).

** Mejna vrednost za amonijev in celotni dušik se uporablja pri temperaturi odpadne vode 12 °C in več na iztoku aeracijskega bazena.

Vir: Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 45/2007)

Celotni dušik je vsota dušika po Kjeldalhu ($N_{\text{organski}} + N\text{-NH}_4$), nitratnega dušika ($N\text{-NO}_3$) in nitritnega dušika ($N\text{-NO}_2$).

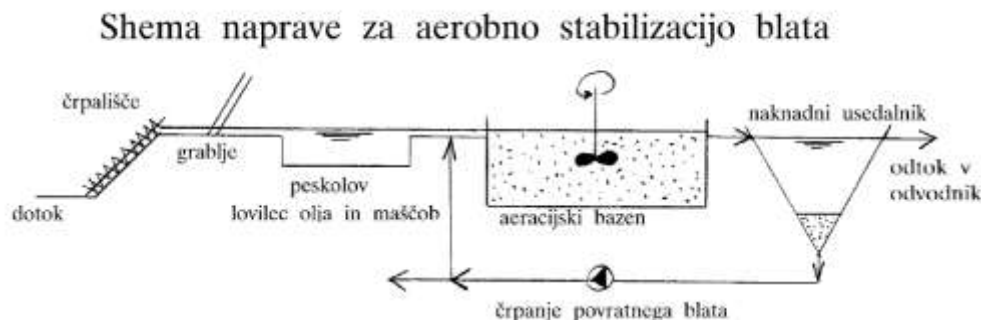
6.2.2 Pomen III. stopnje čiščenja za recipient

Fosfor in dušik sta najpogostejši sestavini odpadnih vod iz naselij in tudi iz mnogih industrij. Nekontrolirano se izpirata tudi iz intenzivno obdelovanih kmetijskih površin. Posebno za dušik velja, da je njegova poraba na naših poljih pretirana glede na potrebe kulturnih rastlin. Neuporabljeni nitrati se zato kaj kmalu znajdejo v vodnih ekosistemih, pridružijo pa se jim še tisti iz neočiščenih ali samo v čistilnih napravah s sekundarnim čiščenjem očiščenih odplak. Podobno velja za fosfor oz. njegovo anorgansko obliko ortofosfat.

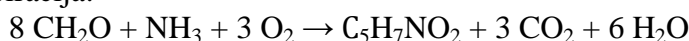
Vsak vodni sistem tolerira različne koncentracije, odvisno od tega, kakšne so njegove hidrološke in fizikalno-kemijske značilnosti, kakšna in kako heterotrofna je njegova življenjska združba, kako razvejana je njegova prehranjevalna mreža, kako hitro snovi krožijo in če obstaja na katerem trofičnem nivoju zastoj pretoka energije. O klasični eutrofikaciji ne moremo govoriti tudi, če so količine nutrientov zaradi vtoka očiščenih ali neočiščenih odpadnih vod prevelike, razmere pa se lahko bistveno spremenijo, če reko zajezimo in značilen tekoč ekosistem preide v jezerskega. V reki prikrit eutrofikacijski potencial se hitro izrazi v povečani rasti potamoplanktonskih in evplaktonskih alg. Nadaljnje reakcije in biološka dogajanja pa so podobna kot v stoječem ekosistemu. V Sloveniji načrtovane verige hidroelektrarn lahko bistveno spremenijo pomen prisotnih dušikovih in fosforjevih spojin v vodi.

6.2.3 Tokovi odstranjevanja onesnaženja

Shematski prikaz odstranjevanja onesnaženja pri aerobnem čiščenju odpadnih voda:



Eksogena respiracija:



substrat - onesnaženje

proizvedeno biološko blato

Endogena respiracija



Nitrifikacija (izvedejo jo avtotrofni organizmi):



Denitrifikacija (izvedejo jo heterotrofni organizmi):



Iz navedenega je razvidno, da v denitrifikacijskem procesu potrebujemo substrat, ki se ga v (laboratorijskih) procesih lahko naknadno dodaja (največkrat v obliki metanola ipd.), v svetu pa so se zaradi procesov uveljavile predvsem oblike čiščenja vod z upoštevanjem tretje stopnje čiščenja, ki izkoristijo močno prisotnost za denitrifikacijo prisotnega ogljikovega substrata v začetnem procesu čiščenja.

6.2.4 Biološko ozadje odstranjevanja onesnaženja s hranili

Čiščenje odpadnih vod bi bilo v vsakem primeru potrebno prilagoditi zahtevam narave in seveda tudi človeka po kakovosti vod, ki jih uporabljamo za izpuste uporabljenih vod. Čiščenje voda je popolno le takrat, kadar se v procese čiščenja vključujejo populacije bakterij v funkciji razgrajevalcev, alg in drugih vodnih rastlin v funkciji primernih producentov in živali v funkciji sekundarnih producentov. To dogajanje mora biti prisotno na celotnem toku in ves čas brez izrazitih nihanj zaradi antropogenih vplivov oz. vplivov človeka in njegovih dejavnosti. Metabolizem aerobnih bakterij v takih čistilnih napravah je omejen na biokemijsko razgradnjo organskih snovi iz odpadnih vod in takšno biološko čiščenje je v prvi vrsti razbremenitev odpadne vode raztopljenih in suspendiranih snovi. V kroženje se posredno vključujejo tudi prisotne manjše živali, kar pomeni, da je vključen pomemben del sekundarne produkcije.

Ves ali večji del anorganskih snovi, ki pritekajo na biološke čistilne naprave z odpadnimi vodami ali v procesih razgradnje nastajajo, pa v očiščeni vodi drugostopenjske čistilne naprave ostajajo, kar je povezano z odsotnostjo primarnih producentov v teh sistemih. Te

organske snovi, ki so potrebne kot hranila v fotosintetskem procesu, v vodnem okolju lahko sprožijo intenzivno primarno produkcijo, ki jo opišemo kot povečano evtrofnost sistema. Najizraziteje se le-ta izrazi v manjših stoječih vodnih telesih, v katere priteka biološko očiščena voda. Odstranitev raztopljenih organskih snovi iz odpadnih voda sicer zmanjša verjetnost anoksij v vodi in v sedimentih, zelo malo pa vpliva na zmanjšanje verjetnosti povečane produkcije alg in drugih vodnih rastlin.

Evtrofikacija ali bogatenje z nutrienti je začelo postajati problem v sredini 20. stoletja, pri čemer gre za t.i. umetno evtrofikacijo, povzročeno zaradi povečanega vnosa anorganskih hranil v vodna okolja zaradi dejavnosti človeka v porečju in pojezerju. Seveda pa ta pojav ni le posledica delovanja človeka. Vsaka stoječa voda je pod vplivom stanja tal v svojem okolju, ki vpliva na stopnjo primarne produkcije in s tem v daljšem času tudi na produkcijo hranil. Le-ta vpliva na celotno biocenozo (življenjsko združbo rastlin in živali) v vodi. Najpogosteje povečane vsebnosti hranil in s tem vpliv na evtrofikacijo vežemo na povečane koncentracije anorganskega dušika (predvsem nitratov) in ortofosforja, čeprav so pomembni tudi silicij, kalij (ki ga vsebujejo umetne gnojila), kalcij, železo in mangan. Zelo težko je natančno definirati, kateri od omenjenih elementov ali spojin je v danem ekosistemu odločilen za biološke spremembe. Danes vemo, da so še bolj kot posamezni nutrienti pomembna razmerja med njimi, npr. med dušikom in fosforjem (7:1). Pri tem razmerju sta oba elementa enako pomembna za razvoj evtrofikacije. Pri manjšem razmerju (npr. 5:1) je omejujoč nutrient dušik, pri večjem (npr. 10:1) pa je omejujoč nutrient za razvoj evtrofikacije fosfor.

Vsebnost hranilnih snovi v vodi in še posebno v usedlinah je med najpomembnejšimi dejavniki, ki določajo vrstno in številčno strukturo primarnih producentov v nekem jezeru ali reki v mirnejšem toku, tako fitoplanktonskih populacij, perifitona, epifitov in makrofitov, ter s tem posledično tudi koncentracijo raztopljenega kisika, ki se razlikuje v dnevnem in nočnem času, in vrstno strukturo živalskih združb. Ne gre torej le za koncentracijo v samem vodnem stolpcu, ampak tudi v usedlinah, pri čemer je bistveno oksido-redukcijsko stanje na površini sedimentov. Če je okolje anoksično, namreč prehaja ortofosfor, naložen v usedlinah, v vodo nad njimi. Če pa je tudi ob dnu zadosti kisika, je železo prisotno v feri obliki in kot kompleks preprečuje izmenjavo fosfatov. V evtrofnem sistemu povečana produkcija organske biomase v obliki fitoplanktonov zagotavlja veliko količino mrtve organske snovi, ki se razgradi v vodi in na usedlinah, porablja raztopljeni kisik in vodi v anoksije. Pomanjkanje fosforja se nadomešča iz usedlin in lahko rečemo, da evtrofikacija vzpodbuja samo sebe, in to toliko časa, dokler so spodnje jezerske plasti brez raztopljenega kisika. To drugače pomeni, da le preprečevanje vnosa hranilnih snovi, predvsem gre v tem primeru za fosfate, ne zagotavlja ozdravitve ekosistema, zmanjšanje evtrofnosti in povrnitev v prvotno stanje, ki je bilo manj produktivno. Šele popolna prezračenost globinskih vodnih plasti zagotavlja uspeh v borbi proti evtrofnosti.

Biološke spremembe, ki so posledica evtrofnosti, lahko delimo na:

- 1) neposredne spremembe kot rezultat povečanega vnosa hranilnih snovi, kot je povečana rast alg (predvsem fitoplanktona),
- 2) posredne spremembe, ki se odražajo predvsem kot posledica spremenjenih kisikovih razmer, kot npr. spremenjene ribje združbe.

Direkten vpliv hranilnih snovi se pokaže v povečani rasti. Vsaka vrsta alg potrebuje določeno minimalno koncentracijo hranilnih snovi, ki je zanjo limitirajoča. Povečevanje koncentracije ene vrste pa pogosto vodi v tekmovanje z drugo vrsto za iste dobrine in tako se pokažejo posredni biološki učinki evtrofikacije.

Hranilne snovi v vodah so potrebne tako za epifitske (pritrjene) alge kot za planktonske, vplivajo na njihovo maso in produktivnost, zato je ta različna v hranilno revnih – oligotrofnih sistemih v primerjavi s hranilno bogatimi – evtrofnimi sistemi. Na hranilne snovi v vodah pa vplivajo tudi sezonske spremembe. Značilnost evtrofnih sistemov je dominantnost bodisi diatomej, cianobakterij ali enoceličnih zelenih alg. Spremembe v produktivnosti se izrazijo tudi pri submerznih makrofitih, posebno v vodah na karbonatnih podlagah. Ne gre za

povečevanje biomase, ampak v prvi vrsti za admiranje, kar je rezultat tekmovalnosti za svetlobo med makrofiti in epifitsko in fitoplanktonsko združbo. Odmiranje litoralne (obrežne) makrofitske združbe v jezerih zaradi povečane evtrofnosti pa je dodatni negativni učinek, saj je potem celotni jezerski ekosistem znatno bolj ranljiv za vplive iz okolja, ker ima obalna makrofitska vegetacija puferski pomen (izničevanje vplivov konic obremenitev zaradi zaloge organizmov, ki sodelujejo v odstranjevanju nutrientov) za celoten ekosistem.

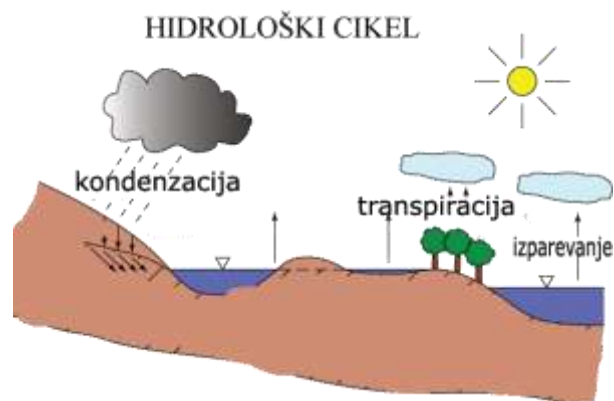
Posledica vnosa nutrientov in posledično povečane primarne produkcije je znatno spremenjen kisikov režim. Velika biomasa alg podnevi intenzivno fotosintetizira, vpliva na biogeni vnos kisika in povzroča hipersaturacijo vode s kisikom. Ta na prvi pogled pozitivni efekt se ponoči znatno spremeni, saj produkcijo kisika zamenja poraba. Dihajo namreč tako alge kot živali. Rezultat so jutranji deficiti kisika, ki povzročajo pogine rib in bentičnih živali tako v litoralu (v plitvinah oz. priobalju) kot v profundalu (v globinah). Ponavljajoči deficiti kisika vodijo končno do uničenja alg samih, njihov razpad oz. kemično razgradnjo in veliko potrebo po kisiku za ta aerobni metabolni proces. Bolj ko je vodno telo plitvo, hitreje so te spremembe in hitreje se pojavijo anoksije, najprej v usedlinah in pozneje tudi v vodi nad njimi. Evtrofen sistem se sprevrže v hiperevtrofnega in končno v takšnega, kjer ima pomemben delež anaerobni metabolizem organskih snovi, katerega produkti pa so dobro poznane toksične snovi, kot so npr. H_2S , amonij, reaktiven metan, ki še dodatno uničijo preostale življenjske združbe.

Vprašanja za ponovitev:



1. Opišite dušikov krog.
2. V kakšnih oblikah se nahaja dušik v vodi? Po kateri poti pride največ dušika v vodo?
3. Opišite osnovne pojme in zakonodajo v zvezi s čiščenjem odpadnih voda – III. stopnja – odstranitev hranil.
4. Opišite proces nitrifikacije in proces denitrifikacije.
5. Kakšen je pomen III. stopnje čiščenja za recipient?
6. Opišite tokove odstranjevanja onesnaženja.
7. Opišite potek eksogene respiracije.
8. Opišite potek endogene respiracije.
9. Opišite potek eksogene respiracije in endogene respiracije pri postopkih, ki se odvijajo pri čiščenju vode.
10. Opišite biološko ozadje odstranjevanja onesnaženja s hranili.

6.3 KROŽENJE VODE V NARAVI



Vir:

http://www.minet.si/gradivo/egradiva/gospodarjenje_z_odpadki/HTML/5_3_bioloska_predelava_odpadkov/shema_kroenje_vode_v_naravi.html

Shema prikazuje vse faze kroženja vode v naravi. Energija prihaja od Sonca.

Vodna para pride v zrak z izhlapevanjem z vodnih površin, vlažnih tal ali tudi s površine živih organizmov. Vodna para je lažja od zraka in se dviga v višine. V višinah se vodna para zgosti v meglicah, oblakih in naposled v kapljicah, ki kot padavine padejo nazaj na tla. Na tleh se voda zadržuje in zbira. Ena tretjina jo izhlapi, dve tretjini pa je po površju ali pod zemljo odteče v podtalnico, potoke in reke ter se vrne v morje. Tako voda v naravi stalno kroži.

Kroženje vode povzroča energija Sonca, ki vodo segreva, da izhlapi in se zbira v ozračju, ter privlačna sila Zemlje, ki ji rečemo zemeljska težnost, zaradi katere se voda vrača v obliki padavin na zemeljsko površino.

Osnovne pojme v zvezi s kroženjem vode v naravi si lahko pogledate tudi na <http://www.ofp.kr.edus.si/iearn/voda/krozenje.htm>, kjer lahko tudi preverite svoja osnovna znanja in nekatere druge zanimivosti.

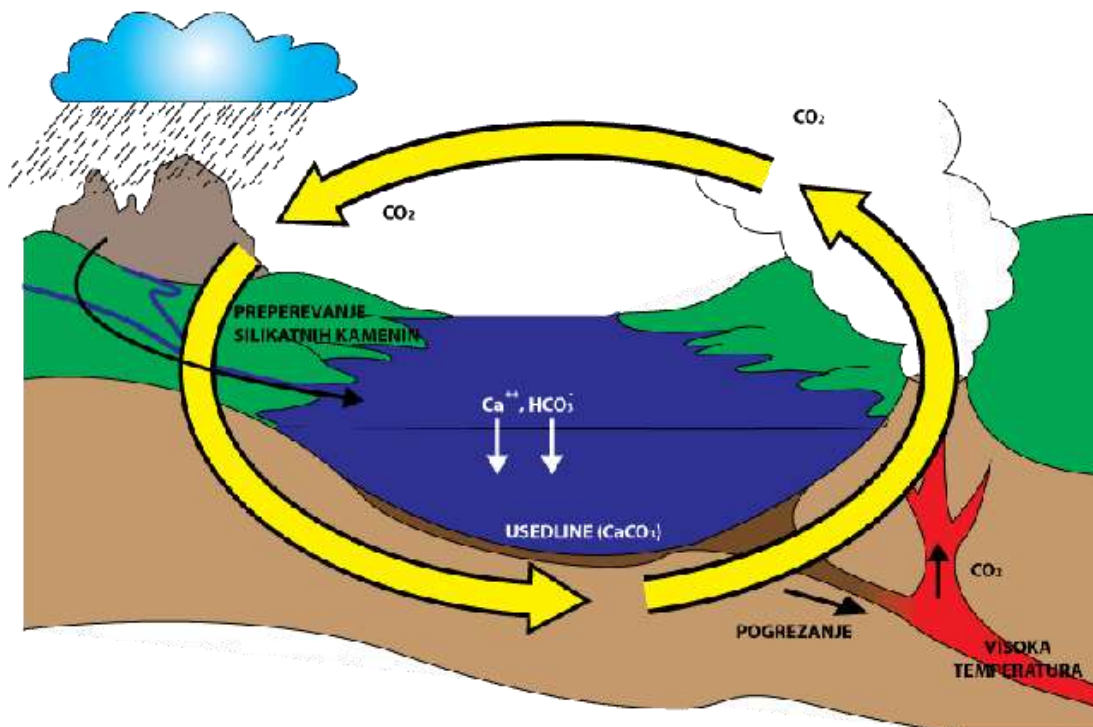


Vprašanja za ponovitev:

1. Opišite kroženje vode v naravi.

6.4 KROG OGLJIKOVEGA DIOKSIDA (CO₂)

Ogljikov dioksid v naravi stalno kroži. Na shemi je prikazano kroženje brez vezanja ogljikovega dioksida s pomočjo fotosinteze.



Vir:

http://www.minet.si/gradivo/egradiva/gospodarjenje_z_odpadki/HTML/5_3_bioloska_predelava_odpadkov/shema_ciklus_ogljikovega_dioksida.html

FOTOSINTEZA

Potek:

ogljikov dioksid + voda (+ENERGIJA) → sladkor + kisik - energija se porablja

DIHANJE

Potek:

sladkor + kisik → ogljikov dioksid + voda (+ENERGIJA) - energija se sprošča

Tabela 11: Primerjava fotosinteze in dihanja

	FOTOSINTEZA	DIHANJE
KJE in KDAJ POTEKA	v zelenih delih rastline, podnevi	v vsaki celici, ves čas
HRANA	nastaja	se porablja
KISIK	se sprošča	se porablja
OGLJIKOV DIOKSID	se porablja	se sprošča
ENERGIJA	se porablja	se sprošča



Vprašanja za ponovitev:

- Opišite kroženje ogljikovega dioksida CO₂ v naravi.

Povzetek

V poglavju je opisano kroženje energije in snovi v naravi. Snovi in plini v ekosistemu krožijo, energija se pretaka. Energija v obliki sončne energije prihaja na naš planet, se skladišči v snoveh in organizmih, ki nastopajo kot hrana drugim organizmom, s prehranjevanjem se energija pretaka med organizmi ter prehaja v okolje kot za organizem prejšnje stopnje odpadna snov in toplota. Pri tem nastanejo prehranjevalne in energijske verige.

Prehranjevalno verigo na splošno sestavljajo proizvajalci, porabniki in razkrojevalci. V prehranjevalnih verigah kroži in se pretvarja iz ene oblike v drugo energija in različne snovi. V poglavju je podrobneje opisano kroženje najvažnejših spojin (dušik, voda, ogljikov dioksid), pri tem pa poudarjena vloga dušika in pomen uvedbe III. stopnje čiščenja odpadnih voda za vodno okolje. Poudarjeni so osnovni pojmi v zvezi z uvedbo te stopnje čiščenja, opisani procesi čiščenja, opisan pomen in umeščeno odstranjevanje dušika v dušikov krog kroženja snovi.

V nadaljevanju se bomo posvetili procesom pri razgradnji biorazgradljivih odpadkov. Sodobni načini ravnanja z odpadki se morajo ravno tako pravilno in čim manj moteče vključevati v naravne tokove kroženja energije in snovi.

7 PROCESI PRI RAZGRADNJI BIORAZGRADLJIVIH ODPADKOV

Uvod

Danes se na vsakem koraku srečujemo z odpadki. Z razvojem potrošniške družbe in kasneje zavedanjem problematike okolja pa postaja ravnanje z odpadki eno od temeljnih ravnanj za dolgoročno uspešno delovanje gospodarskih družb.

Zahteve okolja so čedalje večje, nezainteresirano prepuščanje skrbi za odpadke drugim pa čedalje dražje.

Posebno pozornost posvečamo obdelavi biorazgradljivih odpadkov. Po veljavni zakonodaji je v smislu inertizacije odpadkov pred njihovim odlaganjem potrebno predvsem:

- 1) zmanjšanje kurilne vrednosti snovi pred odlaganjem (na vrednost pod 6 MJ/kg) in
- 2) zmanjšanje TOC (totalni organski ogljik) na vrednost pod 5 mg/kg.

Prvi cilj lahko dosegamo z izkoriščanjem dela snovi za predelavo v sekundarna goriva, za drugega pa se največkrat poslužujemo postopkov kontrolirane biološke razgradnje.

V državah EU se oba cilja velikokrat dosega s sežigom odpadkov. Nova Okvirna direktiva o odpadkih omejuje sežiganje in daje prednost sosežigu odpadkov in tako predstavlja tudi primer uvajanja strateške usmeritve ohranjanja trajnostnega razvoja v zakonodajo. Pri tem določa razliko med sosežigom in sežigom odpadkov oz. razliko med R1 postopkom predelave (priloga 5 Uredbe o ravnanju z odpadki, Ur.l. RS, št. 34/2008, dostopno na http://www.uradni-list.si/files/RS_-2008-034-01358-OB~P005-0000.PDF) in D10 postopkom odstranjevanja (priloga 6 Uredbe o ravnanju z odpadki, Ur.l. RS, št. 34/2008, dostopno na http://www.uradni-list.si/files/RS_-2008-034-01358-OB~P006-0000.PDF). Bistvena razlika je v predpisanem energijskem izkoristku, ki mora biti pri postopku R1 dosežen v vrednosti, kot jo prikazuje naslednja formula:

$$\eta = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 \times (E_w + E_f)} \geq 0,65$$

pri čemer so:

E_p – letna proizvodnja toplote in elektrike (2,6 pretvorni faktor za elektriko),

E_f – letni delež dodatnega goriva za proizvodnjo pare,

E_w – letna energija obdelanih odpadkov,

E_i – dodatna energija goriva.

Zaradi tega se v zadnjih letih na tem področju v EU in v svetu nasploh dogaja zelo intenziven razvoj novih tehnologij. Opažamo tehnologije za predelavo odpadkov v trdna, tekoča in plinasta goriva, proizvodnjo goriv tretje generacije ipd. Poteka intenziven razvoj novih generacij postopkov predelave, kot so katalitična depolimerizacija pri proizvodnji tekočih goriv, uplinjanja odpadkov z različnimi postopki in energetske ter snovno izkoriščanje tako pridobljenih plinov, razgradnje odpadkov na plazmi in pridobivanje surovin za energetske in snovno izkoriščanje ter drugo. V nadaljevanju so prikazani postopki biološke razgradnje.

Vprašanja za ponovitev:



1. Kateri so cilji obdelave biorazgradljivih odpadkov?
2. Kateri so cilji obdelave ostanka mešanih komunalnih odpadkov?
3. Opišite razliko med R1 postopkom predelave in D10 postopkom odstranjevanja.
4. Naštejte, za katere postopke predelave odpadkov, primernih za obdelavo ostanka mešanih komunalnih odpadkov, ste poleg naštetih še slišali, in jih opišite.
5. Za katere tehnologije predelave odpadkov ste največkrat slišali?

7.1 BIOLOŠKA RAZGRADNJA

7.1.1 Aerobna razgradnja

Aerobna razgradnja predstavlja razgradnjo materialov, ki vsebujejo organske snovi, v prisotnosti zraka (kisika). Je naraven proces, ki ga pospešimo z nastavljanjem optimalnih pogojev za razkroj odpadkov. Odpadki se v procesu sortirajo, premešajo in zdrobijo, da se odstrani anorganske snovi. V prebranih organskih odpadkih se potem nastavi optimalno vlažnost in temperaturo, da lahko mikroorganizmi pričnejo naravno razgradnjo organskega dela.

Biostabilizacija predstavlja razgradnjo materialov, ki vsebujejo organske snovi, v prisotnosti zraka (kisika). Izvede se prva faza kompostiranja, nakar se kompost stabilizira z dvigom temperature komposta na 100°C. Po sanitizaciji pod visoko temperaturo se kompost naalkali, da se prepreči nadaljnjo razgradnjo. Kompost ne ustreza pogoju za odlaganje (TOC > 5 %), čeprav ni podvržen nadaljnjemu gnitju.

7.1.2 Anaerobna razgradnja

Mikrobiologija

Metabolizem mikroorganizmov, ki jih najdemo v naravnem življenjskem okolju, ob pomanjkanju kisika sproži zaporedje kemijskih reakcij, skozi katere organska snov razpade. Proces s skupnim imenom imenujemo anaerobna razgradnja (AD – anaerobna digestija). Anaerobni razgradnji sicer z različno stopnjo razgradnje podlegajo vse ogljik vsebujoče snovi, upoštevajoč hrano, papir, aktivna blata, fekalije, zeleni odrez in trdne odpadke. Organska frakcija komunalnih trdnih odpadkov je na primer kompleksen substrat, ki podlega zapletenim metabolitičnim reakcijam, da dokončno razpade.

S tehnološkega stališča je anaerobna razgradnja relativno enostaven proces. Ker v procesu nastopajo v naravi navzoči mikroorganizmi, ni potrebna nikakršna sterilizacija. Dodatne separacije niso potrebne, ker se bioplina izloča iz vodne faze in se v vodni fazi ne nabira v koncentracijah, ki bi lahko inhibirale proces. Je pa proces z biokemijskega stališča zelo kompleksen.

Proces razgradnje na biokemijski stopnji lahko razdelimo na štiri stopnje, in sicer na:

1. hidrolizo, kjer kompleksne molekule razpadejo na pripadajoče monomerne molekule,
2. acidogenezo, skozi katero se tvorijo kisline,
3. acetogenezo, kjer se tvorijo acetati,
4. metanogenezo, stopnjo, kjer se iz acetata ali vodika tvori metan.

Razgradnja ni dokončna, dokler substrat ne preide skozi vse štiri stopnje razgradnje. V vsaki stopnji na substrat deluje izbrana populacija bakterij, ki deluje pod drugačnimi fizikalno-kemijskimi pogoji.

Hidroliza

V prvi stopnji se kompleksne organske snovi razgradijo na njihove gradnike skozi proces, poimenovan hidroliza. Produkt procesa so topni monomeri. Proteini hidrolizirajo do aminokislin; maščobe do maščobnih kislin, glicerola, tri-, di- in monogliceridov; sestavljeni karbohidrati, kot so polisaharidi, lignoceluloza, celuloza, škrob in vlakna do enostavnih sladkorjev, kot je npr. glukoza. Hidrolitične ali fermentacijske bakterije so odgovorne za nastanek monomerov, ki služijo kot hrana za naslednjo vrsto bakterij, ki izločajo encime. Če je začetni substrat kompleksen, hidroliza poteka relativno počasi. Še posebej to velja za materiale, ki vsebujejo lignocelulozne materiale. Zaradi tega zeleni odrez in lesni odpadki

niso idealen substrat za AD procese. Po drugi strani karbohidrati hitro hidrolizirajo v enostavne sladkorje in istočasno fermentirajo v maščobne kisline.

Acidogeneza

Hidrolizi takoj sledi stopnja tvorbe organskih kislin, imenovana acidogeneza. V tem procesu acidogenske bakterije pretvorijo produkte hidrolize v enostavne organske spojine. Večinoma so to molekule s kratkimi verigami, npr. hlapne organske kisline (propionska, mravljinčna, mlečna kislina ipd.), ketone (acetone) in alkohole (metanol, etanol, glicerol). Specifične koncentracije produktov, ki se tvorijo, so odvisne od tipa bakterij kot tudi od pogojev, v katerih te bakterije delujejo (temperatura in pH).

Acetogeneza

Naslednja stopnja je acetogeneza, ki se jo večkrat vključuje v acidogenezo. BPK in KPK se običajno zmanjšujejo ravno skozi sistem metabolitičnih reakcij, ki potekajo v tej stopnji. Acetogeneza poteka preko fermentacije karbohidratov do acetatov, ki je glavni produkt, in ostalih metabolitičnih procesov. Rezultat ostalih reakcij je pojav CO₂ in H₂. Nastanek vodika kot intermediata je kritičnega pomena pri AD reakcijah. Maščobne kisline z dolgimi verigami, ki nastanejo po hidrolizi fosfolipidov, se oksidirajo do propionata in vodika v plinskem stanju. V standardnih pogojih bo prisotnost vodika v raztopini zavirala oksidacijo. Ta reakcija se pojavi samo v primeru, da je parcialni tlak vodika dovolj nizek, da se termodinamična konverzija lahko sproži. Prisotnost vodika čisti bakterije, ki predelujejo vodik, kar manjša parcialni tlak vodika, ki je nujno potreben, da se zagotovi termodinamične pogoje za reakcijo in posledično tudi konverzijo vseh organskih kislin. Parcialni tlak vodika, ki je posledica koncentracije vodika, nam tako služi kot indikator delovanja/stanja digestorja.

V splošnem velja, da je pri reakcijah, kjer nastaja H₂, potrebno zagotoviti, da se parcialni tlak vodika manjša, da reakcije potekajo nemoteno.

Prehod substrata iz organski polimernih snovi v organske kisline v stopnji tvorbe kislin povzroči nižanje pH vrednosti celotnega sistema. To ustvarja ugodne pogoje za delovanje acidogenskih in acetogenskih bakterij, katerim ustreza rahlo kislo okolje s pH območjem od 4,5 do 5,3. V kislem okolju so te bakterije manj občutljive na spremembe substrata zaradi variiranja v kvaliteti hranil, je pa kislo okolje problematično za bakterije, ki delujejo v metanogenski stopnji.

Metanogeneza

Metanogenske anaerobne bakterije pričnejo s svojim delovanjem v tretji stopnji, imenovani metanogeneza ali metanska fermentacija. Metanogenske bakterije so zelo občutljive bakterije, ki jih najdemo v naravnem okolju v globokih usedlinah ali vampu prežvekovalcev. Populacija teh bakterij konvertira topne snovi do metana, približno 2/3 substrata pridobivajo iz acetatne konverzije, ostali substrati pa predstavljajo alkohol (metanol), 1/3 substrata pa predstavlja reakcija redukcije ogljikovega dioksida z vodikom.

Metanogeni so zelo občutljivi na spremembo okolja in bolje delujejo v rahlo alkalnih pogojih. Če pH okolja pade pod 6, bakterije ne preživijo. Metanogeneza je stopnja, ki kontrolira hitrost celotnega procesa, ker je metanogeneza precej počasnejša reakcija kot acidogeneza.

Četudi AD pretvorba poteka v štirih stopnjah, se procesi v vseh štirih stopnjah odvijajo istočasno in delujejo v sinergiji. Zaradi stopenjske konverzije je mogoče razviti veliko število tehnoloških rešitev za hitro predelavo organske frakcije v mešanih komunalnih odpadkih in drugih tipov biološko razgradljivih odpadkov »znotraj reaktorja«. Vsaka rešitev pa nosi s seboj svoje prednosti in slabosti.



Vprašanja za ponovitev:

1. Opišite potek aerobne razgradnje biorazgradljivih odpadkov.
2. Opišite potek anaerobne razgradnje biorazgradljivih odpadkov.
3. Opišite potek reakcij pri anaerobni razgradnji biorazgradljivih odpadkov.
4. Razmislite, po katerih postopkih in na kakšen način bi še lahko razgradili biorazgradljive odpadke.

Povzetek

Danes se na vsakem koraku srečujemo z odpadki. Zahteve okolja so čedalje večje, nezainteresirano prepuščanje skrbi za odpadke drugim pa čedalje dražje.

Posebno pozornost posvečamo obdelavi biorazgradljivih odpadkov. Po veljavni zakonodaji je v smislu inertizacije odpadkov pred njihovim odlaganjem potrebno doseči zmanjšanje kurilne vrednosti snovi pred odlaganjem na vrednost pod 6 MJ/kg in zmanjšanje totalnega organskega ogljika (TOC) na vrednost pod 5 mg/kg. Anaerobna obdelava je namenjena cilju zmanjšanja totalnega organskega ogljika (TOC).

V EU se cilja danes dosežata v veliki meri s postopki sežiga in sosežiga. Prvi cilj lahko dosežemo z izkoriščanjem dela snovi za predelavo v sekundarna goriva in kasnejšim sosežigom, za drugega pa so se v zadnjem času največkrat posluževali postopkov kontrolirane biološke razgradnje, ki so v poglavju podrobneje prikazani.

Nova Okvirna direktiva o odpadkih omejuje sežiganje in daje prednost sosežigu odpadkov in tako predstavlja tudi primer uvajanja strateške usmeritve ohranjanja trajnostnega razvoja v zakonodajo. Pri tem določa razliko med sosežigom in sežigom odpadkov oz. razliko med R1 postopkom predelave in D10 postopkom odstranjevanja. Bistvena razlika je v predpisanem energijskem izkoristku.

Zaradi tega se v zadnjih letih na tem področju v EU in v svetu nasploh dogaja zelo intenzivni razvoj novih tehnologij. Opažamo tehnologije za predelavo odpadkov v trdna, tekoča in plinasta goriva, proizvodnjo goriv tretje generacije ipd. Poteka intenziven razvoj novih generacij postopkov predelave, kot so katalitična depolimerizacija pri proizvodnji tekočih goriv, uplinjanja odpadkov z različnimi postopki in energetsko ter snovno izkoriščanje tako pridobljenih plinov, razgradnje odpadkov na plazmi in pridobivanje surovin za energetsko in snovno izkoriščanje ter drugo.

8 NAČELA IN CILJI TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

Uvod

Danes je termin *trajnostni razvoj* najbrž v politiki in v gospodarstvu eden od najbolj ponavljajočih se pojmov. Je sestavni del tako globalnih, državnih kot lokalnih politik. Postal je tudi temeljni pojem okoljevarstvenih organizacij in drugih organizacij civilnih družb. Človekova dejavnost v preteklosti je pripeljala do tega, da si ne moremo več zatiskati oči pred posledicami in procesi v okolju, ki jih je prinesla človekova dejavnost v preteklosti do danes, za obstoj bodočih generacij prebivalstva Zemlje.

V zadnjem času se je pokazalo, da je okolje zaradi dejavnosti človeka resno ogroženo, zato se pozornost čedalje večjega deleža ljudi usmerja k problemom varovanja okolja. To je pravzaprav logična posledica čedalje večjega obsega razpoložljivih podatkov o degradaciji okolja, bodisi da gre za vse večje onesnaževanje zraka in segrevanje ozračja ali onesnaževanje voda in tal ter izumiranje rastlinskih in živalskih vrst. Vse resneje postaja zavedanje o neobnovljivosti in omejeni količini večine naravnih surovinskih virov.

V svetu se v zadnjem času izvajajo ali načrtujejo temeljite spremembe, da bi zagotovili dolgoročno ohranitev globalnega okolja in s tem preživetje človeštva, kajti nadaljnega razvoja ne bomo mogli graditi na istih tehnoloških in ekonomskih vzorcih, kot so bili pretekli. Za dolgoročno preživetje in napredek človeške vrste je torej potrebno spremeniti vzorec organizacije materialnega življenja, ki bo trajno v okviru nosilnosti okolja in bo hkrati zagotavljal vsem prebivalcem primerno blagostanje ter socialno varnost. Ekološka (okoljska) naravnost razvoja je ključna novost nastajajoče paradigme, bolj naklonjene človeku, okolju in drugim vrstam.

8.1 POJEM NAČELA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

Pojem načela trajnostnega razvoja (ang. sustainable development) je bil prvič definiran l. 1987 s strani Svetovne komisije za okolje in razvoj (ang. World commission for environment and development – WCED). (Več tudi na <http://www.pf.uni-mb.si/files/knez/2005-pojem%20trajnostnega%20razvoja.doc>.)

Trajnostni razvoj pomeni zadovoljiti trenutne potrebe, ne da bi pri tem ogrožali zadovoljevanje potreb prihodnjih generacij.

8.2 CILJI TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

Načelo trajnostnega razvoja je sestavljeno iz dveh delov oziroma glavnih ciljev:

- 1) čim večji materialni razvoj vseh ljudi na svetu (delitev razviti - nerazviti),
- 2) ohranitev naravnega ravnovesja.

Za trajnostni razvoj bi lahko rekli, da ga podpirajo trije stebri: SOCIALNI, OKOLJSKI in GOSPODARSKI.

- 1) SOCIALNI: doseči enakost med ljudmi glede zadovoljevanja osnovnih življenjskih potreb, dostopa do zdravstva, primernega življenjskega okolja, hrane, čiste vode ...;
- 2) OKOLJSKI: objekt je naš planet; razpolagamo z omejeno količino naravnih virov; zaščititi moramo okolje in ga ohraniti za nadaljnje generacije;
- 3) GOSPODARSKI - ekonomija oziroma gospodarska rast: standard v smislu izboljševanja zdravstvene oskrbe, infrastrukture, izobrazbe; do tega lahko pridemo samo z večjim

dobičkom oziroma konstantno gospodarsko rastjo, in to ne samo v zahodnem svetu; ekonomija, usmerjena v trajnostni razvoj, je konkurenčna tudi na svetovnem trgu.

Več o tematiki v zvezi z ohranjanjem trajnostnega razvoja si preberite na <http://www.pf.uni-lj.si/media/plicanic.pravni.vidiki.nacela.trajnostnega.razvoja.doc>.

8.3 STRATEGIJE ZA DOSEGANJE CILJEV TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

Trajnostni razvoj je osnova globalne politike razvitega in delno tudi že nerazvitega sveta. V ta namen so najvišji politični organi sprejeli določene sklepe o njegovem uresničevanju in jih izdali v obliki deklaracij, strateških dokumentov, vsebine pa so vključene v zakonske predpise na vseh ravneh.

8.3.1 Evropska unija

Prenovljena strategija trajnostnega razvoja za Evropsko unijo, ki je bila sprejeta v letu 2006, je objavljena na http://ec.europa.eu/sustainable/docs/renewed_eu_sds_sl.pdf, iz katere je razvidno razumevanje trajnostnega razvoja: »Trajnostni razvoj pomeni, da je treba zadovoljiti potrebe sedanje generacije, ne da bi se tako zmanjšala sposobnost prihodnjih generacij, da zadovoljijo svoje potrebe. To je vseobsegajoč cilj Evropske unije, določen v Pogodbi o evropski uniji (Uradni list EU C115/3 z dne 9.5.2008 - 2. točka 21. člena), ki ureja vse politike in dejavnosti Unije. Njegov smoter je ohraniti zmožnost Zemlje, da omogoča življenje v vsej njegovi raznolikosti, zasnovan pa je na načelih demokracije, enakosti spolov, solidarnosti, pravne države in spoštovanja temeljnih pravic, vključno s svoboščinami in enakimi možnostmi za vse. Njegov namen je zagotavljati stalno izboljševanje življenjskih pogojev in blaginje na Zemlji za sedanje in prihodnje generacije. V ta namen spodbuja dinamično gospodarstvo, polno zaposlenost in visoko raven izobrazbe, zdravstvenega varstva, socialne in ozemeljske kohezije ter varstva okolja v mirnem in varnem svetu, kjer bo spoštovana kulturna raznolikost.«

Evropski svet v Göteborgu (2001) je sprejel prvo strategijo EU za trajnostni razvoj. Zunanjo razsežnost ji je leta 2002 ob upoštevanju Svetovnega vrha o trajnostnem razvoju v Johannesburgu (2002) dodal Evropski svet v Barceloni. Vendar pa netrajnostni trendi, ki zadevajo podnebne spremembe in porabo energije, grožnje javnemu zdravju, revščino in socialno izključenost, demografske pritiske in staranje, upravljanje z naravnimi viri, upad biotske raznovrstnosti, rabo zemlje in promet, še vedno obstajajo in pojavljajo se novi izzivi.

Ker ti negativni trendi ustvarjajo občutek, da je treba nujno ukrepati, so potrebni kratkoročni ukrepi, vendar pa se pri tem ne sme pozabiti na dolgoročno perspektivo. Glavni izziv je postopna sprememba trenutno netrajnostnih vzorcev porabe in proizvodnje ter nepovezan pristop k oblikovanju politik.

Ključni **cilji prenovljene strategije** so podrobneje opredeljeni na naslednjih področjih:

1. VARSTVO OKOLJA

Ohranjanje zmožnosti Zemlje, da omogoča življenje v vsej njegovi raznolikosti, spoštovanje omejenosti zemeljskih naravnih virov ter zagotavljanje visoke stopnje varstva okolja in izboljšanje kakovosti okolja. Preprečevanje in zmanjševanje onesnaževanja okolja ter spodbujanje trajnostnih vzorcev porabe in proizvodnje, da bi se prekinila povezava med gospodarsko rastjo in propadanjem okolja.

2. SOCIALNA ENAKOST IN KOHEZIJA

Spodbujanje demokratične, socialno vključujoče, kohezivne, zdrave, varne in pravične družbe, ki spoštuje temeljne pravice in kulturno raznolikost, ustvarja enake možnosti in se bori proti vsem oblikam diskriminacije.

3. GOSPODARSKA BLAGINJA

Spodbujanje uspešnega, inovativnega, z znanjem bogatega, konkurenčnega in ekološko učinkovitega gospodarstva, ki omogoča visoko življenjsko raven ter polno in visokokakovostno zaposlitev v vsej Evropski uniji.

4. IZPOLNJEVANJE MEDNARODNIH OBVEZNOSTI

Spodbujanje ustanavljanja demokratičnih institucij po svetu in ohranjanje stabilnosti tistih, ki temeljijo na miru, varnosti in svobodi. Aktivno spodbujanje trajnostnega razvoja po svetu in zagotavljanje, da so notranje in zunanje politike držav Evropske unije v skladu z globalnim trajnostnim razvojem in s svojimi mednarodnimi obveznostmi.

Sprejeta so naslednja **usmeritvena načela politike trajnostnega razvoja**:

1. SPODBUJANJE IN ZAŠČITA TEMELJNIH PRAVIC

Postaviti človeka v osrčje politike držav Evropske unije s spodbujanjem temeljnih pravic, bojem proti vsem oblikam diskriminacije in s prispevkom k zmanjšanju revščine ter odpravi socialne izključenosti po vsem svetu.

2. SOLIDARNOST MED GENERACIJAMI IN ZNOTRAJ NJIH

Obravnavanje potreb sedanjih generacij, ne da bi se s tem zmanjšala sposobnost prihodnjih generacij, da zadovoljijo svoje potrebe v EU in drugod.

3. ODPRTA IN DEMOKRATIČNA DRUŽBA

Zagotavljanje državlanske pravice dostopa do podatkov in zagotavljanje dostopa do pravnega varstva. Nuditi primerno svetovanje in možnost udeležbe vsem zainteresiranim strankam in združenjem.

4. SODELOVANJE DRŽAVLJANOV

Spodbujanje soodločanja državljanov. Spodbujanje izobraževanja in javne ozaveščenosti glede trajnostnega razvoja. Obveščanje državljanov o njihovem vplivu na okolje in njihovih možnostih za več trajnostnih odločitev.

5. VKLJUČEVANJE PODJETIJ IN SOCIALNIH PARTNERJEV

Spodbujanje socialnega dialoga, družbene odgovornosti gospodarskih družb in zasebno-javnih partnerstev za več sodelovanja in skupne odgovornosti ter dosego trajnostne porabe in proizvodnje.

6. POVEZANOST POLITIK IN UPRAVLJANJE

Spodbujanje povezanosti vseh politik držav Evropske unije in povezanosti lokalnih, regionalnih, nacionalnih in globalnih ukrepov za povečanje njihovega prispevka k trajnostnemu razvoju.

7. VKLJUČEVANJE POLITIK

Spodbujanje vključevanja ekonomskih, socialnih in okoljskih načel, da se s čim večjim izkoriščanjem instrumentov za učinkovitejše predpise (kot so npr. uravnotežena presoja vpliva ali posvetovanje z interesnimi skupinami) uskladijo in vzajemno krepijo.

8. UPORABA NAJBOLJŠEGA RAZPOLOŽLJIVEGA ZNANJA

Zagotavljanje, da se politike razvijejo, ocenijo in izvajajo na podlagi najboljšega dostopnega znanja in da so gospodarsko zdrave in stroškovno učinkovite.

9. PREVIDNOSTNO NAČELO

Izvajanje ustreznih postopkov ocenjevanja in preventivnih ukrepov povsod, kjer obstaja objektivna znanstvena negotovost, da se prepreči morebitna nevarnost za človeško zdravje ali za okolje ter se preventivno ukrepa.

10. ONESNAŽEVALCI NAJ PLAČAJO

Zagotavljanje, da so cene odraz dejanskih stroškov, ki jih poraba in proizvodnja predstavljata za družbo, in da onesnaževalci plačajo za škodo, ki jo povzročijo človeškemu zdravju in okolju.

Pri uporabi sprejetih strategij pa lahko s poudarjanjem enih strateških ciljev zanemarimo druge. Obrazložitvi izpolnjevanja ciljev iz dveh različnih strateških dokumentov je v prenovljeni strategiji namenjeno celo poglavje z naslovom Uporaba medsebojnega dopolnjevanja strategije EU za trajnostni razvoj in Lizbonske strategije za rast in delovna mesta, ki v treh točkah določa:

1. **Strategija EU za trajnostni razvoj in Lizbonska strategija za rast in delovna mesta se dopolnjujeta.** Strategija trajnostnega razvoja obravnava predvsem kakovost življenja, enakost med generacijami in znotraj njih ter skladnost med vsemi področji politike, vključno z zunanjimi vidiki. Priznava vlogo gospodarskega razvoja pri spodbujanju prehoda k bolj trajnostni družbi. Lizbonska strategija bistveno prispeva k vseobsegajočemu cilju trajnostnega razvoja, ki je osredotočen predvsem na dejavnosti in ukrepe, ki skušajo povečati konkurenčnost in gospodarsko rast ter število delovnih mest.

2. **Strategija EU za trajnostni razvoj zagotavlja splošen okvir**, znotraj katerega je **lizbonska strategija** z novim poudarkom na rasti in delovnih mestih **motor bolj dinamičnega gospodarstva**. V teh dveh strategijah je upoštevano, da se gospodarski, socialni in okoljski cilji lahko vzajemno dopolnjujejo in jih je zato treba razvijati skupaj. Obe strategiji skušata podpirati potrebne strukturne spremembe, ki gospodarstvom držav članic omogočajo, da se soočijo z izzivi globalizacije, in sicer z ustvarjanjem enakih pogojev, pod katerimi lahko uspevajo dinamičnost, inovacije in ustvarjalno podjetništvo ob zagotavljanju socialne pravičnosti in zdravega okolja.

3. V tem smislu strategija trajnostnega razvoja upošteva, da so naložbe v človeški, družbeni in okoljski kapital ter tehnološke inovacije predpogoj za dolgoročno konkurenčnost in gospodarsko blaginjo, socialno kohezijo, kakovostno zaposlovanje in boljše varstvo okolja.

Zaradi izpolnjevanja ciljev trajnostnega razvoja strateški dokument poziva k **oblikovanju boljših politik** na področju, in sicer v treh točkah:

1. Strategija trajnostnega razvoja določa pristop k boljšemu oblikovanju politik, ki temelji na boljši zakonodaji in na načelu, da je treba trajnostni razvoj vključiti v oblikovanje politik na vseh ravneh. Zato se morajo vse vladne strukture podpirati in med seboj sodelovati, pri tem pa upoštevati različne institucionalne okvire in kulture ter posebne razmere v državah članicah.

2. Pri tem bi morale vse institucije EU zagotoviti, da glavne politične odločitve temeljijo na predlogih, za katere je bila opravljena visokokakovostna presoja vpliva na okolje (PVO), ki zagotavlja uravnoteženo oceno družbenih, okoljskih in gospodarskih vidikov trajnostnega razvoja in pri tem upošteva zunanjo razsežnost trajnostnega razvoja in stroške zaradi neukrepanja. Drugi instrumenti za boljše oblikovanje politik so naknadna ocena vplivov politike in sodelovanje javnosti ter zainteresiranih strani. Države članice bi morale pri dodeljevanju javnih sredstev in razvoju strategij, programov in projektov pogosteje uporabljati ta orodja, zlasti presojo vpliva na okolje.

3. Vse institucije EU bi morale zagotoviti, da so predlogi splošnih in posameznih ciljev ter ukrepov izvedljivi in po potrebi dopolnjeni s potrebnimi instrumenti na ravni EU.

8.3.2 Ključni izzivi prenovljene strategije trajnostnega razvoja za Evropsko unijo

V prenovljeni strategiji so obravnavani tudi **ključni izzivi**, ki so tudi časovno opredeljeni, zato so v opisu dokumenta v nadaljevanju določeni roki že pretekli. Ob upoštevanju poslabšanja okoljskih trendov, gospodarskih in socialnih izzivov EU, vključno z novimi konkurenčnimi pritiski in novimi mednarodnimi zavezami strategija trajnostnega razvoja opredeljuje sedem ključnih izzivov in ustrezne cilje, operativne cilje ter ukrepe. Njihovo obliko in izvajanje bodo v prihodnje usmerjala že naštetna načela.

Navedba določenega ukrepa ne posega v delitev pristojnosti med EU in državami članicami.

V strategiji so našteti naslednji **ključni izzivi**:

1. Podnebne spremembe in čista energija

Splošni cilj: Omejiti podnebne spremembe in njihove stroške ter negativne vplive na družbo in okolje.

Operativni in posamični cilji:

- Obveze iz Kjotskega protokola, ki so jih države EU-15 in večina držav EU-25 sprejele glede ciljev za zmanjšanje toplogrednih plinov v obdobju 2008–2012, pri čemer je cilj držav EU-15 8 % zmanjšanje emisij v primerjavi s stopnjami iz leta 1990. Cilj je doseči, da se povprečna temperatura zemeljskega površja ne dvigne za več kot 2°C v primerjavi s predindustrijsko ravni. Energetsko politiko je v duhu energetske politike za Evropo, ki jo je marca 2006 sprožil Evropski svet, treba uskladiti s cilji zanesljive oskrbe, konkurenčnosti in okoljske trajnosti. Energetska politika je ključna pri reševanju vprašanja podnebnih sprememb.
- Prilagoditev podnebnim spremembam in njihovo zamejitev je treba vključiti v vse ustrezne evropske politike.
- 12 % poraba energije (v povprečju) in 21 % poraba električne energije (skupni, vendar diferencirani cilj) iz obnovljivih virov do leta 2010 ter preučitev možnosti za povečanje njihovega deleža na 15 % do leta 2015.
- Do leta 2010 naj bi 5,75 % motornih goriv vsebovalo biogoriva (okvirni cilj) (Direktiva 2003/30/ES), preučitev možnosti za povečanje njihovega deleža na 8 % do leta 2015.
- Skupno zmanjšanje 9 % končne porabe energije v 9 letih (do leta 2017), kot navaja direktiva o učinkovitosti rabe končne energije in energetskih storitvah.

Ukrepi naj bi obsegali:

- V skladu z montrealim akcijskim načrtom o podnebjju izpod okrilja Okvirne konvencije Združenih narodov o podnebnih spremembah mora EU nemudoma pripraviti rešitve v zvezi z dogovorom za obdobje po letu 2012, v katerih bo upoštevan cilj 2°C, in sicer s konstruktivnim sodelovanjem v širokem dialogu o dolgoročnem skupnem ukrepanju ter sodelovanjem v procesu, ki ga predvideva Kjotski protokol, v skladu z načelom skupne odgovornosti, ki pa se razlikuje glede na zmogljivosti posameznih držav;
- EU bo z ostalimi pogodbenicami iskala možne strategije za potrebno zmanjšanje emisij, ne da bi pri tem želela vnaprej določiti nov pristop glede diferenciacije med pogodbenicami v prihodnjem pravičnem in prilagodljivem okviru. EU meni, da je treba s tem v zvezi preučiti, kako bi lahko skupina razvitih držav do leta 2020 dosegla zmanjšanje v višini 15–30 % v primerjavi z izhodiščnimi vrednostmi, predvidenimi v Kjotskem protokolu, ali ga celo presegle, kot to predvidevajo sklepi Sveta za okolje.

- V okviru druge faze Evropskega programa o podnebnih spremembah bodo Komisija in države članice prednostno razvrstile nove ukrepe z namenom sistematičnega izkoriščanja stroškovno učinkovitih možnosti zmanjševanja emisij za avtomobile in letala. V tem smislu se bo kot možnosti za ublažitev preučilo skladiščenje in shranjevanje ogljika.
- Komisija bo pravočasno zaključila pregled sistema EU za trgovanje z emisijami, da bi vlagateljem omogočila srednje- in dolgoročno gotovost, in preučila možnost, da se v pregled vključijo ostali toplogredni plini in sektorji, kot je letalstvo, k čemur je pozval Svet.
- Komisija in države članice bodo – ob upoštevanju ocene Komisije glede potenciala prihranka energije v EU v višini 20 % do leta 2020 in ukrepov, ki so jih države članice že izvedle – s sprejetjem in izvajanjem daljnosežnega in stvarnega akcijskega načrta o energetske učinkovitosti okrepile vodilno vlogo EU v svetu.
- Komisija bo pripravila analizo o tem, kako doseči obstoječe cilje (2010) za obnovljive vire, kako še naprej na stroškovno učinkovit način dolgoročno spodbujati obnovljive energetske vire in kako na podoben način spodbujati uporabo biogoriv v prometnem sektorju, hkrati pa voditi konstruktiven dialog z naftno industrijo in vsemi zainteresiranimi stranmi ter kar najboljše podpirati raziskave in razvoj druge generacije biogoriv. Določitev novih ciljev naj temelji na temeljiti analizi potenciala in stroškovne učinkovitosti nadaljnjih ukrepov. V vseh teh procesih je treba upoštevati značilnosti posameznih držav članic in potrebo po prilagodljivosti pri razvoju svoje mešanice energetskih virov ter težave otokov in regij, ki so v veliki meri izolirane od energetskega trga EU.
- Komisija in države članice morajo spodbujati uporabo biomase, da se v EU razširi obseg virov oskrbe z gorivom, zmanjšajo emisije toplogrednih plinov in omogoči dodaten dohodek ter zaposlitvene možnosti na podeželskih območjih, z uresničevanjem predlogov iz vseh treh sektorjev akcijskega načrta za biomaso: ogrevanja in hlajenja, električne energije ter prevoza. To je treba oblikovati v okviru dolgoročne strategije za bioenergijo za obdobje po letu 2010.
- Države članice morajo okrepiti učinkovitost elektrarn, zlasti z nadaljnjim spodbujanjem proizvodnje toplotne in električne energije.

2. Trajnostni promet

Splošni cilj: Zagotoviti, da naši prometni sistemi ustrezajo gospodarskim, socialnim in okoljskim potrebam družbe ob istovrstnem zmanjšanju njihovih nezaželenih vplivov na gospodarstvo, družbo in okolje.

Operativni in posamični cilji:

- Prekiniti vez med gospodarsko rastjo in povpraševanjem po prevoznih storitvah, da bi zmanjšali vplive na okolje.
- Doseči trajnostno raven uporabe energije v prometu in zmanjšati emisije toplogrednih plinov, ki jih povzroča promet.
- Zmanjšati emisije onesnaževanja iz prometa na stopnje, ki čim bolj zmanjšajo učinke na zdravje ljudi in/ali okolje.
- Doseči uravnotežen premik k okolju prijaznim prevoznim sredstvom, da bi vzpostavili trajnostni prometni sistem in mobilnost.
- Zmanjšati izpostavljenost hrupu, ki ga povzroča promet, tako pri njegovem viru kot z ukrepi za zmanjšanje hrupa, da se zagotovi čim manjši vpliv na zdravje, ki ga povzročajo skupne izpostavljenosti.

- Posodobiti okvir EU za storitve javnega potniškega prometa, da bi spodbudili večjo učinkovitost in storilnost do leta 2010.
- V skladu s strategijo EU o emisijah CO₂ lahkih tovornih vozil mora povprečen nov vozni park doseči emisije CO₂ v višini 140 g/km (2008/09) in 120 g/km (2012).
- Do leta 2010 prepoloviti število smrtnih nesreč v cestnem prometu glede na število iz leta 2000.

Ukrepi naj bi obsegali:

- EU in države članice bodo sprejele ukrepe za boljše gospodarske in okoljske rezultate pri vseh prevoznih sredstvih in po potrebi ukrepe za preusmeritev cestnega prometa na železniški, vodni in javni potniški promet ter zmanjšanje intenzivnosti prometa z novimi proizvodnimi in logističnimi procesi, spremembo vedenja pri potrošnikih in boljšimi povezavami med različnimi prevoznimi sredstvi.
- EU in države članice morajo izboljšati energetske učinkovitost v prometnem sektorju z uporabo stroškovno učinkovitih instrumentov. EU in države članice se morajo osredotočiti na možne alternative cestnemu tovornemu in potniškemu prometu, vključno z ustreznim razvojem vseevropskega omrežja in intermodalnih povezav za logistiko tovornega prometa, med drugim z izvajanjem ukrepov, predvidenih v akcijskem programu Komisije za prevoz po celinskih plovni poteh "NAIADES" in programu "Marco Polo II".
- Komisija bo še naprej preverjala zaračunavanje infrastrukturnih dajatev za vse oblike prevoza na podlagi novih možnosti, ki se pojavljajo z novimi satelitskimi, informacijskimi in komunikacijskimi tehnologijami. V okviru direktive o Eurovinjeti bo Komisija najpozneje leta 2008 predložila splošno uporaben, pregleden in skladen model za ocenjevanje vseh zunanjih stroškov, ki bo osnova za izračunavanje infrastrukturnih dajatev v prihodnosti.
- Komisija in države članice si morajo prizadevati za napredek k učinkovitim rešitvam na svetovni ravni za zmanjšanje škodljivih vplivov mednarodnega pomorskega in letalskega prometa.
- Da bi prepolovili število smrtnih žrtev in zmanjšali število poškodovanih v cestnem prometu, je treba povečati varnost na cestah, in sicer z izboljšanjem cestne infrastrukture, varnejšimi vozili in spodbujanjem skupnih akcij ozaveščanja v celotni EU, da bi spremenili vedenje udeležencev v prometu ter vzpostavili čezmejno izvrševanje.
- V skladu s tematsko strategijo za mestno okolje morajo lokalne oblasti razviti in izvajati načrte in sisteme za mestni promet, pri tem pa upoštevati tehnične smernice, ki jih je v letu 2006 zagotovila Komisija, in razmisliti o tesnejšem sodelovanju med mesti in okoliškimi regijami.
- Komisija in države članice bodo razvile dolgoročno in skladno strategijo EU o gorivu.

3. Trajnostna poraba in proizvodnja

Splošni cilj: Spodbuditi trajnostne načine porabe in proizvodnje.

Operativni in posamični cilji:

- Spodbujati trajnostno porabo in proizvodnjo s povezovanjem socialnega in gospodarskega razvoja in zmogljivosti ekosistemov ter ločevanje vezi med gospodarsko rastjo in propadanjem okolja.
- Izboljšati okoljsko in družbeno uspešnost proizvodov in procesov ter spodbujati podjetja in potrošnike, da jih sprejmejo.

- Do leta 2010 skušati doseči povprečno raven EU zelenih javnih naročil, ki bo enakovredna ravni, ki so jo dosegle najuspešnejše države članice.
- EU si mora prizadevati za povečanje deleža na svetovnem trgu na področju okoljskih tehnologij in ekoloških inovacij.

Ukrepi naj bi obsegali:

- Komisija in države članice bodo preučile specifične ukrepe, da bi dosegle bolj trajnostne vzorce porabe in proizvodnje na ravni EU in svetovni ravni, zlasti s pomočjo Procesu ZN v Marakešu in Komisije ZN za trajnostni razvoj. V zvezi s tem bo Komisija do leta 2007 predlagala akcijski načrt EU o trajnostni porabi in proizvodnji, ki bo pomagal opredeliti in premostiti ovire za trajnostno porabo in proizvodnjo, zagotoviti večjo skladnost med različno povezanimi področji politike ter povečati ozaveščenost med državljani ter spremeniti netrajnostne navade potrošnikov.
- Komisija in države članice morajo sodelovati v dialogu s podjetji in zainteresiranimi stranmi, da bi določili cilje glede okoljske in družbene uspešnosti proizvodov in procesov.
- Komisija in države članice bodo razvile strukturiran postopek za izmenjavo najboljših praks in izkušenj o zelenih javnih naročilih, pri tem pa upoštevale možnost za spodbujanje zelenih javnih naročil na lokalni in regionalni ravni. Komisija bo spodbujala redno primerjalno analizo na ravni EU glede učinkovitosti zelenih javnih naročil v skladu z metodologijo ocenjevanja, ki temelji na sprejetih in objektivnih parametrih, in do leta 2007 z državami članicami preučila, kako najbolje spodbuditi zelena javna naročila za druge večje skupine proizvodov.
- Komisija in države članice bodo okrepile prizadevanja za spodbujanje in razširjanje družbenih in ekoloških inovacij ter okoljskih tehnologij, med drugim z učinkovitim izvajanjem Akcijskega načrta za okoljske tehnologije (Environmental Technologies Action Plan – ETAP) s strani zadevnih akterjev, da bi ustvarili nove gospodarske priložnosti in nove trge.
- Komisija bo predlagala, da se dobro delujoči sistemi označevanja iz električnih aparatov in avtomobilov razširijo na druge skupine okolju škodljivih proizvodov, tudi proizvode z močnim vplivom na okolje.
- Države članice morajo skupaj s trgovci na drobno in drugimi organizacijami podpirati informacijske kampanje, da bi spodbudile uporabo trajnostnih proizvodov, med drugim tudi proizvode, ki izvirajo iz ekološkega kmetijstva in pravične trgovine, ter okolju prijazne proizvode.

4. Ohranjanje in upravljanje naravnih virov

Splošni cilj: Izboljšanje upravljanja naravnih virov ter preprečevanje njihovega prekomernega izkoriščanja, ob priznavanju vrednosti delovanja ekosistemov.

Operativni in posamični cilji:

- Povečati učinkovitost uporabe virov, zmanjšati celotno uporabo neobnovljivih naravnih virov in zadevne vplive na okolje zaradi uporabe surovin, pri čemer uporaba obnovljivih naravnih virov ne presega njihove sposobnosti obnavljanja.
- Pridobiti in ohraniti konkurenčno prednost z izboljšanjem učinkovitosti virov, med drugim s spodbujanjem ekološko učinkovitih inovacij.
- Izboljšati upravljanje obnovljivih naravnih virov, kot so naravni viri za dejavnost ribištva biotska raznovrstnost, voda, zrak, zemlja in atmosfera, in preprečevanje njihovega prekomernega izkoriščanja ter do leta 2015 obnoviti načete morske ekosisteme v skladu z

načrtom iz Johannesburga (2002), vključno z uresničitvijo največjega donosa v ribištvu do leta 2015.

- Zaustaviti upad biotske raznovrstnosti do leta 2010 in prispevati k bistvenemu zmanjšanju upada biotske raznovrstnosti na svetovni ravni.
- Učinkovito prispevati k izpolnitvi štirih globalnih ciljev Združenih narodov o gozdovih do leta 2015.
- Izogibati se proizvodnji odpadkov in spodbujati učinkovito rabo naravnih virov s pomočjo koncepta življenjskega cikla ter spodbujanjem ponovne uporabe in recikliranja.

Ukrepi naj bi obsegali naslednje:

- Na področju kmetijstva in ribištva si bodo države članice in Komisija še naprej prizadevale za uveljavitev ukrepov v okviru novih programov za razvoj podeželja, reforme skupne ribiške politike, novih zakonodajnih okvirov za ekološko kmetovanje in dobro počutje živali ter akcijskega načrta za uporabo biomase.
- Komisija in države članice morajo izhajati iz strategije trajnostne rabe naravnih virov, ki jo je treba dopolniti z nizom ciljev in ukrepov na ravni EU. Evropska agencija za okolje bi morala podpreti merjenje učinkovitosti virov.
- Trajnostno gospodarjenje z gozdovi se bo okrepilo s sprejetjem gozdarskega akcijskega načrta EU v letu 2006 in s sodelovanjem Skupnosti na ministrski konferenci o varstvu gozdov v Evropi, vključno z izvajanjem njenih resolucij.
- Države članice morajo zaključiti delo na mreži Natura 2000, vključno z določitvijo območij na morju. Posebno pozornost je treba nameniti potrebi po boljšem izvajanju projekta Natura 2000 in varstvu vrst ter upravljanju.
- Države članice morajo izvajati strategijo EU za biotsko raznovrstnost tako na ravni EU kot svetovni ravni (Konvencija ZN o biološki raznovrstnosti) in v sodelovanju s Komisijo sprejeti ukrepe za določitev in izvedbo prednostnih ukrepov, da bi uresničili cilj zaustaviti upad biotske raznovrstnosti do leta 2010 in po tem.
- Komisija in države članice si morajo prizadevati za izboljšanje integriranega upravljanja vodnih virov ter morskega okolja in spodbujanje integriranega upravljanja obalnih območij.
- Na podlagi zelene knjige Komisije o pomorskih zadevah bo Komisija od leta 2008 politike v zvezi z oceani in morji oblikovala na bolj trajnosten in celovitejši način.

5. Javno zdravje

Splošni cilj: Spodbujati dobro javno zdravje v enakih pogojih in izboljšati zaščito pred grožnjami za zdravje.

Operativni in posamični cilji:

- Izboljšati zaščito pred nevarnostmi za zdravje z razvojem sposobnosti usklajenega odzivanja.
- Dodatno izboljševati zakonodajo o živilih in krmilih, vključno s pregledom označevanja živil.
- Še naprej spodbujati visoke standarde za zdravje in dobro počutje živali v EU in po svetu.
- Preprečevati porast bolezni, ki so povezane z načinom življenja, in kroničnih bolezni, zlasti med socialno in ekonomsko prikrajšanimi skupinami in področji.
- Zmanjševati neenakosti na področju zdravja znotraj držav članic in med njimi z obravnavanjem širših dejavnikov zdravja in ustreznih strategij za spodbujanje zdravja in

preprečevanje bolezni. Ukrepi morajo upoštevati mednarodno sodelovanje v forumih, kot so Svetovna zdravstvena organizacija, Svet Evrope, Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD) in UNESCO.

- Zagotoviti, da se bodo do leta 2020 kemikalije, vključno s fitofarmaceutskimi sredstvi, proizvajale, obdelovale in uporabljale na način, ki bistveno ne ogroža zdravja ljudi in okolja. Pomemben korak v zvezi s tem bo hitro sprejetje Uredbe o registraciji, ocenjevanju, dovoljevanju in omejevanju kemikalij (REACH), katere cilj je nadomestiti snovi, ki zbuja veliko skrb, z ustreznimi drugimi snovmi ali tehnologijami.
- Izboljšati informacije o onesnaženosti okolja in negativnih vplivih na zdravje.
- Izboljšati duševno zdravje in odpravljati tveganja samomora.

Ukrepi naj bi obsegali:

- Komisija v sodelovanju z državami članicami, Evropskim centrom za preprečevanje in nadzorovanje bolezni in Svetovno zdravstveno organizacijo še naprej razvija in krepi sposobnosti na ravni EU in držav članic, da bi se na grožnje za zdravje odzvala skladno, med drugim z nadgradnjo obstoječih akcijskih načrtov o ravnanju pri ogrožanju zdravja.
- Komisija in države članice bodo z obravnavanjem dejavnikov zdravja v vseh ustreznih politikah in dejavnostih spodbujale boljše zdravje in preprečevanje bolezni. Posebna pozornost bo namenjena pripravi in izvajanju strategij in ukrepov, ki obravnavajo dejavnike zdravja, povezane z življenjskim slogom, kot so jemanje mamil in kajenje, škodljivo pitje, slaba prehrana in fizična neaktivnost ter kronične bolezni.
- Zdravstvene politike držav članic morajo biti usmerjene k pripravi in izvajanju strategij, ki bi ženskam pomagale pri doseganju in ohranjanju pozitivnih čustvenih stanj in bi tako izboljšale njihovo blaginjo, subjektivno dožemanje kakovosti življenja ter njihovo fizično in duševno zdravje.
- Komisija bo predlagala nadaljnje spremembe zakonodaje o živilih in krmilih v skladu z načeli iz členov 14 in 15 Uredbe (ES) 178/2002 o varnosti hrane in krme. Predvsem je treba izboljšati delovanje sistema proizvodnje in uporabe gensko spremenjene hrane in krme, da bi se državam članicam, zainteresiranim stranem in splošni javnosti zagotovilo, da vse odločitve temeljijo na oceni tveganja in obvladovanju tveganj, ki prav tako upoštevata dolgoročne učinke na življenje in zdravje ljudi, zdravje in dobro počutje živali ter interese okolja in potrošnikov.
- Komisija in države članice bodo skupaj izvajale strategijo EU za boj proti HIV-u/AIDS-u znotraj EU in v sosednjih državah. Države članice morajo okrepiti prizadevanja za izvajanje obstoječega programa EU za boj proti HIV-u/AIDS-u, tuberkulozi in malariji v tretjih državah. Vzpostaviti bi bilo treba dejansko povezavo z drugimi ukrepi Skupnosti, kot je strategija za Afriko.
- Komisija in države članice bodo okrepile informiranje o onesnaževanju okolja ter negativnih vplivih na zdravje in usklajevale raziskave o povezavah med onesnaževalci okolja, izpostavljenostjo in vplivih na zdravje, da bi bolje razumeli, kateri okoljski dejavniki povzročajo zdravstvene težave in kako jih najboljše preprečiti.
- Komisija mora pripraviti strategijo za izboljšanje kakovosti zraka v zaprtih prostorih, pri tem pa posebno pozornost nameniti emisijam HOS.
- Posebno pozornost bodo Komisija in države članice namenile občutljivim skupinam, zlasti otrokom s prispevkom EU k Akcijskemu načrtu za okolje in zdravje otrok za Evropo (Children Environment and Health Action Plan for Europe — CEHAPE).

- Komisija in države članice še naprej izvajajo Vseevropski prometni, zdravstveni in okoljski program (Transport Health and Environment Pan European Programme – THE PEP), med drugim z vključevanjem okoljskih in zdravstvenih vidikov v oblikovanje prometne politike, spremljanje in presojo vpliva.

6. Socialna vključenost, demografija in migracije

Splošni cilj: Ustvariti družbo, ki temelji na socialni vključenosti, z upoštevanjem solidarnosti med generacijami in znotraj njih ter zagotoviti in povečati kakovost življenja državljanov kot predpogoj za trajno blaginjo posameznika.

Operativni in posamični cilji:

- V skladu s ciljem EU izvajati ukrepe, da se do leta 2010 odločno zmanjša število prebivalcev, ki jim grozi revščina in socialna izključenost, s posebnim poudarkom na potrebi po zmanjšanju revščine otrok.
- Zagotoviti visoko stopnjo socialne in ozemeljske kohezije na ravni EU in v državah članicah ter spoštovanje kulturne raznolikosti.
- Podpreti države članice v njihovih prizadevanjih za posodobitev socialne zaščite z vidika staranja prebivalstva.
- V skladu z določenimi cilji znatno povečati udeležbo žensk in starejših delavcev na trgu delovne sile ter do leta 2010 povečati stopnjo zaposlenosti migrantov.
- Ob upoštevanju ekonomskega vidika migracije še naprej razvijati migracijsko politiko v EU, ki jo spremljajo politike za povečanje vključenosti migrantov in njihovih družin.
- Zmanjšati negativne vplive globalizacije na delavce in njihove družine.
- Spodbujati povečanje zaposlenosti mladih. Okrepiti prizadevanja za zmanjšanje predčasne prekinitve šolanja na 10 % in zagotoviti, da bo vsaj 85 % 22-letnikov zaključilo srednješolsko izobraževanje. Do konca leta 2007 naj bi se vsaki mladi osebi, ki se ne šola več in je brezposelna, ponudilo delo, pripravništvo, dodatno usposabljanje ali bi se zanjo uporabil drug zaposlitven ukrep, in sicer v šestih mesecih, do leta 2010 pa največ v 4 mesecih.
- Povečati število invalidnih oseb na trgu dela.

Ukrepi naj bi obsegali:

- Na podlagi novih ciljev in delovnih metod za socialno zaščito in socialno vključenost, ki jih je v marcu 2006 potrdil Evropski svet, bodo države članice in Komisija še naprej sodelovale z uporabo odprte metode koordinacije. V zvezi s tem bodo EU in države članice izvajale tudi potrebne ukrepe, da bi hitro in bistveno zmanjšale revščino otrok in skušale otrokom zagotoviti enake možnosti, ne glede na njihovo socialno okolje, spol ali invalidnost.
- Na podlagi sporočila "Socialne storitve splošnega pomena" (besedilo je objavljeno na <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2007-0070+0+DOC+XML+V0//SL>) si bodo Komisija in države članice še naprej prizadevale zagotoviti, da socialne storitve aktivno prispevajo k socialni vključenosti in skladnosti, ter bodo podpirale cilje rasti in zaposlovanja. Komisija in države članice bodo še naprej skušale pojasniti vpliv zakonodaje Skupnosti na socialne storitve splošnega pomena.
- Države članice bodo tudi v prihodnje izvajale Evropski pakt za mlade. V strukturiranem dialogu z mladimi, ki poteka med vsakim predsedovanjem, je treba organizacije, dejavne na področju evropske mladinske politike, med drugim Evropski mladinski forum, pozvati, naj z organizacijo dialoga med mladimi in vlado pripravijo vprašanja, ki so v njihovem interesu in so povezana s trajnostnim razvojem.

- Države članice in EU bodo izvajale Evropski pakt za enakost spolov, kot je bilo dogovorjeno na zasedanju Evropskega sveta v marcu 2006.
- Uravnoveženost in ustreznost pokojnin bosta v naslednjih desetletjih še naprej ključnega pomena, če upoštevamo, da se prebivalstvo v vseh evropskih državah stara. EU bo še naprej podpirala prizadevanja držav članic za posodobitev sistema socialne zaščite in zagotovitev njihove trajnosti. Države članice bi morale primerno hitro znižati javni dolg, pri tem pa zvišati stopnje zaposlenosti in produktivnosti ter preoblikovati sistema zdravstvenega varstva in dolgoročne oskrbe.
- Komisija bo v letu 2006 sprejela Sporočilo o demografski prihodnosti Evrope, ki bo preučilo, kako lahko EU pomaga državam članicam pri odzivu na demografske izzive, s katerimi se soočajo, zlasti s spodbujanjem strategij o aktivnem in zdravem staranju, uskladitve dela in družinskega življenja, boljših pogojev za družine in ob upoštevanju prispevka priseljevanja.
- Države članice morajo analizirati morebitne vplive demografskih sprememb na rabo zemljišč, porabo energije in mobilnost ter vse skupaj upoštevati pri načrtovanju in naložbah na vseh ravneh.
- EU in države članice bodo še naprej razvijale migracijsko politiko v EU, ki jo spremljajo politike za povečanje vključevanja migrantov in njihovih družin, zlasti z načrtom migracijske politike, vključno s postopki dovolitve vstopa. Okrepile bodo sodelovanje s tretjimi državami in si prizadevale najti skupne rešitve za kontroliranje migracijskih tokov. Za leto 2006 je bilo načrtovano, da bo Komisija predložila sporočilo o prihodnjih prednostnih nalogah v boju proti nelegalnemu priseljevanju. Del načrta je vsebinsko vsebovan v sprejeti Resoluciji Evropskega parlamenta z dne 20. februarja 2008 o integriranih smernicah za rast in delovna mesta (del: širše smernice ekonomskih politik držav članic in Skupnosti): začetek novega cikla (2008–2010) (KOM(2007)0803 – 2007/2275(INI)) (celotno besedilo resolucije je objavljeno na <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2008-0058+0+DOC+XML+V0//SL>).

7. Svetovni izzivi glede revščine in trajnostnega razvoja

Splošni cilj: Aktivno spodbujati trajnostni razvoj in zagotoviti usklajenost notranjih in zunanjih politik EU s svetovnim trajnostnim razvojem in mednarodnimi obveznostmi.

Operativni in posamični cilji:

- Doseči bistven napredek pri izpolnjevanju zavez EU glede mednarodno sprejetih ciljev, zlasti ciljev v Deklaraciji tisočletja in tistih, sprejetih na Svetovnem vrhu o trajnostnem razvoju, ki je leta 2002 potekal v Johannesburgu, in sorodnimi procesi, kot so soglasje iz Monterreya o financiranju za razvoj, agenda iz Dohe in Pariška deklaracija o usklajevanju pomoči.
- Prispevati k izboljšanju mednarodnega okoljskega upravljanja (international environment governance – IEG), zlasti v zvezi z nadaljnjim ukrepanjem po izidu Svetovnega vrha leta 2005, in h krepitvi večstranskih okoljskih sporazumov (multilateral environmental agreements – MEA).
- Povečati obseg pomoči na 0,7 % bruto nacionalnega dohodka (BND) do leta 2015 z vmesnim ciljem 0,56 % v letu 2010:
 - I) Države članice, ki še niso dosegle ravni 0,51 % URP/BND, se obvežejo, da bodo v okviru zadevnih postopkov dodeljevanja proračunskih sredstev to raven dosegle

do leta 2010; države, ki so že nad to ravni, pa se obvežejo, da bodo še naprej vzdrževale doseženo raven.

II) Države članice, ki so se EU priključile po letu 2002 in niso dosegle stopnje 0,17 % URP/BND, si bodo prizadevale povečati svoj delež uradne razvojne pomoči (URP), da bodo v okviru zadevnih postopkov dodeljevanja proračunskih sredstev to raven dosegle do leta 2010; države, ki so že nad to ravni, pa se obvežejo, da bodo še naprej vzdrževale doseženo raven.

III) Države članice se obvežejo, da bodo do leta 2015 dosegle cilj 0,7 % URP/BND; države, ki so ciljno raven že dosegle, se obvežejo, da bodo še naprej vzdrževale doseženo raven. Države članice, ki so se pridružile EU po letu 2002, si bodo prizadevale povečati svoj delež URP na 0,33 % BND.

- Spodbujati trajnostni razvoj v okviru pogajanj v STO v skladu s preambulo k sporazumu iz Marakeša o ustanovitvi Svetovne trgovinske organizacije, ki si je trajnostni razvoj postavila za enega glavnih ciljev.
- Povečati učinkovitost, skladnost in kakovost politik pomoči EU in držav članic v obdobju 2005–2010.
- Vključiti vprašanja trajnostnega razvoja v vse zunanje politike EU, vključno s skupno zunanjo in varnostno politiko, med drugim naj postane cilj dvo- in večstranskega razvojnega sodelovanja.

Ukrepi naj bi obsegali:

- Izvajanje pobude EU "Voda za življenje", evropske Energetske pobude za izkoreninjenje revščine in trajnostni razvoj ter Johannesburške koalicije za obnovljivo energijo ter Mednarodne strategije ravnanja s kemikalijami (SAICM).
- Razviti skupni programski okvir EU z uporabo več skupnih ukrepov in sofinanciranja projektov ter povečati skladnost med razvojem in drugimi politikami. Kakovost in učinkovitost pomoči bi lahko med drugim povečali z učinkovito proračunsko podporo, zmanjšanjem davka in sprostitev pomoči.
- Države članice in Komisija morajo izvajati strategije EU o Afriki, Latinski Ameriki in Pacifiku.
- Komisija in države članice se bodo še bolj trudile, da bo globalizacija prispevala k trajnostnemu razvoju, tako da bodo okrepile prizadevanja za zagotovitev, da se mednarodna trgovina in naložbe uporabijo kot orodje za doseg pristnega trajnostnega razvoja na svetovni ravni. V zvezi s tem mora EU sodelovati s svojimi trgovinskimi partnerji, da bi izboljšali okoljske in socialne standarde, in preučiti možnost, da v ta namen izkoristi možnosti, ki jih nudijo trgovinski sporazumi ali sporazumi o regionalnem ali dvostranskem sodelovanju.
- Naložbe Evropske investicijske banke in Partnerstva EU - Afrika za infrastrukturo morajo podpirati cilje trajnostnega razvoja. Evropska investicijska banka mora oceniti posojilo v primerjavi s prispevkom za doseg razvojnih ciljev tisočletja in trajnostnega razvoja.
- Države članice in Komisija bi morale sodelovati pri spodbujanju stališča EU o preoblikovanju okoljskega programa ZN v specializirano agencijo ZN ali UNEO (Organizacijo ZN za okolje) s sedežem v Nairobiju, s širšimi pristojnostmi in stabilnim, primernim in predvidljivim financiranjem.

8.3.3 Slovenija

Strateško upoštevanje načel trajnostnega razvoja za Slovenijo je razvidno iz Strategije razvoja za Slovenijo (za obdobje 2006 - 2013, ki jo je sprejela Vlada RS 23. junija 2005). Vsebina strategije je objavljena in komentirana na mednarodnem omrežju, tudi na <http://www.pf.uni-mb.si/files/knez/2005-pojem%20trajnostnega%20razvoja.doc>. Vlada o uresničevanju svoje strategije in ciljev s področja trajnostnega razvoja poroča Evropski komisiji. Primer poročila je objavljen na C:\Documents and Settings\Direktor\Local Settings\Temporary Internet Files\Content.IE5\E3S8945X\uresnicivanje_strategije[1].zip. Zaradi ocen, da se prepočasi uresničuje strategija ali da ne zajema celovitih ukrepov, je Evropski parlament sprejel spremembe strategije v dokumentu Resolucija Evropskega parlamenta o revidirani strategiji trajnostnega razvoja, ki je objavljen na <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2006-0272+0+DOC+XML+V0//SL>.

8.3.4 Nevladne organizacije

Pomembno vlogo pri izvajanju strategije, ki upoštevajo načela in cilje trajnostnega razvoja, imajo tudi nevladne organizacije. Primer aktivnosti z opisom osnovnih pojmov lahko preberete na <http://www.umanotera.org/index.php?node=5> in http://www.coalition-on-eufunds.org/brosura_nvoregio_print.pdf.

Primer dokumenta o udejanjanja načel in ciljev trajnostnega razvoja za področje Šaleške doline je objavljen na http://www.ff.uni-lj.si/oddelki/geo/publikacije/dela/files/Dela_28/22_sterbenk.pdf.

8.4 PRIMERI ZAKONSKEGA UREJANJA ZADEV S PODROČJA OKOLJA S CILJEM DOSEGATI CILJE TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

8.4.1 Vračanje stranskih produktov nazaj v proizvodni proces

Pri ravnanju z odpadki je najpomembnejše, da odpadek po definiciji opredelitve odpadka sploh ne nastane ali pa da teh snovi nastane čim manj. To lahko dosežemo s pravilnim pristopom k načrtovanju proizvodnih procesov, kjer mora biti nastajanju odpadkov posvečeno kar največ pozornosti. Najučinkoviteje se da zmanjšati ali preprečiti nastajanje odpadkov z

- boljšo izrabo surovin - optimizacijo,
- predelavo odpadkov za nadaljnjo uporabo.

Običajno tem metodam sledijo tudi ekonomski učinki.

Najenostavnejše postopki in naprave za izločanje surovin, ki jih je možno kasneje ponovno uporabiti, so:

- sortiranje in sortirne naprave,
- separacijske naprave.

Pri zagotavljanju pridobivanja surovin iz uporabljenih materialov in izdelkov pa ločimo postopke:

1. znotraj proizvodnega procesa in
2. sistemski pristop znotraj potrošniške družbe v okviru držav ali skupnosti držav.

V Evropski uniji je posebna pozornost posvečena objektom in napravam, ki lahko povzročijo okoljsko onesnaževanje večjega obsega ali t.i. IPPC zavezancem. Evropska unija je septembra 1996 sprejela direktivo o celovitem preprečevanju in nadzorovanju industrijskega onesnaževanja. Zavezanci so obrati, ki lahko povzročijo večje onesnaženje, tudi čezmejno. Namen je doseči celovit pristop k preprečevanju in nadzorovanju onesnaževanja. Ravnanja v nasprotju z evropskimi predpisi s področja zaščite okolja lahko privedejo do neenakega

položaja na skupnem evropskem trgu. Zato imajo pristojnost za nadzor nad največjimi onesnaževalci tudi evropski kontrolni organi.

8.4.2 Direktiva IPPC

Evropska direktiva 96/61 za celovito preprečevanje onesnaženja in njegov nadzor - Directive for **I**ntegrated **P**ollution **P**revention and **C**ontrol (v nadaljnjem besedilu direktiva IPPC) je del evropskega pravnega reda. Direktiva IPPC temelji na načelu zmanjšati in kolikor mogoče odstraniti industrijsko onesnaževanje na osnovi uporabe najboljših dostopnih tehnik - BAT.

Direktiva IPPC loči 5 + 1 industrijskih sektorjev, znotraj katerih je iskati IPPC-zavezance. V Sloveniji je identificiranih pribl. 150 IPPC-zavezancev z ocenjenim letnim prirastkom od 10 do 20 obratov. Industrijski sektorji IPPC so: energetika, predelava kovin, rudarstvo, kemični obrati, ravnanje z odpadki in druge dejavnosti.

Referenčni dokumenti o BAT (BREF) so bili vpeljani zato, da bi omogočili izmenjavo informacij o merilih za določanje BAT za zgoraj naštetih industrijskih sektorjev.

Namen BREF dokumentov je:

- 1) raziskovanje in ocenjevanje BAT,
- 2) ugotavljanje postopkov, ki izpolnjujejo merila BAT,
- 3) določanje referenčnih učinkov BAT za državne organe, industrijo, nevladne organizacije in javnost,
- 4) omogočiti uporabo BAT na ravni obrata.

Po direktivi IPPC se informacije BAT in BREF zagotavljajo po dveh organizacijskih in informacijskih poteh, in sicer iz foruma za izmenjavo informacij (Information Exchange Forum - IEF) in tehničnih delovnih skupin (Technical Working Group - TWG). IEF ima več izraznih možnosti, kot so ciklični posveti, izmenjava podatkov po internet portalu, ki poleg hitrih informacij ponuja tudi virtualno knjižnico BREF in BAT s pripadajočim svetovanjem na daljavo in strokovnimi virtualnimi razpravami, ki so dokumentirane v virtualnih knjižnicah in so javno dostopne. Virtualne razprave pa so že vmesni člen oziroma podpora metodološka oblika za tehnične delovne skupine, ki so organizirane po industrijskih sektorjih IPPC. Namen TWG je, da se v okviru posameznega industrijskega sektorja zberejo predstavniki in strokovnjaki iz gospodarstva, znanosti, države in civilne družbe ter v okviru TWG izrazijo in strokovno argumentirajo tehnološke rešitve, ki so primerne tako iz gospodarskega, regulatornega in družbenega zornega kota.

Namen evropske direktive IPPC 96/61/EC(1) je doseči celovit pristop k preprečevanju in nadzoru onesnaževanja, ki nastaja pri določenih dejavnostih. Zahteva vzpostavitev sistema podeljevanja časovno omejenih integralnih okoljskih dovoljenj, ki so pogoj za opravljanje dejavnosti in kontinuiranega inšpekcijskega nadzora. Uvaja koncept **BAT (Best Available Techniques)** in zahteva pretok informacij o novih tehnologijah. Dovoljenje industriji, za katero bo direktiva obvezujoča, se lahko izda le, če je dejavnost v skladu s konceptom BAT oziroma če emisije ne presegajo predpisanih vrednosti. V postopek izdajanja dovoljenj je vključena tudi javnost, zahteva pa se tudi, da so rezultati nadzora in spremljanja izpustov javnosti dostopni.

Okoljevarstvena dovoljenja v skladu z zahtevami IPPC direktive v slovenski zakonodaji opredeljujejo členi od 68 do vključno 81 Zakona o varstvu okolja (Ur.l. RS št. 41/04), ki določajo okoljevarstvena dovoljenja za naprave, ki lahko povzročijo okoljsko onesnaževanje večjega obsega.

Povzročitelj obremenitve, ki mora pridobiti okoljevarstveno dovoljenje po 68. členu Zakona o varstvu okolja, mora imeti v delovnem ali pogodbenem razmerju najmanj eno osebo, ki je odgovorna za opravljanje nalog varstva okolja. Naloge in usposobljenost tega pooblaščenca za varstvo okolja so določene v 30. členu ZVO. Strokovnjaki iz industrije morajo biti

seznanjeni tako z v Uniji sprejetimi najboljšimi razpoložljivimi tehnikami v njihovi dejavnosti kot tudi z vsebino evropskega registra emitiranih onesnaževal.

Vrste dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega

Navedenega dovoljenja ni potrebno pridobiti za naprave, ki se uporabljajo za raziskave, razvoj in preizkušanje novih izdelkov ter procesov.

Če isti upravljavec na istem kraju upravlja z več istovrstnimi napravami, se njihove proizvodne zmogljivosti seštevajo. Če proizvodne zmogljivosti istovrstnih naprav dosežejo prag, določen za posamezno napravo, se štejejo za napravo, ki lahko povzroči onesnaževanje okolja večjega obsega, upravljavec take naprave pa mora pridobiti okoljevarstveno dovoljenje v skladu z zakonom, ki ureja varstvo okolja.

Emisije snovi iz teh naprav določajo tudi področni predpisi o različnih vrstah emisij npr. v zrak, v vode, v tla ipd.

Tako je bilo npr. v aprilu 2007 sprejetih 11 uredb o emisiji snovi v zrak iz različnih nepremičnih virov onesnaževanja.

Predpisi, ki jih sprejme vlada, nadomeščajo starejše predpise ali uvajajo nove. Z novimi predpisi se za nove naprave upoštevajo določbe smernic Evropske komisije, ki jih komisija izda kot **referenčne dokumente o najboljših razpoložljivih tehnikah**. Določbe teh predpisov se uporabljajo pri izdaji okoljevarstvenih dovoljenj v skladu s predpisi, ki urejajo vrste dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega. Pri tem je potrebno preveriti, če obratovanje naprave izpolnjuje zahteve novih predpisov.

Določanje dopustnih vrednosti emisij in drugih parametrov

Dopustne vrednosti emisij se določijo za naslednje snovi:

ZRAK:

1. žveplov dioksid in druge žveplove spojine,
2. dušikovi oksidi in druge dušikove spojine,
3. ogljikov monoksid,
4. hlapne organske spojine,
5. kovine in njihove spojine,
6. prah,
7. azbest (suspendirani delci, vlakna),
8. klor in klorove spojine,
9. fluor in fluorove spojine,
10. arzen in arzenove spojine,
11. cianidi,
12. snovi in pripravki, za katere je bilo dokazano, da so karcinogene ali mutagene ali da bi preko zraka lahko vplivale na razmnoževanje,
13. poliklorirani dibenzodioksini in poliklorirani dibenzofurani.

VODA:

1. organohalogenne spojine in snovi, ki bi v vodnem okolju lahko tvorile take spojine,
 - a. organofosforne spojine,
2. organokositrne spojine,
3. snovi in pripravki, za katere je bilo dokazano, da so karcinogeni ali mutageni ali da bi v vodnem okolju ali prek vodnega okolja lahko vplivali na razmnoževanje,
4. obstojni ogljikovodiki in obstojne strupene organske snovi, ki se kopičijo v organizmih,
5. cianidi,
6. kovine in njihove spojine,
7. arzen in arzenove spojine,
8. biocidi in sredstva za zaščito rastlin,
9. suspendirane snovi,

10. snovi, ki prispevajo k eutrofikaciji (posebno nitrati in fosfati),
11. snovi, ki neugodno vplivajo na kisikove razmere (in se lahko merijo s parametri, kot so BPK, KPK itd.), razen v primeru, če nastanek teh snovi pri delovanju naprave ni mogoč.

Ne glede na to se lahko dovolijo dopustne vrednosti emisij tudi za snovi, ki niso navedene na seznamu, če pomembno prispevajo k obremenjevanju okolja iz naprave glede na njegovo kakovost in predpisane standarde kakovosti okolja.

Dopustne vrednosti emisij ne smejo biti višje od predpisanih mejnih vrednosti in morajo upoštevati referenčne dokumente za posamezne vrste naprav, možnost prehajanja emisij iz enega dela okolja v drugega, geografske značilnosti območja, stanje okolja na območju naprave in njene tehnične značilnosti.

Dopustne vrednosti emisij so lahko tudi nižje od predpisanih mejnih vrednosti in vrednosti, dosegljivih z uporabo najboljših razpoložljivih tehnik, če je to potrebno zaradi doseganja predpisanih standardov kakovosti okolja.

Merila za presojo uporabe najboljših razpoložljivih tehnik

Osnova za presojo najboljših razpoložljivih tehnik so referenčni dokumenti. Merilo za presojo skladnosti naprave z najboljšimi razpoložljivimi tehnikami je doseganje enakovrednih okoljskih vplivov, izraženih z emisijskimi vrednostmi, s porabo naravnih virov in energije ali z drugimi ustreznimi parametri, kot se dosegajo z uporabo najboljših dosegljivih tehnik, opisanih v referenčnih dokumentih.

Pri presoji najboljše razpoložljive tehnike je treba na splošno ali v posebnih primerih in ob upoštevanju verjetnih stroškov in koristi takega ukrepa ter načela preventive in previdnosti upoštevati tudi podatke o:

1. uporabi tehnologije, pri kateri nastaja malo odpadkov,
2. uporabi manj nevarnih snovi,
3. predelavi in recikliranju snovi, ki nastajajo in se uporabljajo v procesu, in odpadkov, če je to primerno,
4. preizkušeni primerljivih procesov, naprav ali načinov obratovanja v industrijskem merilu,
5. tehnološkem napredku in novih znanstvenih spoznanjih,
6. vrsti, učinku in obsegu posameznih emisij,
7. datumu začetka obratovanja naprav,
8. času, potrebnem za uvedbo najboljše razpoložljive tehnike,
9. porabi in vrsti surovin (vključno z vodo), uporabljenih v procesu, in njihovi energetski učinkovitosti,
10. preprečevanju ali zmanjšanju celotnega vpliva emisij in tveganja za okolje na najnižjo možno raven,
11. preprečevanju nesreč in zmanjšanju njihovih posledic za okolje na najnižjo možno raven,
12. informacijah, ki jih objavljajo Komisija EU ali mednarodne organizacije.

Če za posamezno vrsto naprav referenčnega dokumenta ni, se za določanje dopustnih vrednosti emisij in drugih parametrov ter presojanje uporabe najboljših razpoložljivih tehnik uporabljajo drugi javno dostopni dokumenti o najboljših razpoložljivih tehnikah za to vrsto naprav.

Okoljevarstveno dovoljenje skladno z IPPC direktivo lahko dobijo le postopki/naprave, ki dokazujejo:

- visoko snovno-energetsko učinkovitost,
- okoljsko neškodljivost,
- delovanje na podlagi preprečevanja onesnaževanja (ne čiščenja!),

- izvajanje ukrepov za preprečevanje nesreč oz. omejevanje njihovih posledic,
- izvajanje ukrepov za preprečitev onesnaževanja po prenehanju obratovanja.

Imenujemo jih »najboljše razpoložljive tehnike« (Best Available Techniques - BAT) Značilnosti BAT - tehnike so za posamezne dejavnosti zapisane v t.i. referenčnih dokumentih, ki jih pripravljajo mešane skupine strokovnjakov iz raziskovalnih inštitucij in industrije v okviru Evropskega IPPC Biroja in Instituta za razvoj perspektivnih tehnologij - Trajnostni razvoj v industriji, energetiki in transportu, ki delujeta v španski Seviliji.

Le tista tehnologija oz. naprava, ki dokazuje zadovoljevanje BAT zahtev, še lahko obratuje na področju Evropske unije, vse druge je potrebno zapreti. V EU so morali to storiti do leta 2000 za nove naprave oz. do 2004 za obstoječe.



Vprašanja za ponovitev:

1. Opišite pojem trajnostnega razvoja.
2. Opišite načela trajnostnega razvoja.
3. Opišite cilje trajnostnega razvoja.
4. Opišite družbena področja ali stebre trajnostnega razvoja.
5. Opišite primere zakonskih ureditev s ciljem ohranjanja trajnostnega razvoja.
6. Razmislite in opišite, kje, kdaj in na kakšen način lahko posameznik največ prispeva k uresničevanju globalnih ciljev trajnostnega razvoja.
7. Ocenite, kakšen je pomen varovanja virov pitne vode in uvajanja čiščenja odpadnih voda za ohranjanje trajnostnega razvoja v družbi.
8. Katere so prednosti recikliranja odpadkov pred njihovim uničevanjem oz. odstranitvijo?
9. Ali so prioriteta ravnanja z odpadki vedno izkazana kot manj škodljiva ravnanja družbe z vidika ohranjanja trajnostnega razvoja?
10. Opišite pomen ločenega zbiranja odpadkov s stališča ohranjanja trajnostnega razvoja.

Povzetek

V poglavju so pojasnjeni pojem in cilji trajnostnega razvoja ter opisane nekatere strategije za doseganje teh ciljev. Podrobneje je obdelana prenovljena strategija EU, katere uresničevanje bo ponovno podrobneje preverjeno v l. 2011. Iz prenovljene strategije EU izhaja, da so ključni cilji podrobneje opredeljeni na naslednjih področjih:

1. varstvo okolja,
2. socialna enakost in kohezija,
3. gospodarska blaginja,
4. izpolnjevanje mednarodnih obveznosti.

V prenovljeni strategiji pa so sprejeta naslednja usmeritvena načela politike trajnostnega razvoja:

1. spodbujanje in zaščita temeljnih pravic,
2. solidarnost med generacijami in znotraj njih,
3. odprta in demokratična družba,
4. sodelovanje državljanov,
5. vključevanje podjetij in socialnih partnerjev,
6. povezanost politik in upravljanje,
7. vključevanje politik,
8. uporaba najboljšega razpoložljivega znanja,
9. previdnostno načelo,
10. onesnaževalci naj plačajo.

V strategiji so opredeljeni naslednji ključni izzivi z opredeljenimi splošnimi cilji:

1. Podnebne spremembe in čista energija s ciljem omejiti podnebne spremembe in njihove stroške ter negativne vplive na družbo in okolje.
2. Trajnostni promet s ciljem zagotoviti, da naši prometni sistemi ustrezajo gospodarskim, socialnim in okoljskim potrebam družbe ob istočasnem zmanjšanju njihovih nezaželenih vplivov na gospodarstvo, družbo in okolje.
3. Trajnostna poraba in proizvodnja s ciljem spodbuditi trajnostne načine porabe in proizvodnje.
4. Ohranjanje in upravljanje naravnih virov s ciljem izboljšanja upravljanja naravnih virov ter preprečevanja njihovega prekomernega izkoriščanja, ob priznavanju vrednosti delovanja ekosistemov.
5. Javno zdravje s ciljem spodbujati dobro javno zdravje v enakih pogojih in izboljšati zaščito pred grožnjami za zdravje.
6. Socialna vključenost, demografija in migracije s ciljem ustvariti družbo, ki temelji na socialni vključenosti, z upoštevanjem solidarnosti med generacijami in znotraj njih ter zagotoviti in povečati kakovost življenja državljanov kot predpogoj za trajno blaginjo posameznika.
7. Svetovni izzivi glede revščine in trajnostnega razvoja s ciljem aktivno spodbujati trajnostni razvoj in zagotoviti usklajenost notranjih in zunanjih politik EU s svetovnim trajnostnim razvojem in mednarodnimi obveznostmi.

VIRI IN LITERATURA

Uporabljeni predpisi:

1. Zakon o varstvu okolja (ZVO-1). Uradni list RS, št. 41/2004, 17/2006, 20/2006, 28/2006 Skl.US: U-I-51/06-5, 39/2006-UPB1, 49/2006-ZMetD, 66/2006 Odl.US: U-I-51/06-10, 112/2006 Odl.US: U-I-40/06-10, 33/2007-ZPNačrt, 57/2008-ZFO-1A, 70/2008.
2. Ministrstvo za okolje in prostor. *Navodilo za izdelavo sejalnih analiz*. Ljubljana, 16.11.2004.
3. Uredba o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega. Uradni list RS, št. 97/2004, 71/2007, 122/2007.
4. Uredba o ravnanju z odpadki. Uradni list RS, št. 34/2008.
5. Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav. Uradni list RS, št. 45/2007.
6. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda iz virov onesnaževanja. Uradni listi RS št. 35/1996, 21/2003, 2/2004, 41/2004-ZVO-1, 47/2005.

Literatura:

1. Rismal M.: *Čiščenje odpadne vode*. Skripta. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko.
2. Kolar J. *Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda*. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 1983.
3. Raspor P. *Biotehnologija*.
4. Toman M. J. *Zajezene reke skoraj niso več enake*. Ljubljana: Časopis Delo, priloga Znanost, 7. aprila 2003, stran 10 – 11.
5. Toman M. J. *Biološko ozadje tretje stopnje čiščenja in pomen za vodne ekosisteme*, Zbornik referatov posveta Čiščenje odpadnih voda, Ljubljana, 26.-27. september 1996.
6. Tchobanoglous G. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, and Reuse*. Singapore: McGraw-Hill, Inc, 1991.
7. Imhoff K.und K.R. *Taschenbuch der Stadtentwässerung*. 28. verbesserte Auflage: R. Oldenburg Verlag München Wien, 2002. ISBN 3-486-26332-3.
8. Petek I. *Zapiski s predavanj pri predmetih čiščenje odpadnih vod, biologija in mikrobiologija*. 1990-1999.
9. Likon M. *Biološka predelava odpadkov kot vir trajnostne energije v Primorski regiji*. November 2006.
10. Grilc V. *Izšla sta referenčna dokumenta za obdelavo odpadkov*. Revija Gospodarjenje z odpadki, maj 2006.
11. Žagar K., Rogan J., Kržišnik M. *Pravni vidiki načela trajnostnega razvoja*. Seminarska naloga pri predmetu Varstvo okolja. Univerza v Ljubljani, Pravna fakulteta. Dostopno na <http://www.pf.uni-lj.si/media/plicanic.pravni.vidiki.nacela.trajnostnega.razvoja.doc> .
12. Revija Waste, Abfallwirtschaft, Strassenreinigung, Winterdienst. Die Bohmann Druck und Verlag Gesellschaft m.b.H., 2004-2007.
13. Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje in Gasilska zveza Slovenije: *Mesec varstva pred požarom* (gradiva). Ljubljana, september 2006.

Viri na svetovnem spletu:

- Bažok R. *Fauna tla*. (online). (20.9.2009). Dostopno na http://www.agr.hr/cro/nastava/bs/moduli/doc/ag1009_fauna_tla1.pdf.
- Geršak S. in Baš G. *Voda. Projekt učenja na daljavo*. (online). (20.9.2009). Dostopno na <http://www.o-fp.kr.edus.si/iearn/voda/krozenje.htm>.
- Geršak S. in Baš G. *Voda. Projekt učenja na daljavo*. (online). (20.9.2009). Dostopno na <http://www.o-fp.kr.edus.si/iearn/voda/krozenje.htm>.
- Kožuh M. *Varstvo okolja I* (online). (20.9.2009). Dostopno na <http://www.fkkt.uni-lj.si/attachments/dsk1495/varok2m.ppt#310,67>, Energija kot pogoj preživetja.
- Lejko-Zupanc T.: Pogoji za nastanek okužb; okužba kontaminacija, kolonizacija. (online). (22.11.2009). Dostopno na http://imi.si/dokumenti/06_2006.ppt.
- Lukman P. *Pojem trajnostnega razvoja* (seminarska naloga). (online). Maribor, 22. maja 2005. Dostopno na <http://www.pf.uni-mb.si/files/knez/2005-pojem%20trajnostnega%20razvoja.doc> <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2006-0272+0+DOC+XML+V0//SL>
- Medice Artis. *Riboza*. (online). (20.9.2009). Dostopno na http://medicaartis.si/teorija_riboza.htm
- Petrovec M. *Viri in prenos okužb mehanizmi patogenosti*. Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta. Inštitut za mikrobiologijo in imunologijo. (online). (20.9.2009). Dostopno na <http://www.mpetrovec.net/pdf/04-patogeneza-2007.pdf>.
- Stropnik Č.: *Organska kemija* (prosojnice). (online). (20.9.2009). Dostopno <http://atom.uni-mb.si/~ukelaborg/StropnikPedagosko/Organska/PREDAVprosojnice/PrsOK09KsBzl.pdf>.
- Svet Evropske unije. *Prenovljena strategija eu za trajnostni razvoj*. (online). Bruselj, 26. junija 2006. Dostopno na http://ec.europa.eu/sustainable/docs/renewed_eu_sds_sl.pdf
- Šterbenk E. s sodelavci: *Udejanjanje načel trajnostnega razvoja v malih, antropogeno preobremenjenih porečjih. Centralna čistilna naprava Šaleške doline, osrednji cilj sanacijskega programa Paka*. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta. (online). (22.11.2009). Dostopno na http://www.ff.uni-lj.si/oddelki/geo/publikacije/dela/files/Dela_28/22_sterbenk.pdf
- Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. *Gradivo za študente*. (online). (20.9.2009). Dostopno na <http://web.bf.uni-lj.si/bi/biokemija/studenti/Teze/BIKEGO/12-metabolizem%20aminokislin.pdf>.
- Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. *Osnove mikrobiologije za razumevanje naravovarstva - 1. del. Izvlečki učnih aplikacij*. (online). (20.9.2009). Dostopno na http://www.bfro.uni-lj.si/zoo/studij/dodipl/eko/varoksp2002/arhiv_2006/mikro_1.htm
- Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. *Univerzitetni študij biotehnologije*. (online). (20.9.2009). Dostopno na <http://www.bf.uni-lj.si/dekanat/studijski-programi/univerzitetni/biotehnologija.html>
- Wraber T. *Sistemska botanika*. (online). (20.9.2009). Dostopno na <http://dsb.biologija.org/vpr/2-sbot-wraber.rtf>
- Žagar K., Rogan J. in Kržišnik M. *Pravni vidiki načela trajnostnega razvoja (seminarska naloga pri predmetu pravo varstva okolja)*. (online). Oktober 2008. (20.9.2009). Dostopno na <http://www.pf.uni-lj.si/media/plicanic.pravni.vidiki.nacela.trajnostnega.razvoja.doc>
- Žakelj - Mavrič M.: *Vloga ATP v metabolizmu*. (online). (20.9.2009). Dostopno na <http://www2.mf.uni-lj.si/~zakelj/ATP.pdf>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Antonie_van_Leeuwenhoek
- http://en.wikipedia.org/wiki/Ernst_Haeckel
- http://en.wikipedia.org/wiki/Ferdinand_Cohn

http://en.wikipedia.org/wiki/Vibrio_cholerae
http://sl.wikipedia.org/wiki/Adenozin_trifosfat
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Biotehnologija>
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Celica>
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Evkariont>
[http://sl.wikipedia.org/wiki/Kraljestvo_\(biologija\)](http://sl.wikipedia.org/wiki/Kraljestvo_(biologija))
http://sl.wikipedia.org/wiki/Louis_Pasteur
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Projekt:Etilenoksid>
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Prokarionti>
http://www.bfro.uni-lj.si/zoo/studij/dodipl/mikro/momik2002/arhiv2007/bakt_morfo.htm
http://www.coalition-on-eufunds.org/brosura_nvoregio_print.pdf
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2007-0070+0+DOC+XML+V0//SL>
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2008-0058+0+DOC+XML+V0//SL>
<http://www.kemiki.com/pasteur.php>
http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/Louis_Pasteur.php
http://www.minet.si/gradivo/egradiva/gospodarjenje_z_odpadki/HTML/5_3_bioloska_predelava_odpadkov/shema__ciklus_ogljikovega_dioksida.html
http://www.minet.si/gradivo/egradiva/gospodarjenje_z_odpadki/HTML/5_3_bioloska_predelava_odpadkov/shema__duikov_ciklus.html
http://www.minet.si/gradivo/egradiva/gospodarjenje_z_odpadki/HTML/5_3_bioloska_predelava_odpadkov/shema__ciklus_ogljikovega_dioksida.html
<http://www.umanotera.org/index.php?node=5>
http://www.uradni-list.si/files/RS_-2007-045-02451-OB~P004-0000.PDF
http://www.uradni-list.si/files/RS_-2008-034-01358-OB~P005-0000.PDF
http://www.uradni-list.si/files/RS_-2008-034-01358-OB~P006-0000.PDF

