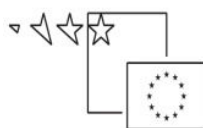




REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

OKOLJSKO NARAVOSLOVJE II

MARIJA BERAS SLANA
DANILO SLANA

Višješolski strokovni program: Varstvo okolja in komunala
Učbenik: Okoljsko naravoslovje II
Gradivo za 1. letnik

Avtorja:

mag. Marija Beras Slana, univ. dipl. inž. teks. tehnol.
Danilo Slana, univ. dipl. inž. str.
Prometna šola Maribor
VIŠJA PROMETNA ŠOLA MARIBOR



Strokovna recenzenta:

dr. Ivan Gubenšek, univ. dipl. inž. str.
dr. Julija Volmajer Valh, univ. dipl. inž. kem. tehnol.

Lektorica:

Tanja Srebrnič, prof. slov.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

Izdajatelj: Konzorcij višjih strokovnih šol za izvedbo projekta IMPLETUM
Založnik: Zavod IRC, Ljubljana.
Ljubljana, 2011

Strokovni svet RS za poklicno in strokovno izobraževanje je na svoji ___ seji dne ___ na podlagi 26. člena Zakona o organizaciji in financiranju vzgoje in izobraževanja (Ur. l. RS, št. 16/07-ZOFVI-UPB5, 36/08 in 58/09) sprejel sklep št. _____ o potrditvi tega učbenika za uporabo v višješolskem izobraževanju.

© Avtorske pravice ima Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije.

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Impletum 'Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008–11'.

Projekt oz. operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete 'Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja' in prednostne usmeritve 'Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja'.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne odraža mnenja Evropske unije. Odgovornost za sebino dokumenta nosi avtor.

KAZALO VSEBINE

PREDGOVOR	3
1 OSNOVE FIZIKE, KEMIJE IN BIOKEMIJE	5
1.1 SNOV IN NJENE LASTNOSTI	6
1.1.1 Elementi, spojine, zmesi, raztopine.....	6
1.1.2 Masa in SI sistem enot	7
1.1.3 Definicije nekaterih lastnosti snovi.....	9
1.2 FIZIKALNE SPREMEMBE	12
1.2.1 Spremembe agregatnih stanj.....	12
1.3 KEMIJSKE SPREMEMBE (REAKCIJE).....	14
1.3.1 Energijske spremembe pri kemijskih reakcijah.....	15
1.3.2 Reakcije v anorganski kemiji	20
1.3.3 Oksidacija in redukcija.....	21
1.3.4 Nevtralizacija.....	23
1.3.5 Obarjanje.....	23
1.4 BIOKEMIJSKI PROCESI.....	24
1.4.1 Fotosinteza.....	26
1.4.2 Celično dihanje.....	30
2 EKOSISTEMI	32
2.1 EVOLUCIJA	32
2.2 LASTNOSTI EKOSISTEMOV.....	33
2.3 PREHRANSKE VERIGE.....	35
2.4 METABOLIZEM BAKTERIJ	36
2.3.1 Anaerobni in aerobni procesi	38
2.4 NARAVNI KROŽNI TOK.....	38
2.4.1 Kisikov krog.....	38
2.4.2 Ogljikov krog	40
2.4.3 Dušikov krog.....	41
2.4.4 Fosforjev krog.....	41
3 OKOLJSKE TEHNOLOGIJE	43
3.1 PRAVNA UREDITEV VARSTVA OKOLJA.....	44
3.1.1 ISO 14000.....	45
3.1.2 IPPC	46
3.1.3 REACH	46
3.1.4 Zakonodaja	47
3.2 ČIŠČENJE VODE	50
3.2.1 Mehansko čiščenje vode.....	53
3.2.2 Prilagoditev pH vode	54
3.2.3 Bistrenje vode	55
3.2.4 Filtracija	56
3.2.5 Biološko čiščenje.....	58
3.2.6 Dezinфекcija	58
3.3 ONESNAŽENOST ZRAKA IN UKREPI ZA PREPREČEVANJE ONESNAŽEVANJA	59
3.3.1 Škodljive snovi v zraku.....	60
3.3.2 Ogljični odtis.....	60
3.3.3 Ukrepi za preprečevanje onesnaževanja zraka	61
3.3.4 Cikloni.....	62
3.3.5 Elektrostatični precipitatorji.....	62
3.3.6 Vrečasti filtri	63

3.3.7 Pralniki.....	65
3.3.8 Načini nižanja NO_x v izpustih.....	66
3.3.9 Nekateri ostali postopki čiščenja zraka.....	68
3.3.10 Biofiltri za čiščenje zraka.....	70
4 CILJI IN NAČELA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA.....	71
4.1 OSNOVE TRAJNOSTNEGA RAZVOJA	71
4.2 OKOLJSKI ODTIS.....	73
5 REŠITVE VAJ.....	75
6 LITERATURA.....	84
7 POMEMBNEJŠE INTERNETNE STRANI	85

PREDGOVOR

V današnjem času so izrazi, povezani z ekologijo (eko-, varstvo okolja, okoljsko naravoslovje), vedno pogosteje zastopani tako v medijih kot tudi v poslovnem svetu. Vsi vemo, da se ti izrazi nanašajo na naravo in okolje, pravi pomen ter spekter razsežnosti teh izrazov pa vendarle marsikomu ostaja neznan, zato je prav, da že v uvodu na kratko nakažem, kako obsežno je področje ekologije in kaj vse zajema. Ekologija je povezana praktično z vsemi znanstvenimi področji, kot so:

- kemija z biokemijo,
- biologija in mikrobiologija,
- fizika s termodinamiko,
- matematika in statistika,
- tehnika, še posebej energetika in procesna tehnika,
- geologija,
- kmetijstvo, ribištvo in lov,
- zoologija, genetika in evolucija,
- laboratorijsko delo.

Poleg tega ekologija raziskuje tudi biologijo različnih habitatov, od morja in sladkih voda do organizmov v prsti. Vsako živo bitje potrebuje za svoje preživetje okolico, iz katere lahko črpa hrano, vodo, zrak, hkrati pa mu okolica mora nuditi ustrezne klimatske pogoje, pod vplivom katerih lahko preživi (ustrezna temperatura, svetloba ...). Proučevanje odnosov, ki jih imajo živa bitja do živega in neživega sveta tekom življenja, imenujemo ekologija.

Dober ekolog mora imeti veliko tehničnega znanja z različnih področij, prav tako pa ga mora tudi znati povezovati, saj se ekologija ukvarja predvsem s praktičnim reševanjem nalog ter z izvajanjem ukrepov za preprečevanje onesnaževanja okolja. Za uspešno praktično delo mora nujno poznati predpise evropske in slovenske zakonodaje ter okoljske in tehnične standarde, kot so okoljski monitoring, testiranje toksičnosti, ugotavljanje vplivov na okolje, metode za ohranitev narave, okoljski menedžment, ISO 9001, ISO 14001, EMAS ...

Učbenik, ki je pred vami, podaja smernice, ki študentu nakažejo osnovna področja ter teme, ki bi jih moral poznati, preden sploh lahko razume osnove rešitev, ki se danes uporabljajo pri tehnologijah zmanjševanja onesnaževanja okolja. Glavni in največji povzročitelj onesnaževanja okolja je prav gotovo industrija, zato je večina tehnologij razvitih prav v industrijske namene. Tehnologije čiščenja zraka ter odpadnih voda, brez katerih si danes industrializacije ne moremo več zamisliti, so prikazane v drugem delu učbenika. Prav zato je v industriji praktično nepogrešljiva oseba, ki ima veliko strokovnega znanja s tega področja, kar se od dobrega ekologa tudi pričakuje.

Ne nazadnje pa se mora vsak posameznik (ne glede na to, ali je ekolog ali ni) zavedati, da lahko vsak sam največ pripomore k ohranjanju narave. Dovolj lahko dosežemo že s smotrno rabo naravnih virov in zmernim potrošništvom.

V gradivu so za lažje razumevanje besedila podani primeri in opombe. Literatura zajema tudi vaje, rešitve posameznih vaj pa so podane na koncu knjige.

Mag. Marija Beras Slana

1 OSNOVE FIZIKE, KEMIJE IN BIOKEMIJE



V tem poglavju bomo ponovili osnove fizike, kemije in biokemije, ki jih je potrebno poznati za lažje razumevanje okoljskih problemov, za podrobnejše spoznavanje pa se bo potrebno poglobiti v dodatno literaturo tega področja (npr. Albricht, L. (2008), Kuchel, F. (1998), Williams, L. (2003) in internetne vire).

V tem poglavju boste spoznali podpoglavja:

- Kaj je materija,
- Razlika med kemijskimi elementi, spojinami, zmesmi ter raztopinami,
- Pomen definicij (plamenišče, tališče, vrelišče),
- Spremembe agregatnih stanj,
- Kemijske in biokemijske reakcije.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- zakon o ohranitvi mase,
- eksotermne in endotermne reakcije,
- fizikalne in kemijske spremembe,
- energijske spremembe, ki nastanejo pri reakcijah.

UVOD V POGLAVJE 1:

Staguhn (2005) navaja, da si za vsak predmet – snov, ki nas obdaja, lahko zastavimo na tisoče vprašanj glede izvora in njegovih lastnosti. Miza, za katero sedim, je iz lesa, toda kaj je les? Knjiga, ki jo prebiram, je iz papirja, toda kako izdelati papir? Predmete, za katere na videz menimo, da so enaki, lahko natančneje primerjamo z analizo ter ugotovimo, da ni dveh popolnoma enakih stvari na svetu. »Iz tega lahko sklepamo, da vse lastnosti materije izhajajo iz najmanjših delcev snovi, imenovanih atomov.« (Staguhn, 2005, 18). Pojem atom je vpeljal grški filozof Demokrit približno 470 do približno 380 let pred našim štetjem. »Zlog *tom* je grškega izvora in pomeni deliti, rezati. *A* pa pomeni zanikanje nečesa. Atom torej pomeni nekaj, česar ni mogoče deliti. Po njegovem mnenju bi si naj atom predstavljali kot izredno majhno gladko kroglico, ki je nevidna, nepropustna in nespremenljiva.« (Staguhn, 2005, 17). Takšni raznovrstni atomi naj bi torej sestavljali vso materijo, njihova različna velikost in razporeditev pa sta razlog za različnost snovi.

In kako velik je pravzaprav atom? »S fizikalnega vidika je to 10^{-10} metra.« (Staguhn, 2005, 19), a ob tej številki si ne moremo predstavljati njegove velikosti, zato velikost atoma pogledimo bolj praktično. Po Staguhnu (2005) je posamezna celica našega telesa, ki je biološka temeljna enota organizma, tako majcena, da lahko na pikico črke »i« stlačimo 500 celic. Vsaka telesna celica je sestavljena iz milijard molekul, vsaka molekula pa iz množice atomov.

V uvodu pa lahko podamo še eno predstavo, katere avtor je britanski fizik Kelvin, ki ga poznamo po Kelvinovi temperaturni lestvici. »Če si predstavljamo kozarec vode, v katerem so vse molekule vode, ki se nahajajo v kozarcu, označene, in to vodo vlijemo v morje. Po mešanju bi se te molekule enakomerno porazdelile po vseh svetovnih oceanih. Če bi kjer koli iz morja zajeli kozarec vode, bi v tej vodi zajeli približno 100 teh označenih molekul vode.« (Staguhn, 2005, 20). Pri tem pa je potrebno poudariti še to, da je molekula vode približno trikrat večja od atoma, saj je molekula vode sestavljena iz treh atomov.

1.1 SNOV IN NJENE LASTNOSTI

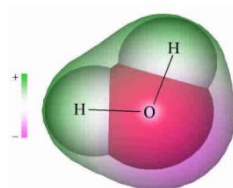
Po Staguhnu (2005) je materija splošni izraz za snov, iz katere so vsi fizikalni elementi. Materija je sestavljena iz snovi in polj, s čimer zavzema neko prostornino. Pojem materija pomeni nekaj trdnega – otipljivega in je vidna. Ljudje smo živa materija in vse, kar nas obdaja, je živa ali neživa materija. »Snov je vse, kar ima maso, polja so pa brez mase. Snov je osnovni material, iz katerega so narejene vse stvari.« (Williams, 2003, 26).

Snov (npr. vodo) najlažje opišemo skozi njene lastnosti (masa, barva, vonj, gostota, viskoznost, tališče, vrelišče ...).

Po Schröterju (1993) lahko materija spreminja:

- svoje lastnosti (gostoto, temperaturo, barvo, vonj ter druge fizikalne lastnosti), kot tudi
- svoje stanje (trdno, tekoče, plinasto), ki je odvisno od temperature okolice.

Snov sestoji iz ene ali več molekul, vsaka molekula pa iz enega ali več atomov.



Slika 1: Molekula vode, ki sestoji iz dveh atomov vodika in enega atoma kisika

Vir: <http://www.aquadyntech.com/watermolecule.html/> (10. 2. 2011)

Snov lahko opišemo z različnimi izrazi, odvisno od tega, v kakšni obliki se nahaja. Najpogosteje uporabljene izraze v kemiji. Njihov pomen bomo pojasnili v nadaljevanju.

1.1.1 Elementi, spojine, zmesi, raztopine

Schröter (et al., 1993) opredeljuje **kemijski element** kot snov, ki sestoji iz samo ene vrste atoma. Kemijski elementi so navedeni v periodnem sistemu. Znanih je 109 elementov, od tega jih 90 lahko najdemo v naravi. Najmanjši delec elementa je atom. Kemijski elementi imajo to lastnost, da jih s kemijskimi reakcijami ne moremo pretvoriti v druge elemente.

Spojine so sestavljene iz dveh ali več elementov v določenem razmerju, so kompleksnejše od elementov in imajo večjo maso kot elementi.

POMNITE:

»Kemijske spojine nimajo enakih lastnosti kot elementi, iz katerih so sestavljene.« (Schröter et al., 1993, 29).

Primer:

Lastnost natrija (Na): burno reagira z vodo.

Lastnost klora (Cl): je strupen.

Lastnost natrijevega klorida (NaCl): ne reagira burno z vodo in ni strupen.

Ali je voda element ali spojina?

Molekulo vode (H₂O) lahko razčlenimo na manjše delce – elemente (dva atoma vodika in en atom kisika), zato je to spojina.

Povzeto po: http://www.chem4kids.com/files/matter_intro.html/ (10. 2. 2011)

Zanimivost!

»V človeškem telesu so elementi vezani v različne spojine, pri čemer kar 98,4 % človeškega telesa sestavlja le šest elementov: kisik 61,4 %, ogljik 19,4 %, vodik 8,9 %, dušik 5 %, natrij 2,4 % in kalcij 1,3 %. Vseh drugih elementov je le 1,4 % ali v človeku, ki ima maso 100 kg, le 1,4 kg. Čeprav je količina teh elementov majhna, pa so zelo pomembni za delovanje organizma in se imenujejo mikroelementi ali elementi v sledovih. Npr. Fe, baker, cink, aluminij. V večjih količinah ti elementi povzročajo zastrupitve in bolezni.« (<http://www.minet.si/kemija/lekcije.php?c=1&id=40>, 10. 2. 2011).

Zmesi so sestavljene iz dveh ali več elementov ali spojin, pri čemer ti elementi in spojine ohranjajo vse svoje lastnosti. Poznamo heterogene in homogene snovi.

Raztopina je trdna, tekoča ali plinasta homogena zmes, pri čemer je vsaj ena snov topilo in vsaj ena topljenec.

Primer:

Katero od navedenega je raztopina in katero zmes?

- a.) Soljena voda
- b.) Zemlja-prst, pomešana z vodo

Soljena voda je raztopina (ker je homogena zmes), ki jo dobimo tako, da sol (topljenec) raztopimo v vodi (topilu). Ali lahko iz raztopine ponovno izločimo topljenec?

Da. To lahko dosežemo z izparevanjem, kjer raztopino segrevamo tako dolgo, da topilo povsem izpari, topljenec pa ostane v posodi. Količino topljenca lahko določimo s tehtanjem.

Tako primer a.) kot primer b.) sta zmesi, le da je soljena voda homogena zmes. (Snov je vizualno enotna, kar pomeni, da brez analize ne moremo ugotoviti, ali je v vodi raztopljena sol ali ne. Sestoji torej iz ene faze.) Prst, pomešana z vodo, pa je heterogena zmes. (Snov je že na zunaj videti neenotna, vsebuje kamenčke, pesek, plavajoče delce, ki so ločeni od vode. Sestoji iz dveh ali več faz.)

S tehtanjem lahko ugotovimo količino topljenca ali topila, ki sodeluje pri reakciji, kot rezultat tehtanja pa dobimo maso, ki se lahko navaja v različnih enotah.

1.1.2 Masa in SI sistem enot

Albricht (2008) v svojem delu navaja, da je v računskem smislu masa merilo za vztrajnost objekta. Ker je tako temeljna lastnost, jo je težko definirati. Lahko rečemo, da masa definira količino snovi v predmetu.

Vse mehanske lastnosti lahko definiramo z maso, dolžino in s časom. Če uporabimo kot enote teh lastnosti kilogram (kg) za maso, meter (m) za dolžino in sekundo (s) za čas, dobimo SI sistem merskih enot, podanih v Tabeli 1.

»Običajno upoštevamo maso sistema kot nespremenljivo veličino in v kemiji velikokrat uporabljamo tako imenovani zakon o ohranitvi mase.« (Albricht, 2008, 1756). Pri velikih hitrostih in pri jedrskih reakcijah pa je potrebno upoštevati novejša spoznanja relativistične teorije o ohranitvi skupne energije sistema.

Več o masi si lahko preberete na: <http://www.wikipedia.org/>. (citirano 6. 10. 2010).

Ali poznate razliko med maso in težo?

Po Staguhnu (2005) predstavlja masa vztrajnost telesa proti gibanju in jo merimo v kilogramih [kg]. Če maso telesa pomnožimo s pospeškom (na planetu Zemlja znaša $9,8 \text{ m/s}^2$), dobimo težo v enoti (N – Newton), ki predstavlja silo, ki jo potrebujemo, da neko telo premaknemo iz mirujočega v gibajoče stanje in obratno.

Tabela 1: SI sistem osnovnih enot

Naziv	Oznaka	Količina	Simbol
Meter	m	Dolžina	l
Kilogram	kg	Masa	m
Sekunda	s	Čas	t
Amper	A	Električni tok	I
Kelvin	K	Temperatura	T
Candela	cd	Intenzivnost osvetlitve	I_v
Mol	mol	Množina snovi	n

Vir: Williams, 2003, 15

Opomba:

En mol je množina snovi, ki vsebuje Avogadrovo število delcev ($N_A = 6,023 \times 10^{23}$). Delci so lahko atomi, molekule, ioni ali elektroni.

Relativna atomska masa (A_r) je relativno število, ki pove kolikokrat je masa nekega elementa večja od 1/12 mase izotopa ogljika ^{12}C . Relativna molekulska masa (M_r) je vsota relativnih atomskih mas posameznih atomov, ki molekulo sestavljajo. Molska masa je masa enega mola in ima enoto g/mol. Številčno je enaka relativni molekulski masi.

Primer:

Kolikšna je masa enega mola vode?

Masa enega mola vode je 18 gramov, ker 1 mol vode (H_2O) vsebuje $6,02 \times 10^{23}$ molekul vode, saj je voda kovalentna spojina in je v osnovnem stanju v obliki molekul. V vsaki molekuli vode sta dva atoma vodika (H) in en atom kisika (O).

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times A_r(\text{H}) + 1 \times A_r(\text{O})$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = (2 \times 1) + (1 \times 16)$$

$$\text{Molska masa } M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$$

Vir: (<http://www.minet.si/kemija/lekcije.php?c=1&id=382/> 22. 6. 2010).

Primer:

Koliko molov snovi je v 36 kg ogljika ^{12}C ?

$$n = \frac{m}{M_A}$$

n je množina snovi v molih

m je masa v gramih

M je molska masa v g/mol

$$n = \frac{36000 \text{ g mol}}{12 \text{ g}} = 3000 \text{ mol}$$

Vaja 1:

Koliko molov snovi je v treh kilogramih metana?

Koliko kg tehta 720 molov ozona?

Kot smo že uvodoma omenili, ima posamezna snov več lastnosti, ki jih lahko opišemo z različnimi definicijami, kot so (plamenišče, vrelišče, tališče ...), pri čemer ima vsaka

definicija svoj pomen. V naslednjem podpoglavju bomo pogledali pomen definicij, ki se najpogosteje uporabljajo. Vrednosti definicij so za posamezne snovi že določene in zbrane v tabelah in se nahajajo v različnih priročnikih.

1.1.3 Definicije nekaterih lastnosti snovi

Za enako snovno lastnost obstaja veliko definicij in pri izbiri definicije je pomembna predvsem njena uporaba. Če nam je pri opazovanju vremena skozi okno dovolj, da definiramo tališče kot temperaturo, pri kateri bo termometer pokazal približno 0 °C in se bo led z luže začel topiti, pa potrebujemo pri izračunu energijskih potreb za zagon hladilnice definicijo tališča, pri kateri samo odvisnost tlaka in temperature opišemo z nekaj stranmi tabel.

Definicije v nadaljevanju so povzete iz internetnega vira <http://sl.wikipedia.org>.

Plamenišče vnetljive tekočine je najnižja temperatura, pri kateri je nad tekočino ravno dovolj pare, da se zmes pare in zraka v stiku z odprtim plamenom vname. Ko se plamen odstrani, gorenje preneha. Plamenišče je ena od lastnosti, ki služi za ocenjevanje vnetljivosti tekočin, na primer tekočih goriv.

Plamenišča se ne sme zamenjati z vnetiščem, ki je (v primerjavi s plameniščem) običajno precej višje. Če odstranimo izvor gorenja pri **temperaturi vnetišča**, gorenje ne preneha.

Primer:

Že na začetku smo omenili, da različne vede prilagodijo definicije svoji uporabi. Poglejmo si plamenišče in tališče z vidika gasilcev.

»Vnetišče je najnižja temperatura, pri kateri začne gorljiva snov burno reagirati s kisikom. Vnetišče je najnižja temperatura, pri kateri se snov na zraku vname in gori najmanj pet sekund. Vnetišče je višje od plamenišča in se od njega razlikuje po tem, da pri plamenišču gorenje po odstranitvi plamena preneha. Plamenišče, vnetišče in temperatura samovžiga so pomembni kriteriji za izbiro ustreznih goriv in maziv.« (http://www.gasilec.net/ul-priloge/MVPP%202006_opis.doc, 05. 12. 2009).

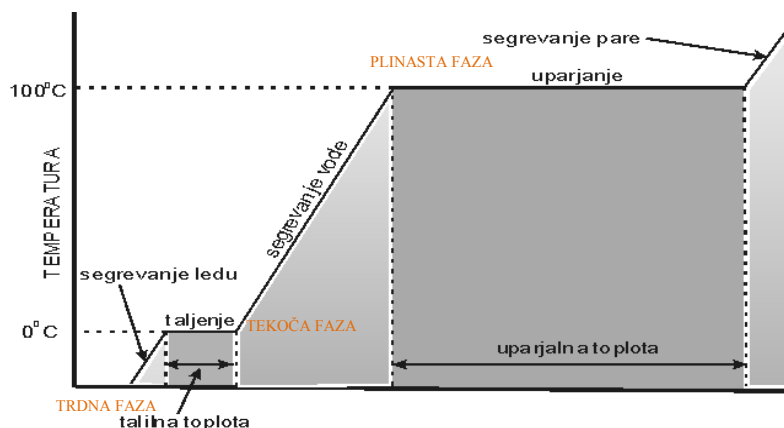
Vidimo, da govorijo o enaki stvari, čeprav dodajajo še druge, za njih pomembne podatke.

Tališče (tudi strdišče, posebej v zvezi s faznimi spremembami vode tudi ledišče, zmrzišče ali zmrzovališče) je temperatura, pri kateri lahko pri danem tlaku obenem obstajata trdna in kapljevinska faza snovi. Snovi, ki nimajo kristalne zgradbe (npr. steklo), nimajo ostro določenega tališča, ampak se pri višanju temperature postopoma mehčajo.

Vrelišče je temperatura, pri kateri lahko pri danem tlaku obenem obstajata kapljevinska in plinasta faza snovi.

Če zmesi kapljevinske in plinaste faze dovajamo toploto, se njena temperatura ne spremeni, na račun kapljevinske pa se povečuje delež plinaste faze. Proces imenujemo **izparevanje**. Obratno se ob **kondenzaciji**, če sistem pri temperaturi vrelišča oddaja toploto, na račun plinaste povečuje delež kapljevinske faze. Toploto, potrebno za izparevanje neke mase izbrane snovi, imenujemo izparilna toplota.

Pa pogledjmo fazni diagram za vodo ter njena tipična agregatna stanja. Diagram prikazuje odvisnost temperature po času.



Slika 2: Spremembe agregatnih stanj za snov (vodo)

Vir: <http://www.p-ng.si/~perko/energetika/agregat/agregat.htm/> (10. 2. 2011)

Agregatno stanje je stanje snovi, določeno z značilnimi makroskopskimi lastnostmi in z urejenostjo atomov oziroma molekul. Med agregatna stanja uvrščamo:

- Bose-Einsteinov kondenzat – makroskopsko kvantno stanje;
- trdno agregatno stanje – atomi so razporejeni v kristalno mrežo z urejeno zgradbo, urejenost na veliki razdalji;
- kapljevinsko agregatno stanje – razdalje med molekulami so majhne, molekule so prosto gibljive, na majhni razdalji obstaja urejenost molekul;
- plinasto agregatno stanje – molekule se prosto in povsem neurejeno gibljejo ter trkajo z drugimi molekulami in stenami posode;
- plazmatsko agregatno stanje – molekule plina so ionizirane.

Med agregatnimi stanji snov prehaja s faznim prehodom, kar si bomo podrobneje pogledali v poglavju 1.2. Vsaka snov prehaja v posamezna agregatna stanja pri različnih temperaturah.

Kurilna vrednost ali tudi kurilnost je tisti del energije, ki jo dobimo pri zgorevanju, če dimne pline ohlajamo samo do temperature nad rosiščem vodne pare (in par žveplene kisline, če so v gorivu). Kurilnost se od **zgorevalne toplote** razlikuje samo, če je v dimnih plinih tudi voda. Zgorevalno toploto merimo glede na enoto količine goriva (npr. kJ/kg za trdne snovi in kJ/m³ za plinaste snovi).

Tabela 2: Kurilne vrednosti nekaterih goriv

Gorivo	Kurilna vrednost goriva [kJ/kg]	[kWh]
Hrast	15 000	4,2
Briketi iz lesa	16 000	4,5
Rjavi premog	17 000	4,7
Briketi iz rjavega premoga	20 000	5,6
Koks	29 000	8,0
Črni premog	32 000	8,9
Bencin	44 000	12,2

Vir: <http://www.ewex.sk/?lg=3&s=8/> (22. 6. 2010)

Iz podatkov v tabeli vidimo, da največ energije iz enega kilograma goriva dobimo pri zgorevanju bencina, kar pomeni, da ima od naštetih primerov v tabeli najvišjo kurilno vrednost.

Vaja 2:

Glede na definicijo kurilnosti pojasnite, kako lahko imajo določene kurilne naprave izkoristek zgorevanja več kot 100 %, čeprav vemo, da strojev in naprav z izkoristkom 100 % in več ne poznamo.

»**Kislost** je merilo za količino prostih vodikov ionov H^+ , **bazičnost** pa je merilo za primanjkljaj le-teh (oziroma presežek OH^-).« (Williams, 2003, 180).

V povezavi s kislostjo in bazičnostjo se v praksi pojavlja faktor **pH**. Ta je merilo za kislost ali bazičnost raztopine. Je brezdimenzijska veličina, definirana kot $pH = -\log_{10}(a_{H^+})$, kjer je a_{H^+} brezdimenzijska aktivnost vodikovih ionov. pH skala ni absolutna skala, pač pa je mednarodno dogovorjena skala in zavzema vrednosti od 0 do 14, pri čemer so raztopine z vrednostmi pH manj kot 7 kisle, z vrednostmi pH več kot 7 pa bazične.

Tabela 3: Okvirne pH vrednosti za nekatere značilne snovi

Snov	pH vrednost	Opombe
Kislina v akumulatorjih	0	Raztopina H_2SO_4
Limonin sok	2,2	
Želodčna kislina	1	(0,7 do 1,2)
Solatni kis	3	
Pomarančni sok	3,6	
Kava	5	
Snovi na površini kože	5,5	
Dež	5,6	H_2O z raztopljenim atmosferskim CO_2
Urin	6	
Kri	7,4	
Mleko	6,8	
Pitna voda	6,8	
Destilirana voda	7	
Morska voda	8	
Belilo za beljenje perila	12,8	raztopina NaCl
Lug za čiščenje	13,6	raztopina NaOH

Vir: <http://www.orientaldetox.com/ph-of-foods.html/> (10. 2. 2011)

Vaja 3:

S pomočjo spletnih virov poiščite definicije za sledeče snovne lastnosti: vonj, trdnost, viskoznost, barva, elektromagnetne lastnosti.

S pomočjo spletnih virov in literature naštejte še nekatere druge snovne lastnosti.

Navedite nekaj indikatorjev, s pomočjo katerih ugotavljamo kislost ali bazičnost snovi.

Snovi lahko spreminjajo svojo obliko (agregatna stanja), možno pa je tudi, da neko snov spremenimo v drugo snov, ki ima drugačne lastnosti. Tako poznamo fizikalne in kemijske spremembe.

1.2 FIZIKALNE SPREMEMBE

Schröter (et al., 1993) navaja, da se pri fizikalni spremembi kemijska sestava snovi ne spremeni, torej ne nastane nova snov, lahko pa se spremenijo lastnosti snovi. Primeri fizikalnih sprememb so:

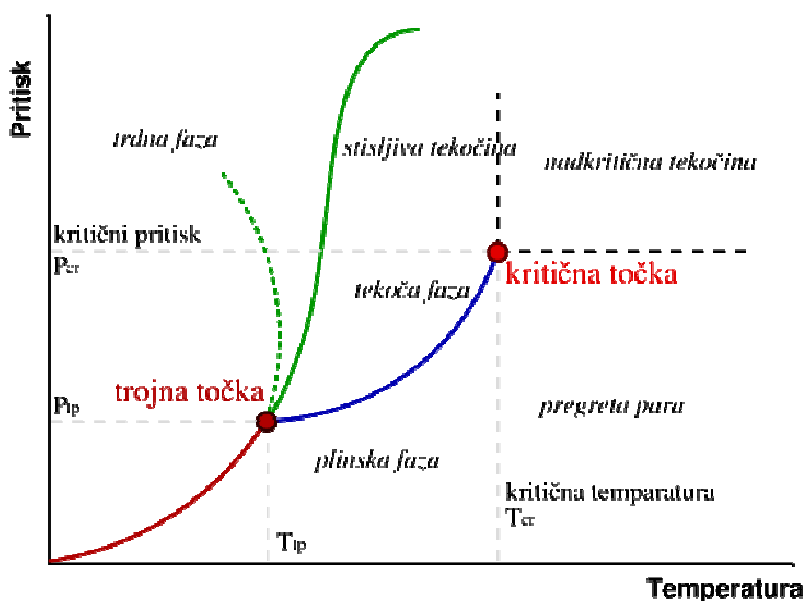
- spremembe agregatnih stanj (vode v led ali paro in obratno),
- preoblikovanje, spreminjanje oblike (modeliranje, upogibanje),
- mešanje dveh snovi v novo zmes (mešanje gnojila in zemlje v humus),
- deljenje snovi na več elementov (npr. rezanje, žaganje, razbitje stekla, razbitje ledu),
- vizualne spremembe (npr. sprememba barve).

Če je prišlo do fizikalne spremembe, ima snov po taki spremembi še vedno enake fizikalne lastnosti. Tipične fizikalne spremembe so spremembe agregatnih stanj.

1.2.1 Spremembe agregatnih stanj

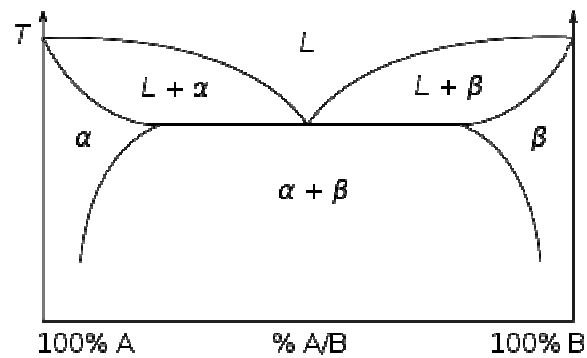
Kaj je agregatno stanje in katera poznamo, smo našli v poglavju 1.1.3. V tem poglavju si bomo pogledali nekaj diagramov, ki opisujejo spremembe agregatnih stanj. S tem, kako izkoriščamo fazne spremembe, se ukvarja tehnična veda **termodinamika**.

Fazni diagrami grafično ponazarjajo, pod kakšnimi pogoji (običajno tlak, temperatura, količina ...) obstajajo določene faze. Poznamo 2D in 3D fazne diagrame. Predvsem na področju materialov in metalurgije so zelo običajni binarni fazni diagrami (npr. odvisnost spojina α – T – spojina β). Kakovostni 3D fazni diagrami so še danes osnova za izračunavanje stanja in energije pare. V modernih računskih metodah in avtomatiziranih postopkih diagrame nadomeščajo interpolirane tabelarične metode in enačbe polja.



Slika 3: Primer faznega diagrama

Vir: http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Phase-diag_sl.svg/ (17. 12. 2009)



Slika 4: Primer binarnega faznega diagrama

Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Eutektikum_new.svg/ (17. 12. 2009)

Zanimivost:

Zoran Rant je bil strokovnjak za termodinamiko in procesno strojništvo, ki je v svetovno tehnično izrazoslovje vpeljal izraza eksergija in anergija. Njegovi 3D fazni diagrami za vročo vodo in vodno paro pa so še danes osnova za izračun delovanja vseh parnih kotlov in strojev.

(Rant, Z.: *Exergiediagramme für Wasser und Wasserdampf*, Brennstoff-Wärme-Kraft (12) 1960/7, 297–301 in dva delovna diagrama.)

Opomba:

Prehode med različnimi fazami dosežemo z dovajanjem ali odvajanjem energije (če želimo, da voda zavre, jo moramo npr. segreti – dovajati energijo). V praksi je potrebno upoštevati tudi tako imenovane spodbujevalce ali zaviralce reakcij. Brez spodbujevalcev reakcije lahko spravimo snovi tudi v stanje, ki po faznem diagramu ne obstaja (npr. podhlajena voda je voda z manj kot 0 °C pri normalnem tlaku). Značilnost teh stanj je, da zelo hitro preidejo v osnovno stanje po faznem diagramu, takoj ko sprožimo reakcijo (npr. z zunanjo silo).

Kakovostne diagrame, ki se uporabljajo v vsakdanji praksi, je izdal VDI (Strokovno združenje nemških inženirjev). Nekatere med njimi si lahko skopirate s spletne strani <http://www.fs.uni-lj.si/kes/predmeti/ttbf.html>.

Opomba:

VDI (mednarodno poznana kratica za »Verein Deutscher Ingenieure«) je danes strokovno najmočnejše nacionalno združenje inženirjev na svetu, ki šteje približno 135.000 članov (2009). VDI-smernice (»VDI-Richtlinien«) v stroki velikokrat pomenijo enako kot predpis, čeprav njihova uporaba običajno ni predpisana (razen v primerih, ko so povzete v standarde in ti standardi preneseni v predpise).

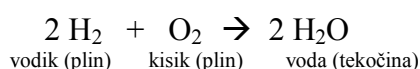
Vaja 4:

Določite, koliko energije potrebujemo, da segrejemo $5\text{ kg H}_2\text{O}$ s temperaturo -10 °C do temperature 250 °C . Koliko litrov bencina porabimo za ta proces, če predpostavimo, da se proces dogaja pri normalnem zračnem tlaku in je zunanji izkoristek celotnega procesa $\eta = 0,8$? Skozi katere termodinamične faze gre H_2O ? Potrebne podatke poiščite s pomočjo literature ali spleta.

1.3 KEMIJSKE SPREMEMBE (REAKCIJE)

»Kemijske reakcije so procesi, pri katerih nastajajo nove snovi.« (Schröter et al., 1993, 24). Lastnosti teh snovi pa se lahko bolj ali manj razlikujejo od snovi, iz katerih so nastale. »Kemijske reakcije spremljajo tudi fizikalne reakcije, kot so oddajanje energije, spremembe agregatnih stanj, sprememba barve ipd. Pogosto lahko ravno na osnovi fizikalnih sprememb sklepamo potek kemijske reakcije.« (Schröter et al., 1993, 25).

Primer kemijske spremembe je npr. oksidacija vodika, pri čemer nastane produkt voda. Ta reakcija je bila razlog vžiga legendarnega plovila – cepelina, saj plina v dotiku močno reagirata. Gre za eksplozivno reakcijo, pri kateri se sprosti veliko energije. Primer je povzet po internetnem viru <http://www.minet.si/kemija/lekcije.php?c=1&id=270>, kjer si lahko ogledate še več primerov oksidacije.



Primer:

Ugotovite, kaj od naštetega ni kemijska sprememba: vrenje mošta, gorenje lesa, taljenje ledu, kuhanje krompirja, kisanje zelja.

Samo pri taljenju ledu gre za spremembo agregatnega stanja, kjer je začetna snov (voda) enaka končni snovi (vodi), kar pomeni, da gre za fizikalno spremembo. Vse ostale spremembe so kemijske.

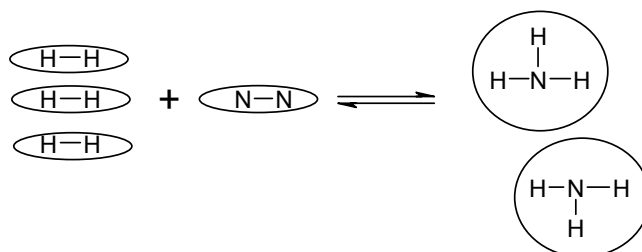
Zakon, ki je skupen vsem kemijskim reakcijam, je zakon o ohranitvi mase, ki govori, da se celotna masa snovi, ki v reakciji sodeluje, ne spremeni.

Kemijske enačbe

Schröter (et al., 1993) navaja, da lahko kemijske reakcije ponazorimo s kemijsko enačbo. Na levi strani so reaktanti, na desni pa produkti reakcije. Puščica definira smer reakcije.

reaktanti → produkti

Kemijske enačbe ne definirajo pogojev za začetek in potek reakcij. Načeloma so vse kemijske enačbe povratne (lahko potekajo v obe smeri). Če hočemo to v enačbi ponazoriti, uporabimo puščico v obe smeri. Namesto puščice, najdemo v kemijski literaturi pogosto tudi enačaj.



Prva primera imenujemo zbirni kemijski enačbi, zadnji primer pa strukturna kemijska enačba.

Pri delu se srečujemo s tremi zapisi kemičnih enačb, in sicer:

- z besedno zapisanimi kemičnimi enačbami,
- s skeletnimi enačbami in
- z uravnoteženimi enačbami (tudi stehiometrično pravilnimi enačbami).

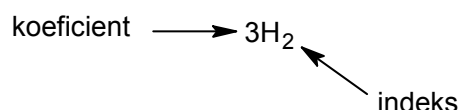
V praksi so vsi trije zapisi enakomerno zastopani, predvsem pa so odvisni od sogovornikove strokovnosti, iz primera v nadaljevanju pa je razvidno, da dajo uravnotežene enačbe najnatančnejši opis.

Primer:

Različni zapis enake enačbe

Zapis	Primer
Besedni zapis	Iz kisika <i>in</i> magnezija <i>dobimo</i> magnezijev oksid.
Uravnoteženi zapis	$O_2 + 2Mn \rightarrow 2MnO$

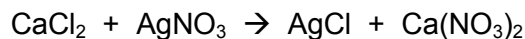
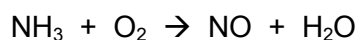
Pri reševanju zbirnih kemičnih enačb je pomembno ločiti, kaj v enačbi je indeks in kaj koeficient enačbe, saj so stehiometrično uravnotežene enačbe hkrati tudi matematične enačbe.



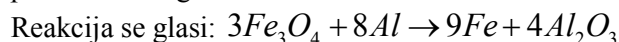
Osnovi načini postopkov reševanja enačb so podrobno razloženi v literaturi, kot je npr. Albricht (2008), Schröter et al (1993) ali Williams (2003) in v internetnih virih (npr. <http://richardbowles.tripod.com/chemistry/balance.htm>), tako da se v nadaljevanju tega predmeta pričakuje poznavanje tega področja iz predhodnega izobraževanja ali iz študija navedene literature.

Vaja 5: Reševanje zbirnih kemijskih enačb

Uravnotežite sledeče kemijske enačbe in jih opišite z besednim zapisom:

**Vaja 6:**

Izračunajte, koliko kilogramov aluminija potrebujemo, da s podano reakcijo pridobimo 2 kg železa.

**1.3.1 Energijske spremembe pri kemijskih reakcijah**

Leta 1863 je Alfred Nobel med eksperimentiranjem podrl del domače hiše in pri tem pobil nekaj svojih sorodnikov. V času, ko je izumitelj Nobel eksperimentiral na tako tvegan način in odkrival energijske pretoke pri kemijskih reakcijah, je bil tak način dela še družbeno sprejemljiv. Danes pa sta varnost in zdravje pri delu osnova za kakršno koli delo v vsaki organizaciji, tako raziskovalni kot proizvodni. Osnova za varno delo s kemikalijami je poznavanje lastnosti snovi, s katerimi delamo, in poznavanje energijskih sprememb, ki jih lahko povzroči reakcija z drugimi snovmi. Veliko teh podatkov je navedenih na varnostnem listu kemikalije, ki je v EU kot obvezen dokument priložen k vsaki prodajani kemikaliji.

Entalpija »H«

Povzeto in prirejeno po internetnem viru <http://www.avogadro.co.uk/chemist.htm/> (citirano 17. 12. 2009).

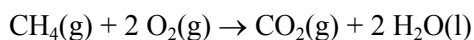
Kemijske reakcije vedno spremljajo tudi energijske spremembe. Iz tehničnih vzrokov se večina reakcij izvaja pri konstantnem tlaku in entalpija se nanaša na energijo pri konstantnem tlaku, pri čemer se lahko prostornina spreminja.

Izraz entalpija izhaja iz grške besede »entalpo«, ki pomeni segrevati se.

Primer:

Če imamo vzorec metana CH₄, koliko energije vsebuje ta vzorec? Prvi podatek, ki ga potrebujemo, je, koliko imamo metana. Tehniki bi nam podali neko vrednost v normnih (m_n³ ali Nm³) ali standardnih kubičnih metrih (Sm³), kemiki pa vrednost v molih. Energijo merimo v Joulih (J). Problem se pojavi, ker ne vemo, od kod meriti energijo. V resnici ni možno poznati skupne vrednosti energije v molekuli. Kakršna koli je vrednost te energije, shranjene v molekuli, se označuje s »H« in je poznana pod imenom entalpija.

Metan je gorivo. Iz goriv dobimo energijo z oksidacijo:



Enačba nam kaže, da potrebujemo 2 mola kisika za zgorevanje 1 mola metana. Enako kot prej pa še vedno iz enačbe ne prepoznamo, koliko energije potrebujemo.

Obstajajo pa tabele, v katerih je navedena **molarna vrednost entalpije**.

Te nam povedo, koliko energije se sprosti, ko metan reagira s kisikom. Vrednost energije se določi po sledeči formuli:

$$\Delta H = \left(H_{\text{CH}_4} + 2 \cdot H_{\text{O}_2} \right) - \left(H_{\text{CO}_2} + 2 \cdot H_{\text{H}_2\text{O}} \right)$$

Splošneje se enačba glasi:

$$\Delta H = \sum H_{\text{produkti}} - \sum H_{\text{reaktanti}}$$

Vendar vse navedeno velja samo teoretično, ker praktično ni možno dobiti absolutnih vrednosti entalpije za kemične elemente ali spojine. Jih pa je možno izmeriti za posamezne spojine, ΔH reakcije pa izračunati s pomočjo Hessovega zakona 0. Izmerjeno vrednost pri standardnih pogojih za metan lahko odčitamo iz tabele 4 in znaša -74,87 kJ/mol, za kisik je 0 kJ/mol, za ogljikov dioksid -394 kJ/mol in za vodo (v litrih) -286 kJ/mol. Iz podatkov lahko določimo standardno entalpijo reaktantov in standardno entalpijo produktov:

$$H_{\text{produktov}} = 1 \times H(\text{CO}_2) + 2 \times H(\text{H}_2\text{O})$$

$$H_{\text{produktov}} = 1 \times (-393,509 \text{ kJ/mol}) + 2 \times (-285,83 \text{ kJ/mol}) = -965,169 \text{ kJ/mol}$$

$$H_{\text{reaktantov}} = 1 \times H(\text{CH}_4) + 2 \times H(\text{O}_2)$$

$$H_{\text{reaktantov}} = 1 \times (-74,87 \text{ kJ/mol}) + 2 \times (0 \text{ kJ/mol}) = -74,87 \text{ kJ/mol}$$

Če upoštevamo splošno enačbo, izračunamo, da se pri reakciji metana s kisikom sprosti 890,3 kJ/mol, kar je prikazano na diagramu »slika 5«.

$$\Delta H = \sum H_{\text{produkti}} - \sum H_{\text{reaktanti}}$$

$$\Delta H = -965,169 \text{ kJ/mol} - (-74,87 \text{ kJ/mol})$$

$$\Delta H = -890,3 \text{ kJ/mol}$$

Vir:

http://www.chem.queensu.ca/people/faculty/mombourquette/Chem221/3_FirstLaw/Thermochemistry.asp/ (8. 3. 2011)

Eksotermne in endotermne reakcije

Schröter (et al., 1993) navaja, da kemične reakcije običajno spremljajo toplotne spremembe. Sistem (reaktanti, ki tvorijo produkte) lahko v okolico sistema oddaja toploto (jo segreva). V tem primeru imajo reaktanti shranjene več energije (več skupne entalpije) kot produkti. Za takšno reakcijo pravimo, da je eksotermna.

Sistem reaktantov lahko v času poteka reakcije iz okolice tudi odvzema energijo (jo ohlaja). V tem primeru imajo reaktanti shranjene manj energije (manj skupne entalpije) kot produkti reakcije. Takšnim reakcijam pravimo endotermne.

POMNITE:

Eksotermne reakcije oddajajo energijo v okolico. ΔH je negativen.

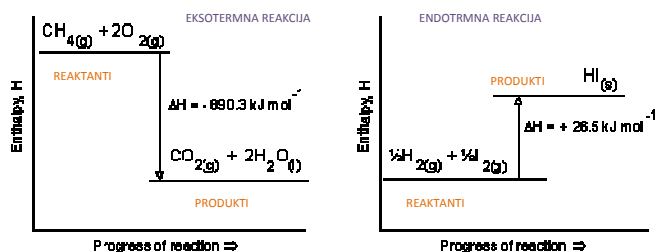
Endotermne reakcije sprejemajo energijo iz okolice. ΔH je pozitiven.

Williams (2003) navaja, da lahko reakcijam, ki potekajo pri konstantnem tlaku, izmerimo spremembo energije. Tej spremembi pravimo entalpijska sprememba in je označena z ΔH . Vrednosti za entalpijske spremembe so izražene v kJ ali v kJ/mol, predznak pa pomeni, ali v sistem toploto dovajamo ali pa jo odvezujemo.

Vaja 7:

Navedite eno eksotermno in eno endotermno reakcijo.

Natančne meritve entalpijskih sprememb se izvajajo v posodah, imenovanih kalorimetri ali kalorimetrične posode. Pri tekočinskih reakcijah običajno zadostuje samo spremljanje spremembe temperature, pri plinih pa je pomembno spremljati tudi spremembe prostornine.

Diagrami entalpijskih nivojev

Slika 5: Diagram entalpijskih nivojev za eksotermno in endotermno reakcijo

Vir: <http://www.avogadro.co.uk/chemist.htm/> (17. 12. 2009)

Diagrame entalpijskih nivojev uporabljamo za enostavno prikazovanje eksotermnih in endotermnih sprememb. Prikazujejo spremembo entalpije med reaktanti in produkti za posamezno reakcijo.

Za eksotermne reakcije je skupna entalpija produktov manjša od reaktantov, za endotermne pa večja. Za obe spremembi je razlika med entalpijama enaka entalpijski spremembi reakcije ΔH .

Natančna vrednost za entalpijsko spremembo reakcije je odvisna od tlaka in temperature, pri kateri je izmerjena. Zaradi tega so v tabelah izražene vrednosti za entalpijsko spremembo pri standardnih pogojih (298 K, 1013 mbar). Standardna entalpijska sprememba je zapisana z oznako ΔH_{298}° ali ΔH_{f}° .

Termokemične podatke lahko najdemo v literaturi, danes pogosteje na spletu, npr. na straneh <http://www.iupac.org/> ali <http://trc.nist.gov/> (NIST Chemistry WebBook). Praviloma so vsi natančnejši podatki plačljivi.

Nekaj podatkov za osnovne spojine je navedenih tudi na internetni strani: [http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_enthalpy_change_of_formation_\(data_table\)/](http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_enthalpy_change_of_formation_(data_table)/).

Tabela 4: Standardne vrednosti entalpije za nekatere spojine

Kemična formula	Faza	ΔH°_{298} (kJ/mol)
Al	s	0
AlCl ₃	s	-705.63
Al ₂ O ₃	s	-1675.7
BaCl ₂	s	-858.6
BaCO ₃	s	-1213
BaO	s	-548.1
BaSO ₄	s	-1473.2
Be	s	0
Be(OH) ₂	s	-902.5
BCl ₃	s	-402.96
Br ₂	l	0
Br	g	111.884
Br ₂	g	30.91
BrF ₃	g	-255.60
HBr	g	-36.29
Ca	s	0
Ca	g	178.2
Ca ₂ ⁺	g	1925.90
CaC ₂	s	-59.8
CaCO ₃	s	-1207.6
CaCl ₂	s	-795.8
Ca ₃ (PO ₄) ₂	s	-4132
CaF ₂	s	-1219.6
CaH ₂	s	-186.2
Ca(OH) ₂	s	-986.09
Ca(OH) ₂	aq	-1002.82
CaO	s	-635.09
CaSO ₄	s	-1434.52
CaS	s	-482.4
C ₆ H ₆	l	48.95
C ₇ H ₆ O ₂	s	-385.2
C	s	1.8
C	g	716.67
CO ₂	g	-393.509
CS ₂	l	89.41
CS ₂	g	116.7
CO	g	-110.525
CCl ₄	l	-139.5
CCl ₄	g	-103.18
COCl ₂	g	-218.8
C ₂ H ₆	g	-83.85
C ₂ H ₅ OH	l	-277.0
C ₂ H ₅ OH	g	-235.3

Kemična formula	Faza	ΔH°_{298} (kJ/mol)
C ₂ H ₄	g	52.47
C ₂ H ₂	g	226.73
CH ₄	g	-74.87
CH ₃ OH	l	-238.4
CH ₃ OH	g	-201.0
CHCl ₃	l	-134.47
CHCl ₃	g	-103.18
C ₃ H ₈	l	-104.7
Cs	s	0
Cs ⁺	g	457.964
CsCl	s	-443.04
H ₂ O	l	-285.83
H ₂ O	g	-241.83
H ₂ O ₂	l	-187.78
HCN	g	+130.5
HI	g	+26.5
HF	g	-269
HCl	g	-92.30
I ₂	s	0
I ₂	g	62.438
MgCO ₃	s	-1111.69
MgCl ₂	s	-641.8
Mg(OH) ₂	s	-924.54
MgO	s	-601.24
MgSO ₄	s	-1278.2
MnO	s	-384.9
MnO ₂	s	-519.7
HgO	s	-90.83
HgS	s	-58.2
NH ₃	aq	-80.8
NH ₃	g	-45.90
NO ₂	g	33.1
NO	g	90.29
O	g	249
O ₃	g	143
PCl ₃	l	-320
PCl ₅	s	-440
KBr	s	-392.2
KClO ₃	s	-397.73
KCl	s	-436.68
KF	s	-562.6
KClO ₄	s	-430.12
SiO ₂	s	-910.86

Kemična formula	Faza	ΔH°_{298} (kJ/mol)
AgBr	s	-99.5
AgCl	s	-127.01
AgI	s	-62.4
Ag ₂ O	s	-31.1
Ag ₂ S	s	-31.8
Na ₂ CO ₃	s	-1130.77
NaCl	aq	-407.27
NaCl	s	-411.12
NaCl	l	-385.92
NaCl	g	-181.42
NaF	s	-569.0
NaOH	aq	-469.15

Kemična formula	Faza	ΔH°_{298} (kJ/mol)
NaOH	s	-425.93
NaNO ₃	aq	-446.2
NaNO ₃	s	-424.8
H ₂ S	g	-20.63
SO ₂	g	-296.84
H ₂ SO ₄	l	-814

Pomen kratic v tabelah:

g ... plinasto stanje

l ... tekoče stanje

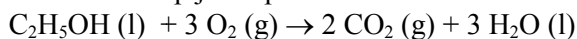
s ... trdno stanje

aq ... vodna raztopina

Vir: [http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_enthalpy_change_of_formation_\(data_table\)/](http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_enthalpy_change_of_formation_(data_table))
(17. 12. 2009)

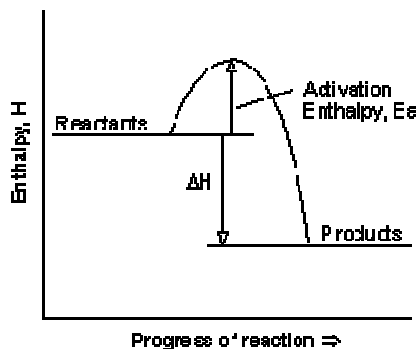
Vaja 8:

Določite entalpijsko spremembo za sledečo reakcijo:



Aktivacijska entalpija

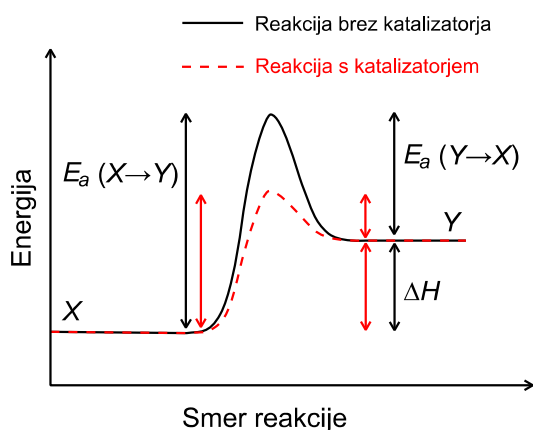
Kisik in metan iz prejšnjih primerov ne reagirata spontano, ampak je potreben vnos določene energije (npr. plamen), da se reakcija začne odvijati. Ker je reakcija eksotermna (se sprošča energija), jo sproščena energija podpira, da se razvija naprej. Po teoriji trkov v plinih pride do reakcije, ko je hitrost molekul višja od kritične. Tej energiji pravimo tudi aktivacijska entalpija.



Slika 6: Aktivacijska entalpija

Vir: <http://www.avogadro.co.uk/chemist.htm/> (17. 12. 2009)

Na aktivacijsko entalpijo lahko vplivamo s katalizatorji, ki le-to povišajo ali znižajo. **Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.** prikazuje reakcijo s katalizatorjem, ki niža aktivacijsko entalpijo. Katalizatorji so zelo pomembne snovi, saj z njimi »nadziramo« poteke reakcij. Katalizatorji ne vplivajo na kemijsko ravnotežje. Ob koncu reakcije se izločijo v prvotni obliki, pospešijo pa hitrost kemijske reakcije. Poznamo biološke katalizatorje (encimi, hormoni, vitamini) in kemijske (najpogostejše kovine: Au, Ni, Pd). Zaviralce reakcij običajno imenujemo inhibitorji.



Slika 7: Vpliv katalizatorja na aktivacijsko energijo

Sprememba Gibbsove proste energije

Fried (et al., 2009) navaja, da je energija gonilna sila vseh reakcij. Reakcije težijo k stanju lokalnega ravnotežja; energijo, ki jih v to sili, imenujemo Gibbsova prosta energija. Rečemo lahko, da vsak sistem teži k lokalnemu minimumu proste energije. Gibbsova prosta energija je definirana kot:

$$\Delta G^0 = -R \cdot T \cdot \ln K,$$

kjer je K ravnotežna konstanta.

Iz definicije je predvsem pomembno razbrati, da ko je Gibbsova energija negativna, se reakcija izvede spontano. Reakcija je posledica tega, da sistem teži k stanju z minimalno energijo. Za razliko od Gibbsove energije se entropija sistema vedno večja.

Gibbsovo prosto energijo pri konstantni temperaturi računamo s pomočjo enačbe:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S,$$

kjer je:

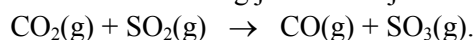
$$\Delta H = \sum H_{\text{produkti}} - \sum H_{\text{reaktanti}}$$

T temperatura sistema v Kelvinih, ΔS pa je sprememba entropije sistema.

Podatke za ΔS in ΔH dobimo iz tabel.

Vaja 9:

Določite spremembo proste Gibbsove energije za reakcijo:



Poimenujte reaktante in produkte, ki nastopajo v reakciji. Ali je reakcija spontana? Kolikšna je sprememba entalpije? Potrebne podatke poiščite v literaturi ali na spletu.

1.3.2 Reakcije v anorganski kemiji

Schröter (et al., 1993) navaja, da reakcije v anorganski kemiji združujemo po nekaterih kriterijih, ki omogočajo, da lahko predvidimo izhod reakcije in da imamo nekakšno sistematizacijo reakcij za lažje primerjanje in razvrščanje:

- Po agregatnem stanju ločimo reakcije v plinasti fazi, raztopinah in trdni fazi.
- Po delcih, ki sodelujejo v reakciji, ločimo oksidacijsko-redukcijske reakcije, ionske reakcije, kislinsko-bazne reakcije.
- Po vrsti energije, ki nastopa v reakcijah, ločimo termokemijske reakcije, elektrokemijske reakcije in fotokemijske reakcije.

Podrobnejši pregled reakcij najdemo v kemijski literaturi, tukaj pa bomo le obnovili nekaj znanja o sledečih reakcijah:

- oksidacija in redukcija
- nevtralizacija,
- obarjanje.

1.3.3 Oksidacija in redukcija

Redoks reakcija ali reduksijsko-oksidijska reakcija je kemijska reakcija, pri kateri hkrati potečeta dve reakciji, reakcija oksidacije in reakcija redukcije. Pri redoks reakcijah atomi spremenijo svoje oksidacijsko stanje.

Oksidacija je definirana kot povečanje oksidacijskega stanja, redukcija pa kot zmanjšanje oksidacijskega stanja.

POMNITE:

Oksidacija je oddajanje elektronov (oksidacijsko število se veča).

Redukcija je sprejemanje elektronov (oksidacijsko število se manjša).

Snovi, ki oddajajo elektrone, so reducenti, oksidanti pa so snovi, ki sprejemajo elektrone.

Williams (2003) navaja, da je gorenje najbolj znana oksidacijska reakcija, obstajajo pa tudi veliko kompleksnejše redoks reakcije, kot je npr. oksidacija sladkorjev v živih organizmih.

Redoks reakcije so pomembne za naš predmet, ker se množično uporabljajo v industrijske namene in so pomemben del bioloških procesov, ki ohranjajo naravno ravnovesje. Velik pomen imajo redoks reakcije tudi v elektrokemiji.

Industrijska uporaba redoks reakcij:

- redukcija kovin iz oksidnih rud,
- galvanski procesi (cinkanje, kromanje, nikljanje),
- elektroliza aluminija,
- gorivne celice,
- katodna in anodna antikorozijska zaščita,
- proizvodnja žveplove in dušikove kisline ...

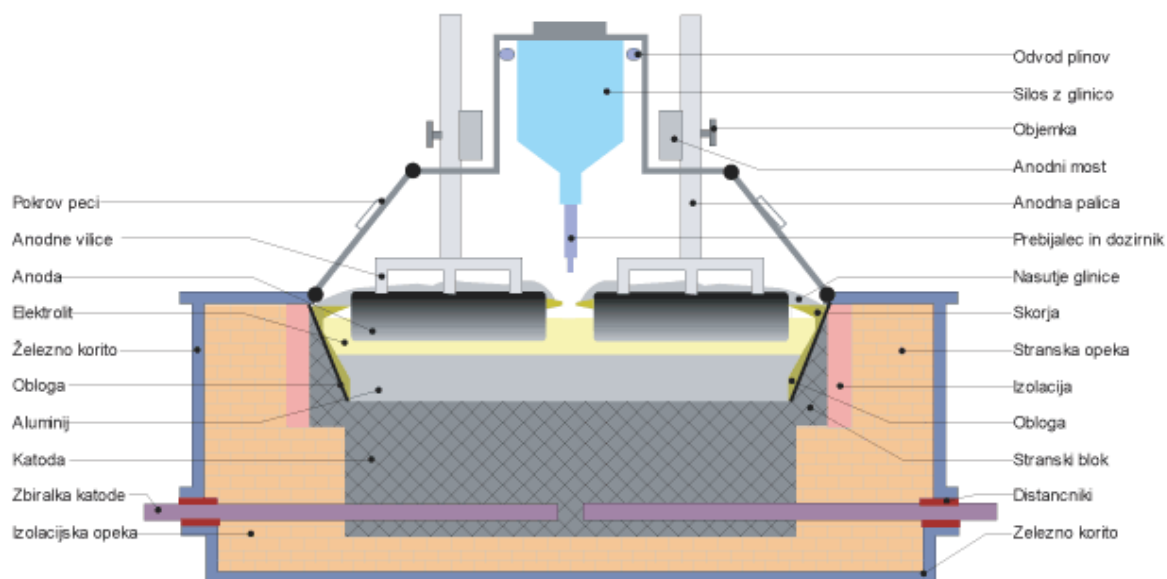
Primer 7:

»Elektrolizni ali primarni aluminij je aluminij, katerega proizvodnja poteka z elektroliznim procesom v elektroliznih celicah. Pri tem procesu enosmerni električni tok razgrajuje glinico (Al_2O_3), ki je raztopljena v elektrolitu, na aluminij in kisik. Tekoči aluminij se zbira v katodnem koritu elektrolizne celice, od koder se črpa in vozi v livarne.« (http://www.talum.si/si/proizvodi/proizvodi_aluminija.php, 19. 12. 2009)

Osnovni proces elektrolize poteka po naslednji kemijski formuli:



Shema peči za pridobivanje elektroliznega aluminija



Slika 8: Shema elektrolize aluminija

Vir: http://www.talum.si/si/aluminij/nacin_pridobivanja.php/ (19. 12. 2009)

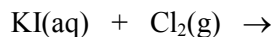
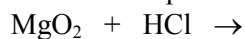
Redoks vrsta

Li^+/Li , Rb^+/Rb , K^+/K , Cs^+/Cs , Ba^{2+}/Ba , Sr^{2+}/Sr , Ca^{2+}/Ca , Na^+/Na , Mg^{2+}/Mg , Al^{3+}/Al , Mn^{2+}/Mn , Zn^{2+}/Zn , Cr^{3+}/Cr , Fe^{2+}/Fe , Co^{2+}/Co , Ni^{2+}/Ni , Sn^{2+}/Sn , Pb^{2+}/Pb , $\underline{2\text{H}^+/\text{H}_2}$, Cu^{2+}/Cu , $\underline{\text{I}_2/2\text{I}^-}$, Ag^+/Ag , Au^{3+}/Au , $\underline{\text{Br}_2/2\text{Br}^-}$, $\underline{\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-}$, $\underline{\text{F}_2/2\text{F}^-}$.

»Na začetku redoks vrste so dobri reducenti – predvsem kovine, na koncu so dobri oksidanti – predvsem nekovine. S pomočjo redoks vrste lahko napovemo smer redoks reakcije oz. ali reakcija poteče ali ne. Kovine, ki so pred $\underline{2\text{H}^+/\text{H}_2}$, se raztopljajo v kislinah, kovine za $\underline{2\text{H}^+/\text{H}_2}$ pa so žlahtne – se ne raztopljajo v kislinah. Reakcije med kovinami in kovinski ioni potekajo v tisto smer, kjer nastane elementarna kovina, ki se nahaja bolj desno v redoks vrsti.« (Jeler in Majcen, 1991.)

Vaja 10:

Uredite in dopolnite redoks reakcije:



Standardni redoks potencial »E⁰«

Redoks potencial je merilo, s katerim določamo željo elementov po redukciji, to je po sprejemanju elektronov. Redoks potencial merimo v voltih (V) ali milivoltih (mV). Bolj je potencial pozitiven, večja je afiniteta elementa za sprejemanje elektrona.

Standardni redoks potencial E^0 je merjen pod standardnimi pogoji :

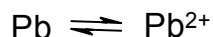
- 25 °C,
- koncentracija 1 mol/L za vsak ion, ki sodeluje v reakciji,

- parcialni tlak 1,013 bar za vsak plin, ki sodeluje v reakciji,
- kovina v čistem stanju.

Standardni potencial je definiran relativno na referenčno standardno vodikovo elektrodo, ki ima dogovorjen potencial 0.00 V. Vrednosti potencialov najdemo v tabelah, ki se nahajajo v literaturi, kot sta npr. http://en.wikipedia.org/wiki/Table_of_standard_electrode_potentials/ ali Schröter et al., 1993).

Vaja 11:

Določite standardni redoks potencial para:



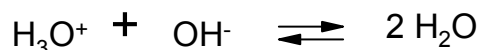
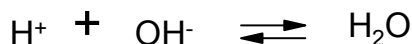
1.3.4 Nevtralizacija

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



Povzeto po (Schröter et al., 1993).

Splošna ionska enačba za nevtralizacijo:



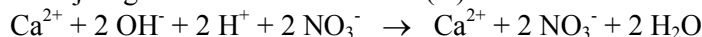
Ta enačba tudi nazorno ponazarja, zakaj se pri mešanju kisline in baze njuni reaktivnosti ne seštevata, ampak se nasprotno medsebojno uničujeta.

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.

Primer:

Nevtralizacija kalcijevega hidroksida z dušikovo (V) kislino:



Če upoštevamo, da so ioni v vodi vedno hidratirani v H_3O^+ ione, lahko napišemo reakcijo v ionski oblik:

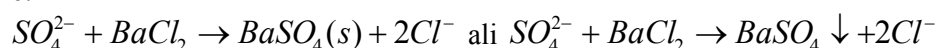


1.3.5 Obarjanje

Obarjanje je kemijska reakcija, pri kateri je reaktant raztopljen v topilu, produkt pa je težko topen v topilu in iz njega izpade kot oborina. V kemijski enačbi se oborina označi z ↓. Obarjalne snovi so snovi, ki sprožijo obarjalno reakcijo.

Primer:

Primer obarjalne reakcije je sintetična reakcija pridobivanja komponente belila za stene:



Obarjalne reakcije se uporabljajo na sledečih področjih:

- dokazne reakcije za ione,
- kvalitativne analize (gravimetrija, volumetrija),
- čiščenje in priprava vode (flotacijske in sedimentacijske metode).

Opomba:

Pri čiščenju in pripravi vode je obarjanje običajna metoda za nižanje koncentracije fosfatov. Pri tem se kot obarjalne snovi uporabljajo Fe(II)-sulfat, železov klorid, aluminijev klorid, natrijev aluminat ali polialuminijev klorid. V principu delujejo vse obarjalne snovi enako, od uporabe in predvidene tehnologije pa je odvisno, v kakšni mešanici jih proizvajalci kemikalij pripravljajo.

Vaja 12:

S pomočjo spleta ali literature poiščite, s katerimi obarjalnimi reakcijami dokazujemo amonijev ion. Napišite reakcije, opišite pogoje, navedite, kateri ioni motijo reakcijo.



Slika 9: Čistilna naprava, ki deluje po principu obarjanja
Vir: <http://www.htb.si/galerija/cistilna.php/> (18. 10. 2009)

1.4 BIOKEMIJSKI PROCESI

Človek je najprej spoznaval biologijo in kasneje poskusil biološke procese razložiti s kemijskimi reakcijami. Na današnji stopnji znanstvenega razvoja lahko večino (nekateri trdijo, da vse) bioloških procesov razložimo s pomočjo kemije, elektrokemije in fizike. Z združevanjem teh ved dobimo znanstveno vejo, ki jo imenujemo biokemija. V nadaljevanju si

bomo pogledali nekaj pomembnejših procesov s področja biologije in biokemije, ki so pomembni za razumevanje ekologije.

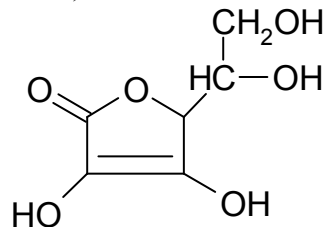
Poznavanje osnov fotosinteze nam bo omogočalo lažje razumevanje vpliva onesnaževanja na floro, celično dihanje pa vpliva onesnaževanja na favno. Proces mitoze ima pomembno vlogo pri bioloških čistilnih procesih, pa tudi pri biološkem onesnaženju.

Pomembnejše biokemijske spojine so:

- aminokislina,
- proteini in proteidi,
- nukleinske kisline,
- encimi,
- vitamini,
- hormoni,
- antibiotiki,
- steroidi.

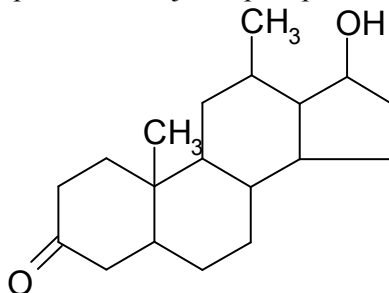
Primer:

Vitamin C, tako pomemben za ohranjanje odpornosti organizma, je kemično gledano kislina (askorbinska kislina).



Slika 10: Vitamin C (askorbinska kislina)

Testosteron, ki spada med moške spolne hormone, je eden izmed hormonov, ki določajo primarne in sekundarne spolne znake. Onesnaženje vodotoka s testosteronom lahko med drugim povzroči menjavo spola pri ribah in posledično izumrtje.



Slika 11: Testosteron

Živi organizmi

Kaj je živi organizem? »To je primarno fizično-kemijski material, ki izraža visoko stopnjo kompleksnosti, je sposoben samoregulacije, izvaja proces metabolizma in se je sposoben razmnoževati.« (Fried et al., 2009, 3).

»Za mnogo biologov je živi organizem zgolj stopnja poljubno rastoče kompleksnosti snovi brez natančne ločnice med živim in neživim svetom.« (Fried et al., 2009, 5).

Vaja 13:

S pomočjo literature ali spleta poiščite vsaj še eno definicijo za pojem »živi organizem«. Pojasnite, ali spada virus med žive organizme.

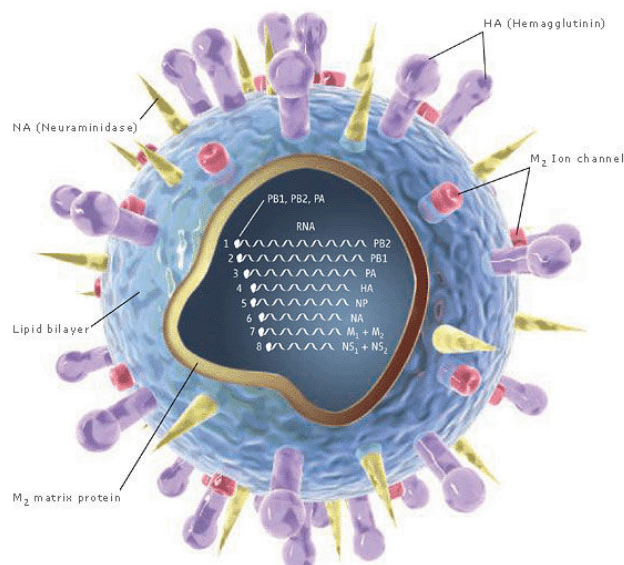


Illustration: Chris Bickel/Science. Reprinted with permission from Science Vol. 312, page 380 (21 April 2006) © 2006 by AAAS

Slika 12: Virus gripe

Vir:

http://www.ifpma.org/Influenza/index.aspx?000_The_Influenza_Virus/001a_Influenza_Virus.html/ (10. 12. 2009)

1.4.1 Fotosinteza

Literatura *Biologija I* (et al., 1981) navaja, da je fotosinteza fizikalni-kemijski proces, ki poteka v rastlinah, algah in fotosinteznih bakterijah. Pri tem procesu se s pomočjo svetlobne energije sintetizirajo organske sestavine. Rezultat fotosinteze v rastlinah, algah in bakterijah je sproščanje molekularnega kisika v ozračje in odvzemanje ogljikovega dioksida iz ozračja in sintetiziranje le-tega v ogljikove hidrate. Temu procesu pravimo tudi kisikova fotosinteza. Tudi nekateri drugi tipi bakterij uporabljajo svetlobo za kreiranje organskih komponent, vendar pri tem ne sproščajo kisika. Temu procesu pravimo kemotsinteza (nekisikova fotosinteza).

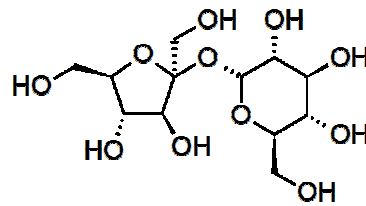
Fried (et al., 2009) navaja, da je fotosinteza največji in najbolj razširjen kemični proces na planetu Zemlja in da zagotavlja preživetje praktično vsega živega na našem planetu (daje hrano heterotrofnim organizmom in molekularni kisik dihalnim organizmom). Dodatno na fosilnih gorivih, pridobljenih s procesom fotosinteze v starodavnih organizmih, temelji celotna industrijska civilizacija.

Čeprav večji del fotosinteze poteka v organizmih velikosti nekaj mikronov, ima ta proces izreden vpliv na celotno zemeljsko atmosfero. Vsako leto se več kot 10 % celotnega atmosferskega ogljikovega dioksida sintetizira v ogljikove hidrate v fotosinteznih organizmih. Približno enako se ga sprosti v ozračje z metabolizmom mikrobov, rastlin in živali ter z zgorevanjem biomase.

Od učinka fotosinteznih organizmov sta odvisni Zemljina atmosfera in klima. V zadnjih nekaj stoletjih je imelo veliko povečanje atmosferskega ogljikovega dioksida velik vpliv na obnašanje in učinek fotosinteznih organizmov. Poznavanje fizikalno-kemijskega procesa fotosinteze je zato osnova za razumevanje razmer med živimi organizmi, atmosfero in biološkim ravnotežjem na Zemlji.

Kuchel (et al., 1998) navaja enačbo, s katero se prikazuje proces fotosinteze. V resnici se za sintezo ogljikovih hidratov opravi set fizikalnih in kemijskih reakcij v zelo koordiniranem procesu. Da se proizvede enostavna molekula sladkorja, potrebuje rastlina skoraj 30 različnih

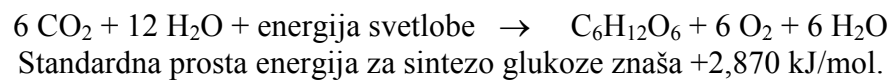
proteinov, ki delujejo znotraj komplicirane membranske strukture. Detajlne raziskave procesa fotosinteze in njenih podprocesov so zaradi tega visoko zahtevni interdisciplinarni projekti.



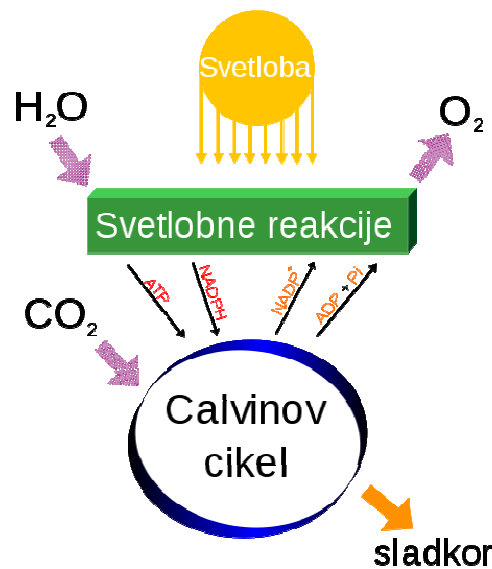
Slika 13: Strukturna formula sladkorja

Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sucrose_CASCC.png/ (19. 12. 2009)

Osnovna formula fotosinteze se glasi:



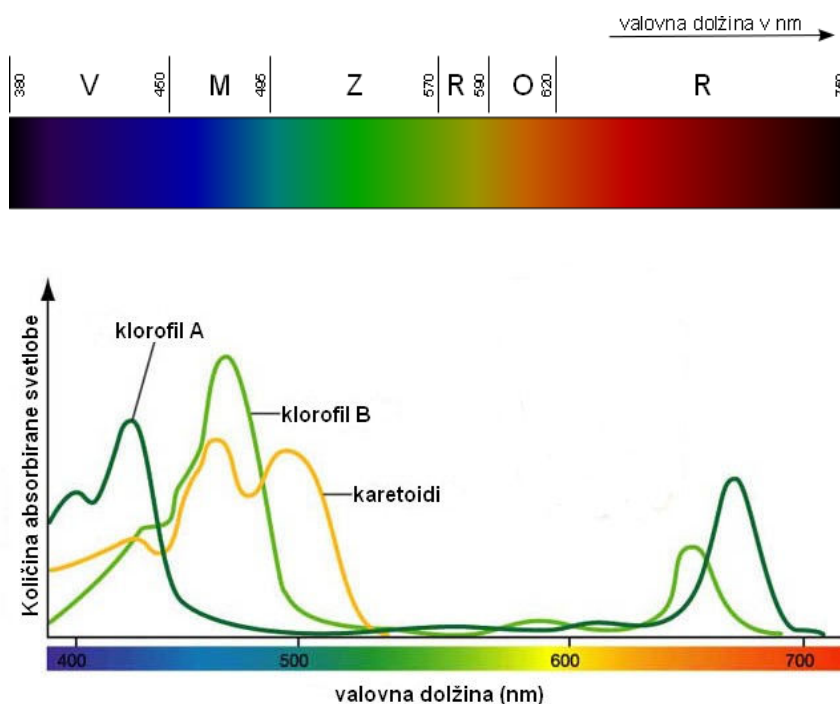
Podrobneje prikazuje proces fotosinteze **Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti..**



Slika 14: Poenostavljena shema fotosinteznih reakcij

Vir: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9c/Simple_photosynthesis_overview-sl.svg/ (17. 12. 2009)

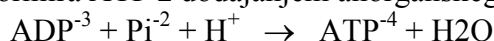
Za fotosintezo potrebujemo svetlobo valovne dolžine med 400 in 700 nm, odvisno od tipa klorofila, ki je na voljo (klorofil A ali klorofil B). Največji delež fotosinteze se opravi v modrem in rdečem delu spektra. V praksi lahko z omejitvijo ali s povečanjem svetlobnega sevanja ustrezne valovne dolžine kontroliramo proces.



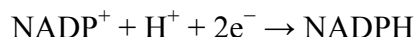
Slika 15: Vpliv valovne dolžine na absorpcijo svetlobe

Vir: <http://www.bio.miami.edu/~cmallery/150/phts/sf7x4c.jpg/> (15. 12. 2009)

Energija svetlobe se porabi za ioniziranje molekule klorofila, pri čemer se sprostita dva elektrona. S pomočjo elektronske transportne verige se elektrone prenese v proces, kjer nastaja glavna energijska snov adenzin trifosfat (ATP). ATP se sintetizira s pomočjo ATP sinteznih encimov. Pretvorba električnega naboja protona v prosto kemično energijo se opravi s pomočjo enojnega proteinskega kompleksa v procesu, poznanim kot ATP sinteza. Ta encim katalizira reakcijo, kjer se formira ATP z dodajanjem anorganskega fosfata (Pi).

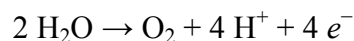


V dveh stopnjah se elektroni rekombinirajo z ionom klorofila in v drugi stopnji poženejo reakcijo:



NADP: nikotinamid-adenin-dinukleotid-fosfat

Molekula NADPH je poglavitni reducent v celicah in vir visokoenergijskih elektronov, ki se porabljajo v drugih kemijskih reakcijah. Pri tej reakciji ostane na klorofilu primanjkljaj elektronov, ki jih je potrebno nadomestiti z drugim reducentom. V rastlinah in algah je to voda; pri reakciji nastaja kisik:

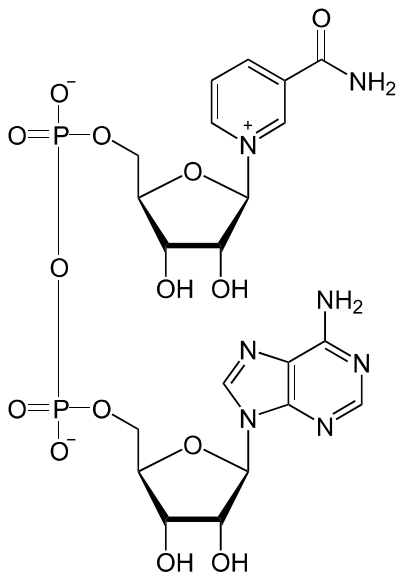
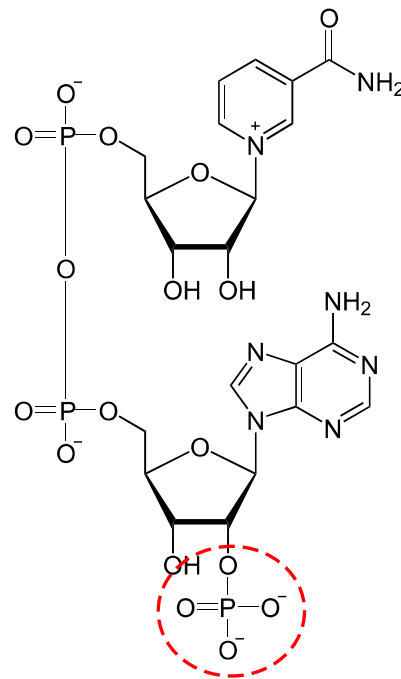


Napačno je torej mišljenje, da energija svetlobnega valovanja cepi ogljikov dioksid in tako sprošča kisik, saj kot vidimo iz reakcij, dobimo kisik iz vode, ogljikov dioksid pa se sintetizira v organske spojine.

Opomba:

Nikotinamid-adenin-dinukleotid-fosfat (NADP⁺) se troši pri anaboličnih reakcijah, kot so npr. sinteza lipidov iz aminokislin, reducent pa je v teh primerih NADPH. NADPH se reducira iz NADP⁺. NADP⁺ je različen od NAD⁺ za eno dodatno fosfatno.

Nikotinamid-adenin-dinukleotid (NAD^+) je koencim, ki ga najdemo v vseh živih celicah.

Slika 16: NAD^+ Slika 17: NADP^+

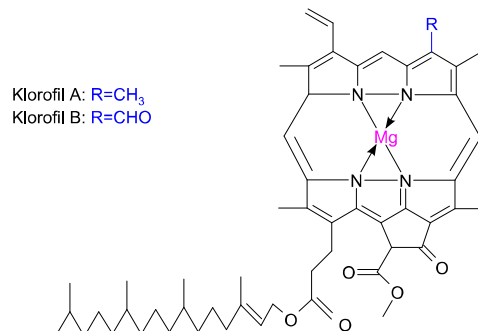
»ATP in NADPH, ki nastajata pri fotosintezi, poganjata vrsto drugih biokemijskih procesov. V rastlinah je najpomembnejši Calvinov cikel, v katerem ogljikov dioksid pretvarjajo v ribulozo (to pa nadalje v druge sladkorje, kot je PGAL, ki se potem pretvori v glukozo, včasih pa tudi v beljakovine). To so od svetlobe neodvisne reakcije ali temotne reakcije, saj potekajo tudi brez svetlobe.

V posebnih primerih, ko je zaradi kakršnega koli razloga v kloroplastih prebitek kisika glede na ogljikov dioksid, pa steče fotorespiracija. To je obratna reakcija, pri kateri se sladkor porablja, ne pa tvori.« (<http://sl.wikipedia.org/wiki/Fotosinteza>, 18. 12. 2009).

Svetlobne reakcije nastopajo v fotosintetskih aparatih, imenovanih kloroplasti, ki vsebujejo klorofil (A in B v razmerju približno 1:3).

Klorofil A: $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$

Klorofil B: $\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$



Slika 18: Strukturna formula klorofilov A in B

Glavni dejavniki, ki vplivajo na proces fotosinteze, so količina svetlobe, koncentracija CO_2 , temperatura in prisotnost vode ter določenih mineralov (Mg je temeljni gradnik klorofila,

ostali minerali pa so v sestavinah encimov). Fotosinteza z jakostjo svetlobe narašča le do določene vrednosti, prevelika jakost svetlobe pa lahko poškoduje receptorje.

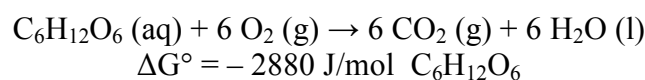
Vaja 14:

Pojasnite, zakaj so listi večine rastlin zelene barve.

1.4.2 Celično dihanje

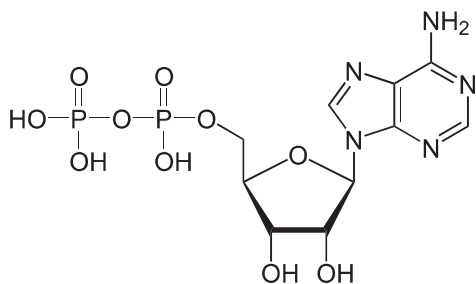
Celično dihanje pomeni procese izmenjevanja snovi, ki se dogajajo v celicah živih bitij. Gre za oksidacijo snovi z molekularnim kisikom (O_2), katere namen je pridobivanje kemijske energije. Sem spada veriga dihalnih procesov v notranji membrani mitohondrijev, pri čemer se sintetizira že v fotosintezi omenjeni primarni nosilec energije ATP. Ostale procese izmenjave plinov pri organizmih zajema pojem dihanje.

Celice za energijsko oskrbo najpogosteje uporabljajo glukozo. Glukoza popolnoma oksidira s pomočjo evkariotov v citoplazmi in mitohondrijih v ogljikov dioksid in vodo. Poenostavljena enačba celičnega dihanja se glasi:

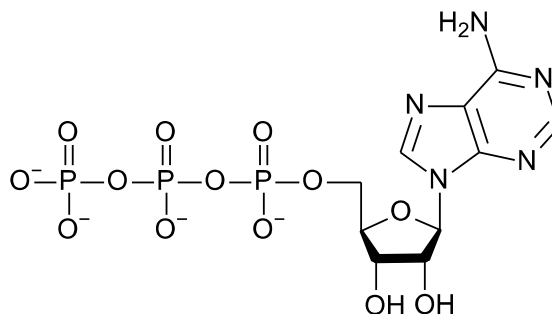


Ker dejanski pogoji ne ustrezajo standardnim za ΔG° , je tudi dejanska vrednost sproščene energije drugačna in lahko precej odstopa od navedene vrednosti.

V seriji kompliciranih kemičnih reakcij se vodikovi atomi ločijo od glukoze in se s pomočjo prenašalcev NAD (nikotinamid-adenin-dinukleotid) prenesejo do mitohondrijev, tam reagira vodik s kisikom in pretvorita se v vodo. Posledica tega je, da dobijo celice z oksidacijo vodika prosto energijo v obliki nosilca ATP (adenozin trifosfat). ATP je prenašalec energije in hkrati kratkotrajna hramba, ki jo celice uporabljajo kot univerzalno energijo pri procesih presnove.

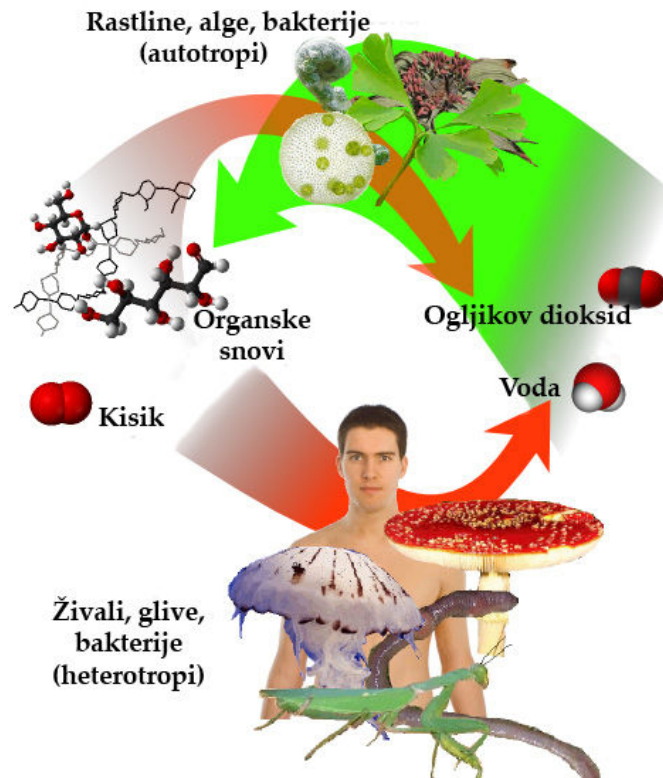


Slika 19: Adenozin difosfat (ADP)



Slika 20: Adenozin trifosfat (ATP)

Če primerjamo formulo za celično dihanje in fotosintezo, vidimo, da je le smer reakcije obrnjena.



Slika 21: Celično dihanje (rdeče) in fotosinteza (zeleno)

Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/Cellular_respiration/ (15. 12. 2009)

Vaja 15:

Pojasnite, kaj je mitoza.

2 EKOSISTEMI



V tem poglavju bomo ponovili, kako so organizmi – živa bitja povezani med seboj in kako na njih vpliva neživa narava – prostor, v katerem živijo.

V tem poglavju boste spoznali podpoglavja:

- *Prehranske verige,*
- *Kemijski procesi, ki potekajo znotraj celic (metabolizem),*
- *Naravno kroženje snovi (kisika, ogljika, dušika in fosforja).*

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- *osnovni hipotezi prehranjevalne verige (energijska hipoteza, hipoteza dinamične stabilnosti),*
- *anabolizem in katabolizem znotraj biološke celice,*
- *processe kroženja snovi med živim in neživim svetom.*

UVOD V POGLAVJE 2

Vse življenje na Zemlji je odvisno od energije in kroženja snovi. Energija je bistvena za ekonomski in socialni razvoj, kot tudi za preživetje živih organizmov (rastlin, živali, bakterij). Za življenje na Zemlji sta bistveni dve preprosti kemijski reakciji, to sta glikoliza (cepitev sladkorjev) ter fotosinteza (nastajanje sladkorjev). Tako so rastline in fotosintezne bakterije proizvajalci hrane, vsi drugi organizmi pa porabniki hrane. Energija se tekom procesov porablja, medtem ko snovi kontinuirano krožijo med biotskim in abiotskim ekosistemom in so del biogeokemijskih ciklov. Najpomembnejši elementi ekosistemov so ogljik, dušik, kisik, fosfor in žveplo. Ti elementi krožijo tako znotraj živih organizmov kot tudi med živimi organizmi in abiotskim ekosistemom, kot so voda (hidrosfera), zemljišča (litosfera) in zrak (atmosfera). Snovi lahko krožijo hitro ali počasi oziroma nekaj časa sploh ne krožijo. Kadar snovi ne krožijo, so »shranjene« v različnih oblikah (ogljik npr. v obliki naftnih polj, kamnin) in bo nekega dne tudi ta ogljik ponovno prešel v vsakdanje kroženje. Geološki cikel je namreč veliko počasnejši od življenjskega, saj nek proces običajno traja nekaj milijonov let.

2.1 EVOLUCIJA

»Evolucija je teorija, ki se trajno dopolnjuje in potrjuje ter trdi, da vsa živa bitja, vključno z modifikacijami, izhajajo iz skupnih davnih organizmov v dolgotrajnem procesu adaptivnih sprememb. Te spremembe so povzročile nastanek organizmov, ki so že izumrli, kakor tudi danes živečih organizmov.« (Fried et al., 2009, 6). Tempo evolucijskih sprememb v strukturi, funkciji in obnašanju skupin organizmov naj bi bil dolgoročno gledano konstanten, kratkoročno gledano pa je stvar aktualnih raziskav in debat. Spremembe se ne pojavljajo enakomerno, pač pa se lahko pojavijo nenadoma v večjem obsegu in jih je bilo pri nekaterih organizmih že mogoče opazovati.

Kot vsaka teorija ima tudi evolucijska teorija alternative, pri katerih ne gre vedno za znanstvene, ampak tudi sociološke in teološke teorije. Splošna teorija kreativizma trdi, da smo bili ustvarjeni s strani nadnaravne sile; določene smeri te teorije dokazujejo, da se časovno gledano ne dogajajo spremembe. Obstajajo pa tudi kombinirane teorije, kjer je kreativizem

osnova in začetek evolucije. Poleg kreativizma in evolucije obstajajo še druge različne teorije, ki pa niso širše znanstveno priznane.

Evolucija je pomembna teorija za ekološke vede, saj nam postavlja teoretični okvir, znotraj katerega lahko pričakujemo spremembe sistema.

Opomba:

»Teorija (starogrško θεωρητιν: theorein – gledati, opazovati) je zamisel ali spoznanje o nekem pojavu, ki največkrat temelji na opazovanju. V nasprotju z odkritjem ali razodetjem je teorija spoznanje, ki ni dokončno ali je celo dvomljivo. V pogovornem jeziku bi sopomenke za teorijo lahko bile: ugibanje, nepraktično razmišljanje, nasprotje resničnosti ali prakse.

V naravoslovnih, tehničnih in družboslovnih vedah je prizvok nedokončnosti dobrodošel. Prav možnost, da teorijo z novimi opazovanji ovržemo, je ključna značilnost znanosti; v nasprotju z verskim pojmovanjem, ki predpostavlja vero v razodetje in učenje, brez možnosti preverjanja.

Teorijo lahko v znanosti tolmačimo tudi kot neki (miselni, računski, logični ...) model opazovanega pojava. V filozofiji znanosti govorimo tudi o falsificiranju teorije, kar pomeni, da teorijo ovržemo, ker smo opazovali dogodke, ki jih teorija ne dopušča. Zahtevo, da je »znanstveno le tisto, kar lahko ovržemo«, je jasno postavil Karl Popper. Nižjo stopnjo zaupanja kot teorija ima v znanosti domneva. Domneva je lahko povsem nepreverjena in plod intuicije. Ko je postavljena domneva preverjena z mnogimi razpoložljivimi podatki, pridobi status teorije. Postavitev in zavrnitev domneve je lahko metodološki postopek, s katerim postopoma izločimo različne konkurenčne trditve.« (<http://sl.wikipedia.org/wiki/Teorija>, 10. 12. 2009).

Kaj sploh je ogrožena vrsta?

To je rastlinska oz. živalska vrsta, za katero ugotovimo, da se njena številčnost zmanjšuje ali celo obstaja možnost, da na določenem območju delno ali povsem izgine (v tem primeru v Sloveniji) in jo zato uvrščamo v Rdeči seznam. Taki vrsti po merilih, ki jih določa IUCN (International Union for Conservation of Nature), določimo stopnjo ogroženosti:

- izumrla vrsta (Ex – Extinct),
- domnevno izumrla vrsta (Ex? – Probably extinct),
- prizadeta vrsta (E – Endangered),
- ranljiva vrsta (V – Vulnerable),
- redka vrsta (R – Rare),
- vrsta zunaj nevarnosti (O – Out of danger),
- neopredeljena vrsta (I – Indeterminate),
- premalo znana vrsta (K – Insufficiently known).

Vaja 16:

Kdo je avtor izvirne evolucijske teorije?

Naštejte nekaj izumrlih in nekaj ogroženih vrst.

2.2 LASTNOSTI EKOSISTEMOV

Izraz ekosistem se nanaša na okolje, sestavljeno iz fizičnega (biotop) in biološkega (biocenoza) dela. V splošnem je ekosistem področje, znotraj katerega fizični faktorji (npr. zemlja, kamenje, voda ...) vplivajo na soodvisne biološke člene (npr. rastline, živali ...). Ekosistem je lahko trajen ali začasen. Običajno ga tvori večje število različnih prehrambnih verig. Ekosistemi so si lahko med seboj zelo različni, vsem pa je skupno sledeče:

- Imajo energijski tok.
- Znotraj ekosistema krožijo živila.

- Izvaja se regulacija ali avtoregulacija velikosti populacije.

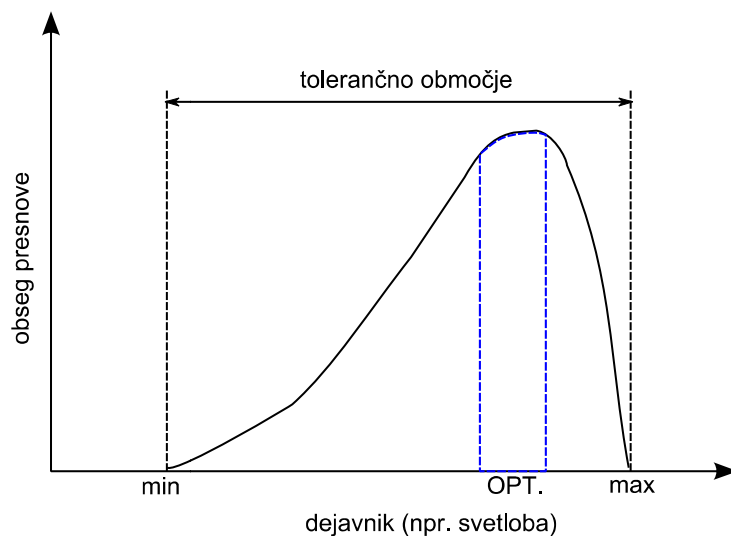
Pomemben zakon za uspevanje posameznega organizma znotraj ekosistema je populariziral kemik Justung Liebig (avtor je Carl Sprengel – 1828). Ta zakon, imenovan **Zakon minimuma** (Liebigov zakon minimuma), govori, da rast in razvoj organizma določa snov, katere je v okolju najmanj.



Slika 22: Liebigov sod oz. skica zgubljenega potenciala

Vir: http://www.avocadosource.com/tools/FertCalc_files/liebigs_law.htm/ (4. 10. 2009)

Živa bitja so zelo adaptivna, zato lahko kljub zakonu minimuma uspešno uspevajo v nekem bolj ali manj širokem tolerančnem območju življenjskih pogojev. Za vse tehnološke procese, ki temeljijo na bioloških procesih, je zato zelo pomembno, da se vplivni dejavniki držijo na področju optimalnih vrednosti (slika 23).



Slika 23: Tolerančno območje uspevanja organizma

Vaja 17:

Naštejte nekaj ekosistemov.

Ekosistem sestavlja mnogo vrst, ki so med seboj v različnih medvrstnih odnosih (sožitje, plenilstvo, zajedavstvo, priskledništvo in tekmovanje). Rastlinske in živalske vrste se nahajajo v večjih ali manjših populacijah, to je skupinah osebkov, ki pripadajo določeni vrsti in so se med seboj sposobni uspešno križati. Pomembne lastnosti populacije so: gostota porazdelitve, rodnost in umrljivost ter starostna in spolna porazdelitev.

2.3 PREHRANSKE VERIGE

Prehranske verige nam znotraj ekosistema kažejo “kdo je koga”. Znotraj ekosistema lahko obstaja več različnih prehranskih verig; ni nujno, da so med seboj povezane. Vsaka prehranska veriga se začne z avtotropom, to je organizmom, ki proizvaja lastno energijo. Avtotropi so lahko rastline ali enocelični organizmi. Primer prehranske verige nam prikazujejo tabele v nadaljevanju.

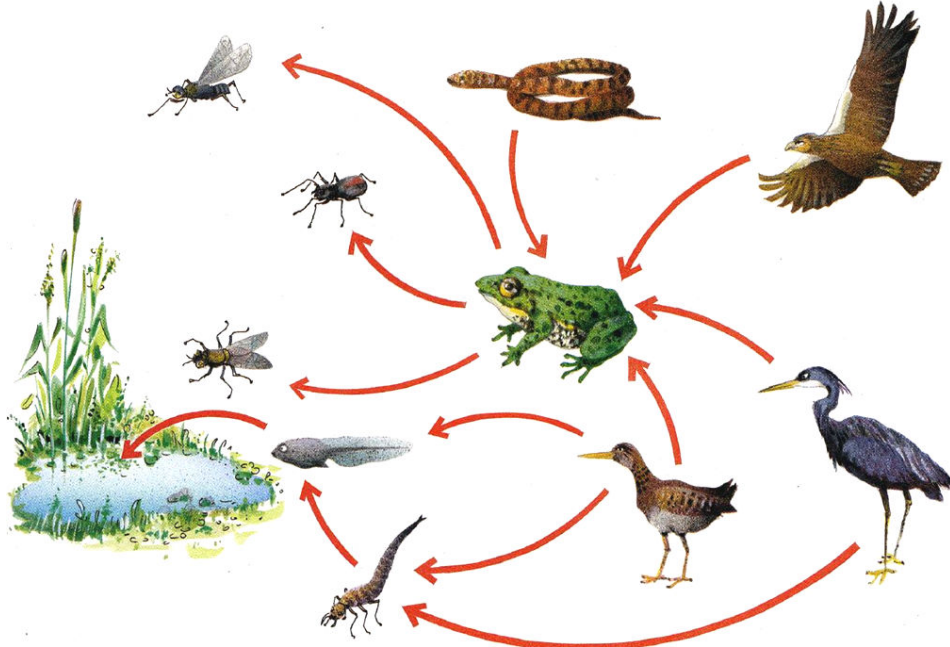
Tabela 5: Prehranska veriga

Avtotrop →	Herbivor →	Karnivor →	Razgrajevalec
Proizvajalec	Primarni potrošnik	Sekundarni, terciarni itd. potrošnik	
→	→	→	

Trava →	Kobilica →	Žaba →	Kača →	Sokol →	Razkrojna bakterija
---------	------------	--------	--------	---------	---------------------

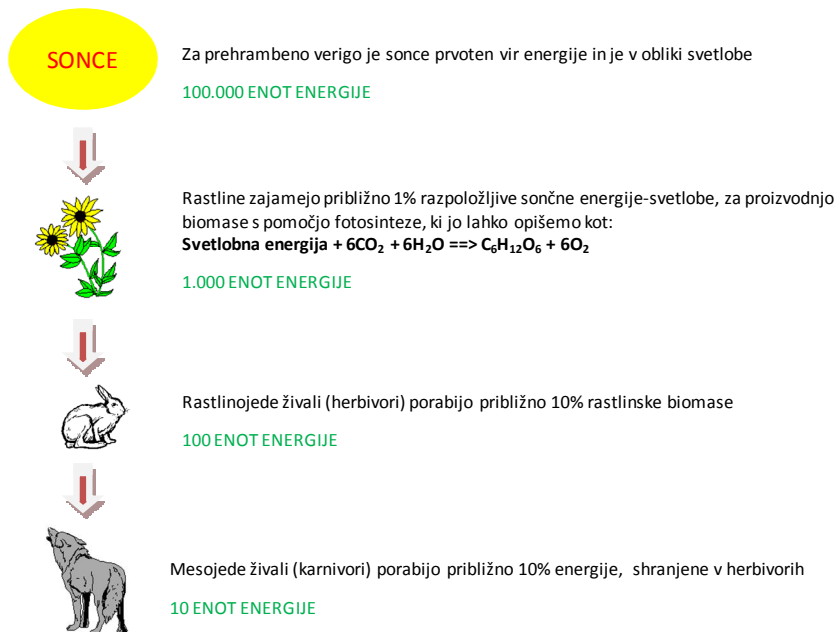
Prehranska veriga preveč poenostavi dejansko razmerje med živimi organizmi. Dejansko energija in snovi ne tečejo zgolj v eni smeri in k enemu porabniku, kot to prikazuje prehranska veriga. Če bi na primer izumrle žabe, bi po naši prehranski verigi izumrli tudi sokoli. V praksi pa so lahko vrste hranjene iz več izvorov. Tudi pomena detrivorov in parazitov v prehranski verigi ni možno primerno predstaviti.

V prehranski mreži zasledujemo premike materije in energije skozi ekosistem ter poskušamo natančneje prikazati odvisnosti med več vplivnimi elementi, kot pa je to v prehranski verigi.



Slika 24: Poenostavljena prehranska mreža žabe (vir neznan)

Prehranska veriga je pri svoji dolžini omejena na štiri do pet členov. Obstajata dve hipotezi, ki razlagata ta fenomen. Energijska hipoteza (slika 25) govori o tem, da energija v verigi od nastanka do zadnjega člana v verigi eksponentno pada, hipoteza dinamične stabilnosti pa govori o tem, da daljša kot je veriga, manj je stabilna.

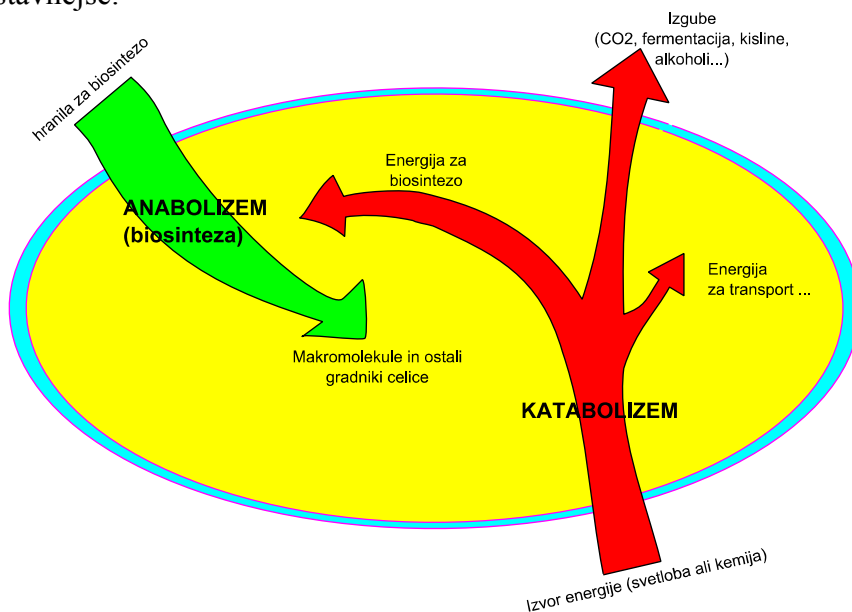


Slika 25: Prikaz energijske hipoteze (gibanja energije) tekom prehranjevalne verige
 Vir: <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/4e.html/> (4. 3. 2011)

2.4 METABOLIZEM BAKTERIJ

Metabolizem je vsota vseh kemičnih procesov, ki se izvajajo znotraj biološke celice. Sestavljen je iz anabolizma in katabolizma:

- Anabolizem pomeni sintezo kompleksnejših struktur in porabo energije za le-to. (Tudi fotosinteza je sklop procesov anabolizma, kjer je vir energije elektromagnetno valovanje.)
- Katabolizem je proces pridobivanja energije z razstavljanjem kompleksnejših struktur v enostavnejše.

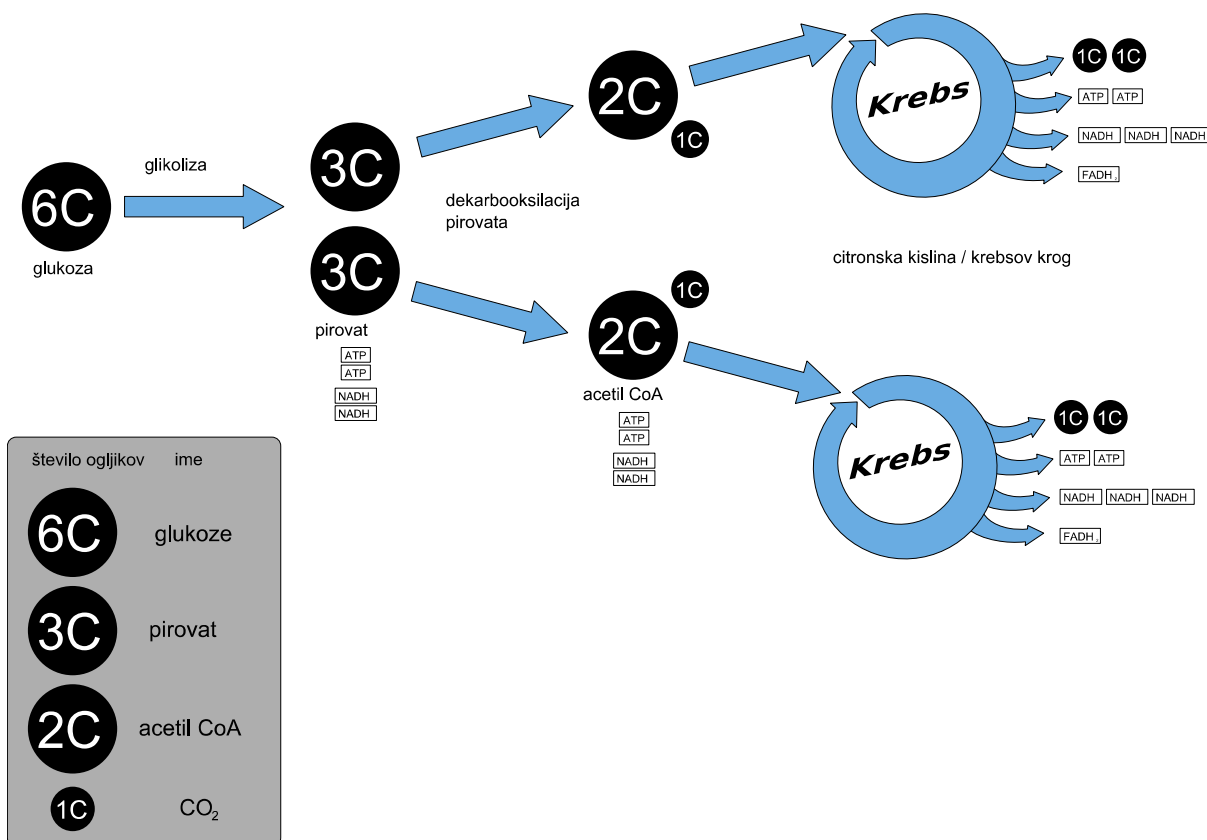


Slika 26: Pregled celičnega metabolizma

Encimi katalizirajo kemijske reakcije in omogočajo, da se opravijo pri temperaturi okolice, čeprav se normalno te reakcije brez encimov pri tej temperaturi ne bi opravile. Encimske reakcije lahko zaradi lažjega prikaza združujemo v zaključene procese, ki jih imenujemo metabolna pot.

Najpogostejše oblike metabolnih poti so:

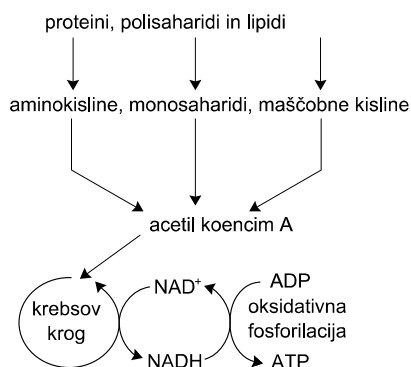
- metabolizem ogljikovih hidratov,
- metabolizem beljakovin,
- metabolizem nukleinskih kislin,
- metabolizem maščobnih kislin.



Slika 27: Pogled na pot ogljika v procesu metabolizma

Vir: http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Image:Metabolism_Overview.svg/
(15. 12. 2009)

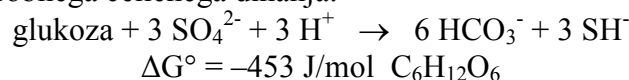
Če smo pri anabolizmu pogledali dva pomembna procesa (fotosintezo in celično dihanje) v okviru biokemijskih procesov, je na spodnji sliki prikazan katabolizem kot biološki proces.



Slika 28: Shema katabolizma

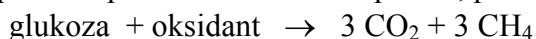
2.4.1 Anaerobni in aerobni procesi

Pri biokemijskih procesih smo si pogledali celično dihanje. Celično dihanje je oksidacijski proces, pri katerem potrebujemo prisotnost energenta (npr. glukoza) in oksidanta (kisik). Zaradi prisotnosti kisika rečemo, da je ta proces aeroben. Če kisika ni na voljo, imajo razne bakterije in mikroorganizmi na voljo še tako imenovani anaerobni proces, pri katerem se oksidacija energenta izvede s počjo katerega drugega oksidanta. Sledeča formula nam prikazuje primer anaerobnega celičnega dihanja:



Iz rezultata je proces energijsko neugodnejši, zato se vedno najprej opravi aerobna faza in šele ko zmanjka prostega kisika, pride na vrsto anaerobna faza.

Za praktično uporabo je uporaben predvsem anaerobni proces, pri katerem nastaja metan:



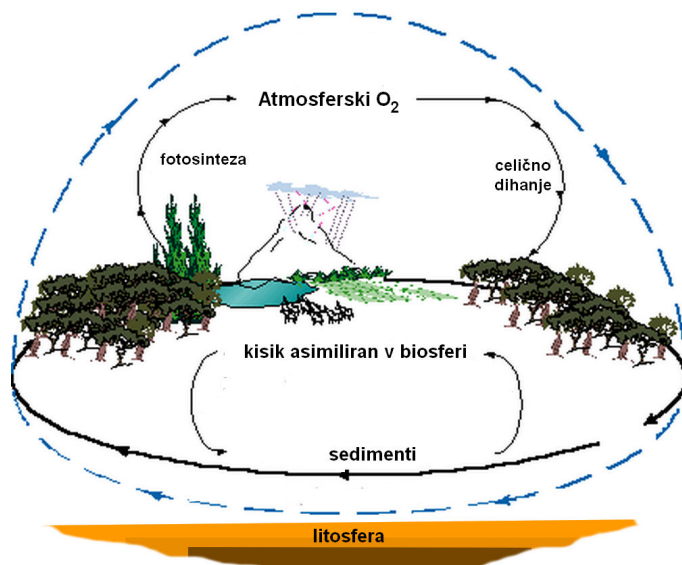
Analogno k aerobnim in anaerobnim procesom spadajo tudi aerobne in anaerobne bakterije.

2.5 NARAVNI KROŽNI TOK

Biocenoza je sestavljena iz makromolekul, v katerih imajo pomembno vlogo ogljik, kisik, vodik, dušik, fosfor, magnezij, dušik in še kateri. Te elemente najdemo v živih organizmih in neživi naravi. Biocenoza iz biotopa črpa te elemente in jih vgrajuje v svoje celice. Po odmrtni žive snovi pa se elementi ponovno vrnejo v okolico.

2.5.1 Kisikov krog

Molekularni kisik je sestavni del ozračja in v nižinah zaseda približno 21 % volumskega deleža. Današnjo raven kisika v atmosferi so avtotropni organizmi ustvarili v zadnjih 5-ih milijonih let. Največji rezervoar kisika na planetu so silikati in oksidni minerali v litosferi (99,5 %), največji izvor molekularnega kisika v ozračju pa je proces fotosinteze. V biosferi (0,1 %) in atmosferi (0,36 %) se nahaja le majhen delež elementa.

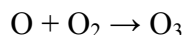


Slika 29: Kisikov krog

Vir: Prirejeno po:

<http://telstar.ote.cmu.edu/envIRON/m3/s4/graphics/embedded/cycleoxygenest.png/> (10. 2. 2011)

Prisotnost atmosferskega molekularnega kisika ja vodila do formacije ozona (O₃) in tvorjenja ozonske plasti znotraj stratosfere. Ozonski zaščitni plašč je za moderne rastlinske in živalske vrste izrednega pomena, saj absorbira škodljivo UV sevanje.



Opomba:

Ozon (O₃) je plin, sestavljen iz treh atomov kisika. Pri standardnih pogojih (temperatura 0 °C, tlak 1,013 mbar) je blede modre barve. Ozon je močan oksidant. Molekula je nestabilna in teži k razpadu v reakciji $2 \text{O}_3 \rightarrow 3 \text{O}_2$ v običajno dvoatomarno obliko in v prosti kisikov atom, ki se rad veže z okoliškimi elementi (močna redukcija).

Za nastajanje »škodljivega« troposferskega ozona so v glavnem krive emisije industrije in prometa. Nastanek troposferskega ozona je posledica zapletenih fotokemijskih reakcij med predhodniki ozona ob pomoči sončne svetlobe ali pod vplivom visokonapetostnih naprav (varilni stroji, fotokopirni stroji, transformatorji).

Evropska skupnost je v zvezi s tem izdala direktivo o ozonu št. 2002/3/EC. V slovensko zakonodajo so zahteve te direktive prenesene v Uredbi o ozonu v zunanjem zraku (Uradni list RS 8/03). Ta določa alarmne, opozorilne, ciljne in dolgoročno naravnane vrednosti koncentracij ozona. Določa tudi način merjenja, zagotavljanje kakovosti meritev, število merilnih mest ter poročanje o rezultatih meritev. Opozorilna vrednost za ozon je 180 µg/m³ za enurno povprečje. Alarmna vrednost za ozon je 240 µg/m³ za enurno povprečje.

Tabela 6: Skladišča kisika

Skladišče	Kapaciteta (kg O ₂)	Pretok (kg O ₂ na leto)	Obstoynost (leta)
Atmosfera	$1.4 \cdot 10^{18}$	$30,000 \cdot 10^{10}$	4.500
Biosfera	$1.6 \cdot 10^{16}$	$30,000 \cdot 10^{10}$	50
Litosfera	$2.9 \cdot 10^{20}$	$60 \cdot 10^{10}$	»500.000.000«

Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/Oxygen_cycle/ (21. 12. 2009)

Tabela 7: Proizvodnja in potrošnja kisika

Pridobivanje kisika	($\cdot 10^{10}$ kg O ₂ na leto)
Fotosinteza na suhem	16.500
Fotosinteza v morjih	13.500
Fotoliza N ₂ O	1.3
Fotoliza H ₂ O	0.03
Skupaj proizvodnja kisika	≈ 30.000

Poraba kisika	($\cdot 10^{10}$ kg O ₂ na leto)
Aerobno dihanje	23.000
Mikrobna oksidacija	5.100
Zgorevanje fosilnih goriv (antropogeno)	1.200
Fotokemična oksidacija	600
Vezava N ₂ (naravno in antropogeno)	22
Oksidacija vulkanskih plinov	5
Kemični razpad, preperevanje	50
Vezave O iz O ₃	12
Skupaj poraba kisika	≈ 30.000

Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/Oxygen_cycle/ (21. 12. 2009)

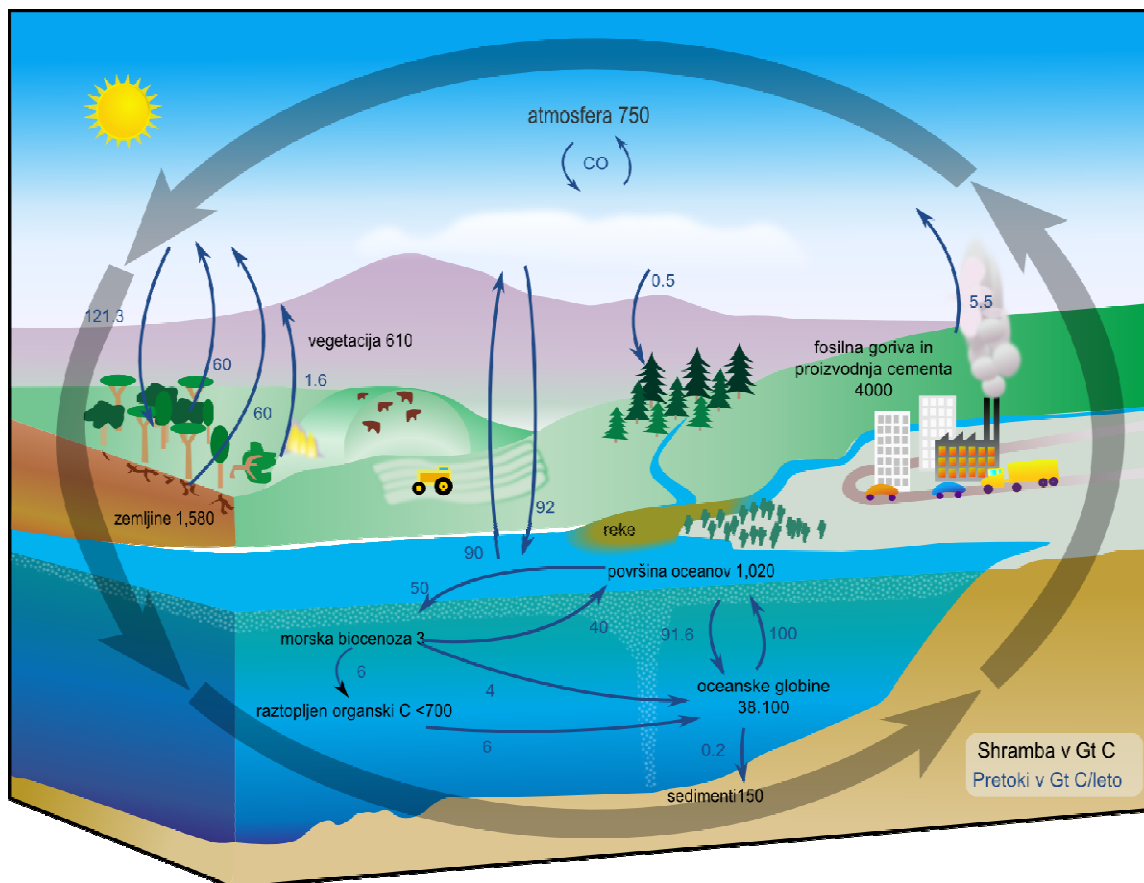
2.5.2 Ogljikov krog

Ogljik je temeljni element za tvorjenje vseh organskih spojin (npr. sladkorji, celuloza, škrob). V postopku fotosinteze pretvarjajo rastline in fotosintezni mikroorganizmi CO_2 in vodo v sladkorje. Skozi prehransko verigo se ogljik veže v druge spojine, kot so npr. proteini in lipidi, lahko pa se v drugih bioloških postopkih stabilizira v obliki trdnine, plina ali tekočine. V zadnji stopnji vse te snovi s presnovo ali z zgorevanjem ponovno preidejo v CO_2 in s tem ponovijo cikel.

Ogljikov krog je eden najpomembnejših ciklov na planetu, saj se skozi ta cikel reciklira in ponovno uporablja vsa biocenoza.

Krog ima pet pomembnejših skladišč, in sicer:

- atmosfera,
- biosfera,
- oceani,
- sedimenti in
- zemeljska notranjost.



Slika 30: Ogljikov krog

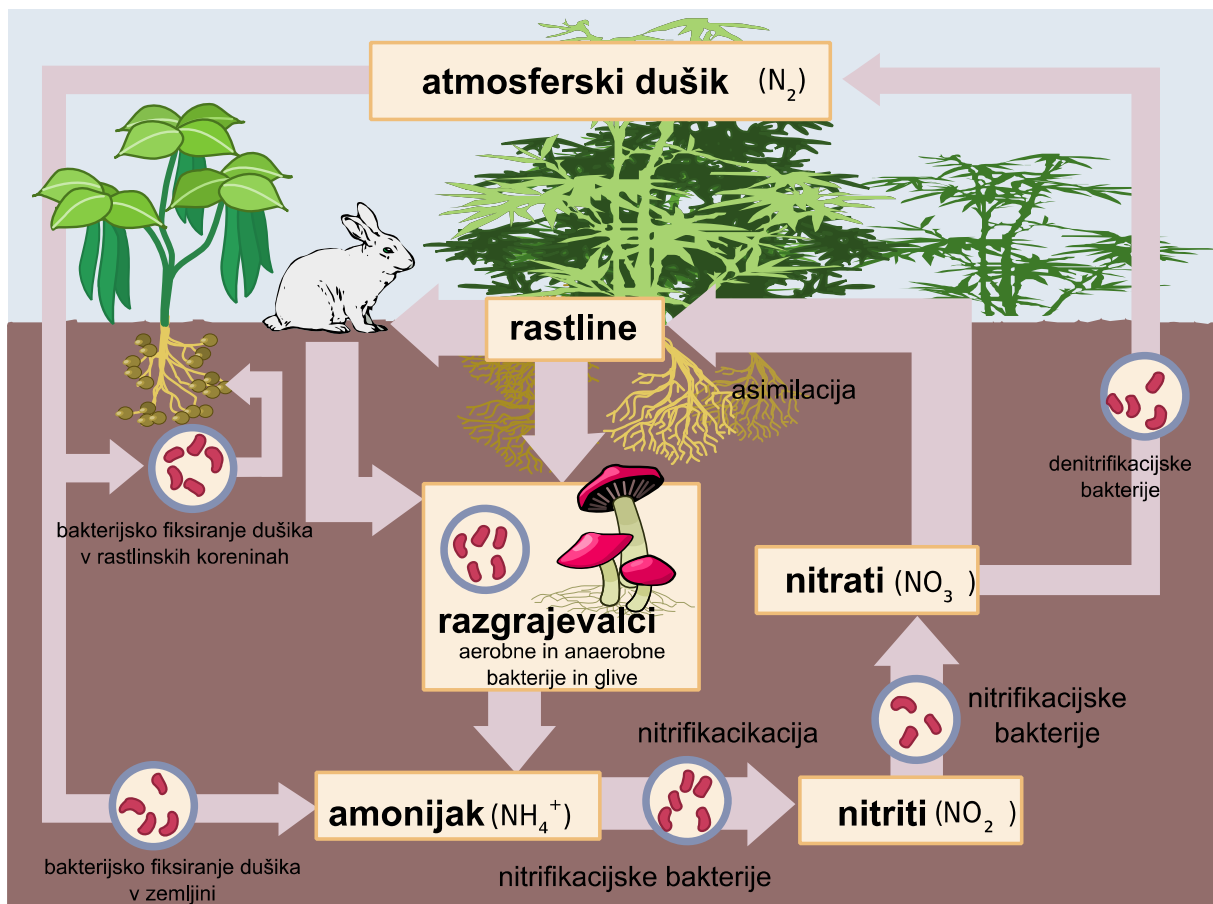
Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Carbon_cycle-cute_diagram.svg/ (21. 12. 2009)

2.5.3 Dušikov krog

Atmosfera je največji rezervoar dušika in na voljo so ogromne količine (78 % ozračja sestavlja N_2). Beljakovine so sestavni del biomase, 20 % vsega deleža v beljakovinah tvori dušik. Beljakovine sestavljajo približno polovico masnega deleža biomase.

Rastline pridobivajo dušik iz zemlje in vode v obliki nitratov in ga vgrajujejo v aminokisliline, nukleinske kisline in beljakovine. Živali dobivajo dušik z rastlinsko ali mesno hrano, v tla pa se dušik vrača z izločki ali z razkrojem.

Danes se večajo koncentracije dušika predvsem zaradi koncentriranega odvajanja odplak po rekah.



Slika 31: Krog dušika

Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Nitrogen_Cycle.svg/ (15. 12. 2009)

2.5.4 Fosforjev krog

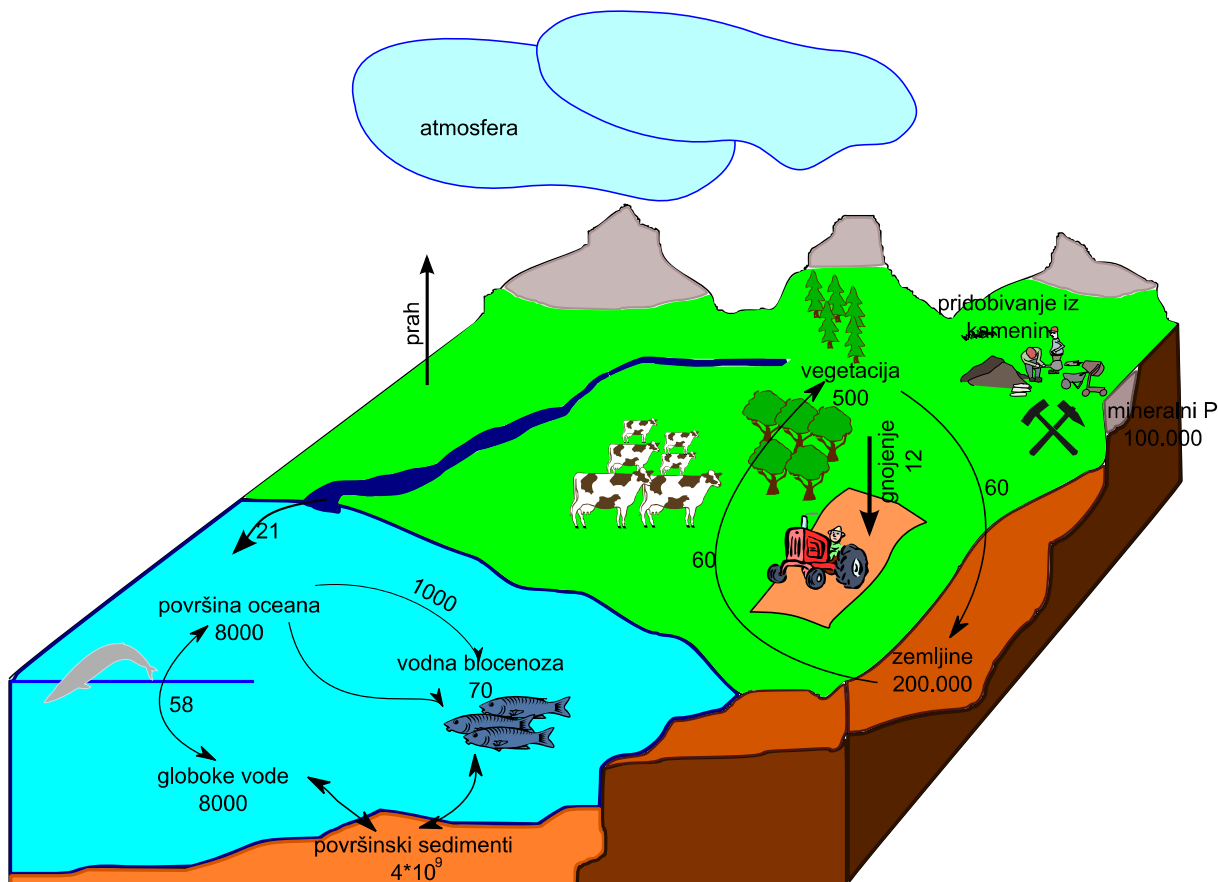
Fosfor je zaradi univerzalne vloge v vseh fizioloških procesih ena najpomembnejših hranilnih snovi rastlin. V naravi se fosfor največkrat pojavlja v obliki fosfatov. Problem fosfatov je, da so težko topni in razgradljivi ter zaradi tega rastlinam težko dostopni. Zato je fosfor velikokrat omejitveni faktor v skladu z Liebigovim zakonom minimuma. Poljedelci rešujejo ta problem tako, da dodajo zemlji fosfatna gnojila.

Tudi v vseh vodah je proizvodnja biomase direktno odvisna od razpoložljivih količin fosforja. Višanje koncentracije razpoložljivega fosforja v opazovanem ekosistemu («Eutrophication») vodi k povečanju proizvodnje biomase. Odvisno od stopnje povečanja lahko pride do občutnega poslabšanja kakovosti vode. Zaradi tega je danes tehnika odstranjevanja fosforja v čistilnih napravah vedno večjega pomena.

Človeški vpliv se na fosforjev krog čuti predvsem kot negativen zaradi pretirane uporabe fosfornih gnojil.

Primer:

Ena bolj znanih oblik onesnaženja s fosfati je »cvetenje« morja.



Slika 32: Fosforjev krog (količine v Gt, pretoki v Gt/leto)

Tabela 8: Tehnična uporaba fosforja

Komponenta	Uporaba
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Za pecilni prašek in gnojila
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Za dodatek k živalski krmi
H_3PO_4	V proizvodnji fosfatnih krmil
PCl_3	V proizvodnji pesticidov
POCl_3	Aditiv za beton in umetne mase
P_4S_{10}	V proizvodnji aditivov za pesticide
$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	Detergenti

3 OKOLJSKE TEHNOLOGIJE



V tem poglavju bomo pogledali, kateri predpisi urejajo varstvo okolja in katere ukrepe je potrebno upoštevati pri pravni ureditvi varstva okolja. Osnova so seveda predpisi, ki so na ravni EU in so tako urejeni na globalni ravni.

V tem poglavju boste spoznali podpoglavja:

- Pravne podlage varstva okolja (IPPC, REAC, ISO14001),*
- Tehnologije čiščenja vod ter indikatorji določanja kvalitete očiščene vode,*
- Dejavniki, ki povzročajo onesnaževanje zraka ter vrste škodljivih snovi.*

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- tehnologije čiščenja odpadnih vod,*
- ukrepe za preprečevanje onesnaževanja zraka,*
- kaj je ogljični odtis posameznika in ga znali izračunati,*
- najpomembnejše metode čiščenja vod in čiščenja zraka, ki se uporabljajo v industriji.*

UVOD V POGLAVJE 3

Ekološki problemi se niso pojavili v zadnjih desetletjih, saj smo ljudje že prej okolje obremenjevali z odpadki. Je pa v zadnjih nekaj desetletjih stopnja tehnološkega in družbenega razvoja pripeljala do zavedanja o nevarnosti našega početja. Med leti 1960 in 1970 so strokovnjaki z različnih področij zaznali, da izčrpavamo in onesnažujemo naravno okolje preko njegove zmožnosti regeneracije, kar pomeni resno grožnjo dolgoročnemu človeškemu obstoju. Jedro problema je ležalo v dejstvu, da je bilo okolje svobodna dobrina, ki jo imajo vsi brezplačno v uporabi za trošenje in odlaganje odpadkov.

Globalni in lokalni ekološki problemi, s katerimi se srečujemo, so:

- klimatske spremembe zaradi antropogenih vplivov,
- tanjšanje plasti stratosferskega ozona,
- rastoča svetovna populacija,
- onesnaževanje zraka in kisli dež,
- uničenje ekosistemov, zmanjševanje biotske raznovrstnosti in izumiranje vrst,
- komunalni odpadki,
- strupene kemikalije in industrijski kemični in nuklearni odpadki.

Zavedanja določenih krogov ljudi za okoljske probleme so pripeljala do več srečanj na mednarodni ravni, ki so se ukvarjala s posameznimi problemi. Ta srečanja so posledično vplivala na objavo določene listine in podpis nekaterih mednarodnih pogodb. Pomembnejši izmed dokumentov so:

- Listina o Zemlji (osnutek l. 1991, današnja varianta l. 2000),
- Agenda 21 (mednarodna konferenca v Rio de Jeneiru l. 1992),
- Kjotski protokol (l. 1997),
- Lizbonska pogodba in Gotenburška strategija (l. 2000 in l. 2006),
- Evropski okoljski akcijski programi.

Evropski okoljski akcijski program je glavni dokument EU na področju varovanja in ohranjanja okolja. Prvi akcijski program je bil sprejet že leta 1973, trenutno pa je v izvajanju šesti okoljski akcijski program pod imenom "Okolje 2010: naša prihodnost, naša izbira". Program predvideva štiri ključna področja, na katerih naj bi se izpolnili cilji za obdobje 2002–2010:

- podnebne spremembe: ratifikacija Kjotskega protokola in izpolnjevanje obveznosti, predvsem z omejevanjem škodljivih izpustov na področju transporta in energetike;
- naravna in biotska raznovrstnost: ustaviti zmanjšanje biotske raznovrstnosti, ohranitev in zaščita naravne in biotske raznovrstnosti pred vplivi onesnaževanja itn.;
- okolje in zdravje ter kakovost življenja: sprejeti direktive na področju voda in hrupa ter sprejeti revizijo upravljanja sistema s kemikalijami, pesticidi ipd.;
- naravni viri in odpadki: zmanjšati količino odpadkov, namenjenih za odlaganje, in te varno odlagati, spodbujati ponovno rabo odpadkov – prednost recikliranju in predelavi itn.

Medtem ko se družboslovne znanosti borijo proti ekološkim problemom z »besedo« in s širjenjem ustrezne miselnosti in vpliva, se tehniki in naravoslovci trudijo z uvedbo in uporabo tehnologij, ki zmanjšujejo in odpravljajo pretekli, sedanji ali prihodnji vpliv človeka na ravnotežje v naravi. Odgovornost strokovnjakov za okoljske tehnologije je toliko večja od vseh ostalih, vpletenih v proces varovanja, ker so edini, ki so sposobni manipulirati s tako imenovano BAT tehnologijo (»Best Available Techniques«) v pozitivni ali negativni smeri.

Vaja 18:

Pojasnite, o čem govori Kjotski protokol.
Povzemite vsebino Agende 21.

3.1 PRAVNA UREDITEV VARSTVA OKOLJA

Pravna ureditev varstva okolja je najpogosteje opredeljena kot vrsta ukrepov, potrebnih za zagotovitev takega stanja, pri katerem ni ogroženo normalno življenje človeka, s tem pa tudi varovanje tal, zraka, vode, rastlinskega in živalskega sveta pred škodljivimi človekovimi posegi, odpravljanje škode in škodljivih posledic zaradi varovanja človeka.

Naravno okolje je »zunanja« dobrina, kajti pri njej gre poleg sedanjih stroškov tudi za stroške, ki naj bi jih plačevale prihodnje generacije. Zakonodajalec lahko preko ekološke politike vpliva, da pravne in fizične osebe upoštevajo pravila igre.

Država lahko pri izvajanju ekološke politike uporabi dve skupini instrumentov za varstvo okolja:

- instrumenti neposrednega nadzora,
- ekonomski instrumenti.

Z instrumenti neposrednega nadzora država dopušča ali prepoveduje posamezne dejavnosti podjetij – ob grožnji kazenske odgovornosti ali pravnega postopka. Najpogosteje uporabljeni instrumenti neposrednega nadzora so:

- predpisi z mejnimi vrednostmi,
- predpisi, ki določajo maksimalne vrednosti škodljivih emisij na enoto proizvoda,
- predpisane tehnologije (BAT),
- omejevanje časa in količine proizvodnje.

Instrumenti neposrednega nadzora se uporabljajo relativno pogosteje od ostalih, saj je reakcija podjetij na omejitve hitrejša; posebno so učinkoviti, ko grozi resna neposredna nevarnost

zdravju ljudi. Posebej slaba stran teh instrumentov je, da kolikor niso enaki v vseh državah, s tem poslabšajo globalno konkurenčnost lastnega gospodarstva.

Pod ekonomske inštrumente spadajo ekološke takse, emisijska dovoljenja (z njimi lahko trujemo), ugodni krediti, zavarovani s strani državnih inštitucij ...

3.1.1 ISO 14000

ISO 14000 je sistem ravnanja z okoljem in zajema celovito obvladovanje okoljskih vidikov proizvodne ali storitvene dejavnosti. Obsega izpolnjevanje zakonskih zahtev in uravnavanje stroškov, učinkovito izkoriščanje virov, preprečevanje onesnaževanja ter odzivanje na zahteve in pričakovanja poslovnih partnerjev našega podjetja, lastnikov oz. ustanoviteljev organizacije in širše javnosti. Smernice za sistem ravnanja z okoljem, ki jih narekuje skupina standardov ISO 1400x, podjetju omogočajo, da uresničuje okoljevarstvena načela svoje okoljske politike. Na ta način se lažje obvladuje morebitne nevarnosti za okolje, nenehno se izboljšuje in prilagaja novim zahtevam kupcev, trga, zakonodaje ter napredku znanosti in tehnologije. ISO 14001 je močno primerljiv s standardom kakovosti ISO 9001.

Tabela 9: Pregled družine standardov ISO 14000

Področje	ISO
Sistemi upravljanja z okoljem	ISO 14001
	ISO 14004
	ISO 14061
Okoljski pregledi	ISO 14010
	ISO 14011
	ISO 14012
Slovar okoljskega upravljanja	ISO 14050
Označevanje okoljske primernosti proizvoda	ISO 14020
	ISO 14021
	ISO 14024
Ocenjevanje okoljskega delovanja	ISO 14031
Okoljski vidiki v standardih za proizvode	ISO Guide 64
Določanje vplivov proizvoda v dobi trajanja	ISO 14040
	ISO 14041
	ISO 14042
	ISO 14043



Slika 33: ISO 14001 – sistem ravnanja z okoljem

3.1.2 IPPC

IPPC (Directive for Integrated Pollution Protection and Control) je oznaka za direktivo EN 96/61, katere namen je usmerjanje dela s tako imenovanimi ekološkimi dovoljenji industrijskih obratov, saj direktiva IPPC razvojna vprašanja družbe rešuje na osnovi ekotehnoloških premikov v smeri čim manjšega možnega onesnaževanja na enoto izdelka. Za dosego tega cilja se zahteva mednarodna izmenjava informacij o najboljših dosegljivih tehnikah (BAT) in aktivna vključitev javnosti v postopek za izdajo dovoljenj. S tem je doseženo predvsem naslednje: hiter prenos tehnološkega znanja in prakse v industriji, izmenjava informacij med institucijami, ki izdajajo dovoljenja in nadzorujejo njihovo izvajanje, ter stalno vrednotenje tehnologij, postopkov za izdajo dovoljenj in učinkov na okolje, ki ga izraža javnost. Slovenija je direktivo sprejela in povzela z novim Zakonom o varstvu okolja (ZVO-1).

Direktiva IPPC temelji na načelu zmanjšati in kolikor je mogoče odstraniti industrijsko onesnaževanje na osnovi uporabe najboljših dostopnih tehnik. IPPC loči 6 industrijskih sektorjev, in sicer:

- energetika,
- predelava kovin,
- rudarstvo,
- kemični obrati,
- ravnanje z odpadki,
- druge dejavnosti.

Referenčni dokumenti o BAT (BREF) so bili vpeljani zato, da bi omogočili izmenjavo informacij o merilih za določanje BAT za zgoraj naštete industrijske sektorje.

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 Groupe – TWG). Izvedba direktive IPPC tako poteka ob strokovni in informacijski podpori IEF in TWG, ki je enaka in standardizirana za vse države EU. To istočasno omogoča neposredno sodelovanje in izmenjavo informacij tudi na mednarodni ravni.

Opomba:

BAT – Best Available Techniques,

BREF – Reference Documents on Best Available Techniques.

3.1.3 REACH

Vsebina poglavja je povzeta po viru: http://www.uk.gov.si/si/delovna_podrocja/reach/.

1. junija 2008 se je začela v celoti uporabljati Uredba o registraciji, evalvaciji, avtorizaciji in omejevanju kemikalij (Uredba (ES) št. 1907/2006 Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 18. 12. 2006), ki velja za vse nevarne snovi, kot tudi za tiste, ki niso označene kot nevarne.

Po začetku veljavnosti uredbe REACH bosta proizvodnja in uvoz snovi (snov kot taka ali v pripravkih) v količinah 1 tone ali več na proizvajalca oziroma uvoznika letno mogoča le, če bo snov registrirana pri Evropski agenciji za kemikalije (ECHA, v nadaljevanju Agencija). V primeru snovi, ki so v postopnem uvajanju, je možna kasnejša registracija ob pogoju, da bo snov predregistrirana do 1. decembra 2008.

Snov v postopnem uvajanju: pomeni snov, ki je vpisana na Evropskem seznamu obstoječih snovi (EINECS). Med snovi v postopnem uvajanju spada tudi snov, ki se je proizvajala v Skupnosti ali v državah, ki so k Skupnosti pristopile kasneje, vendar pa je proizvajalec ali

uvoznik ni dajal v promet, in sicer vsaj enkrat v 15-ih letih pred začetkom veljavnosti te uredbe pod pogojem, da ima proizvajalec ali uvoznik o tem dokumentirana dokazila.

REACH predvideva obveščanje v dobavni verigi v dveh smereh, in sicer obveščanje po dobavni verigi navzdol (dobavitelj strankam) in obveščanje po dobavni verigi navzgor (stranke dobaviteljem). REACH zahteva, da proizvajalci in uvozniki snovi kot takih ali v pripravkih obveščajo o tem, kako je njihovo snov mogoče uporabljati, tako da je slednje varno za ljudi in okolje.

Glavni instrument za takšno obveščanje po dobavni verigi navzdol je **varnostni list**. Proizvajalec, uvoznik ali nadaljnji uporabnik pripravi varnostni list v skladu s podobnim načelom, veljavnim pred začetkom veljavnosti REACH. Glavna razlika je v tem, da ima varnostni list, če je potrebno, tudi prilogo, ki vključuje scenarije izpostavljenosti, v katerih so določeni pogoji, pod katerimi je snov ali pripravek mogoče uporabljati varno.

Obveščanje po dobavni verigi navzgor s strani akterja vključuje sporočanje novih razpoložljivih informacij o nevarnih lastnostih ter informacij, ki lahko pod vprašaj postavijo primernost ukrepov za upravljanje tveganj, ki jih priporoča dobavitelj. Splošna obveznost distributerjev je posredovanje prejetih informacij naslednjemu akterju v dobavni verigi. Nadaljnji uporabniki imajo pravico, da svojo uporabo sporočijo dobavitelju, pri tem pa zagotovijo zadostne informacije za pripravo scenarija izpostavljenosti.

Namen ocene kemijske varnosti (OKV) je oceniti tveganja, ki izhajajo iz proizvodnje in/ali uporabe snovi, in zagotoviti, da so tveganja ustrezno nadzorovana. OKV mora izvesti registracijski zavezanec za snovi, ki so proizvedene ali uvožene v količini od 10 ton na proizvajalca ali uvoznika letno, ter nadaljnji uporabnik, če uporabe ni uredil njihov dobavitelj.

OKV vključuje naslednje: oceno nevarnosti za zdravje ljudi, oceno nevarnosti fizikalno-kemijskih lastnosti, oceno nevarnosti za okolje in oceno: obstojni, bioakumulativni, strupeni (PBT) ter zelo obstojni, zelo bioakumulativni (vPvB) (ali snovi, ki vzbujajo podobno skrb).

Če snov izpolnjuje kriterije za razvrstitev kot nevarna snov ali če izpolnjuje kriterije PBT/vPvB OKV, vključuje tudi oceno izpostavljenosti za vse identificirane uporabe snovi ter nadaljnje korake življenjskega kroga, vključno z izdelavo scenarija izpostavljenosti. Zadnja faza OKV je opredelitev tveganj.

Rezultat OKV bodo scenariji izpostavljenosti s pogoji delovanja in ukrepi za upravljanje tveganja za ustrezen nadzor tveganja.

3.1.4 Zakonodaja

Vsi tehnološki postopki so tako ali drugače povezani z zakonodajo. Zakonodaja je lahko mednarodno usklajena ali pa čisto lokalnega značaja. Slovenska zakonodaja je močno vezana na evropsko. Pomembna značilnost zakonodaje je, da se neprestano spreminja in prilagaja dejanskemu stanju tehnološkega in sociološkega razvoja.

Opomba:

Ignorantia iuris nocet. ("Nepoznavanje prava škoduje.")

Ignorantia legis non excusat. ("Nepoznavanje zakona ni opravičilo.")

Poznavanje predpisov s področja dela, s katerim se boste kot strokovnjaki ukvarjali v svojem poklicnem življenju, bo mnogokrat odločalo o vaši poklicni uspešnosti ali neuspešnosti.

V nadaljevanju je navedenih nekaj aktualnih predpisov, od katerih je potrebno detajlno poznati vsaj Zakon o varstvu okolja (ZVO-1, Uradni list RS, št. 41/2004 z dne 22. 4. 2004).

Tabela 10: Seznam pomembnejših predpisov

Zakon, predpis, odredba ...	Objava
Zakon o varstvu okolja (ZVO-1)	Ur. l. RS, št. 41/2004
Zakon o varstvu pred hrupom v naravnem in bivalnem okolju (ZVPH)	Ur. l. SRS, št. 15/1976
Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV)	Ur. l. RS, št. 67/2002
Zakon o vodah (ZV-1)	Ur. l. RS, št. 67/2002
Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja 2005–2012 (ReNPVO)	Ur. l. RS, št. 2/2006
Nacionalni program varstva okolja (NPVO)	Ur. l. RS, št. 83/1999
Odlok o maksimalno dovoljenih ravneh hrupa za posamezna območja naravnega in bivalnega okolja ter za bivalne prostore	Ur. l. SRS, št. 29/1980
Odlok o operativnem programu ravnanja z embalažo in odpadno embalažo za obdobje od 2002 do konca 2007	Ur. l. RS, št. 29/2002
Odlok o ustanovitvi in imenovanju Sveta za varstvo okolja	Ur. l. RS, št. 66/1993
Sklep o znesku takse za obremenjevanje okolja zaradi uporabe mazalnih olj in tekočin	Ur. l. RS, št. 119/2007
Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi uporabe mazalnih olj in tekočin	Ur. l. RS, št. 53/2005
Uredba o dejavnostih, toplogrednih plinih in napravah, za katere je treba pridobiti dovoljenje za izpuščanje toplogrednih plinov	Ur. l. RS, št. 67/2004
Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju	Ur. l. RS, št. 70/1996
Uredba o emisiji azbesta v zrak in pri odvajanju industrijske odpadne vode iz naprav, v katerih se uporablja azbest	Ur. l. RS, št. 117/2005
Uredba o emisiji hlapnih organskih spojin v zrak iz naprav za skladiščenje in pretakanje motornega bencina	Ur. l. RS, št. 11/1999
Uredba o emisiji kadmija pri odvajanju odpadnih vod	Ur. l. RS, št. 84/1999
Uredba o emisiji nevarnih halogeniranih ogljikovodikov pri odvajanju odpadnih vod	Ur. l. RS, št. 84/1999
Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz livarn barvnih kovin	Ur. l. RS, št. 45/2007
Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za proizvodnjo alkoholnih in brezalkoholnih pijač	Ur. l. RS, št. 45/2007
Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za proizvodnjo barvnih kovin	Ur. l. RS, št. 45/2007
Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za proizvodnjo celuloze in naprav za integrirano proizvodnjo vlaknin in papirja, kartona ali lepenke	Ur. l. RS, št. 7/2007
Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za proizvodnjo kovinskih izdelkov	Ur. l. RS, št. 6/2007
Uredba o emisiji snovi v zrak iz livarn aluminija in magnezija	Ur. l. RS, št. 34/2007
Uredba o emisiji snovi v zrak iz livarn sive litine, zlitin z železom in jekla	Ur. l. RS, št. 34/2007
Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav	Ur. l. RS, št. 34/2007
Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za pripravo asfaltnih zmesi	Ur. l. RS, št. 34/2007
Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za proizvodnjo aluminija z elektrolitskim postopkom	Ur. l. RS, št. 34/2007
Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za proizvodnjo cementa	Ur. l. RS, št. 34/2007
Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za proizvodnjo keramike in opečnih izdelkov	Ur. l. RS, št. 34/2007
Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za proizvodnjo lesnih	Ur. l. RS, št. 34/2007

Zakon, predpis, odredba ...	Objava
kompozitov	
Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za vroče pocinkanje	Ur. l. RS, št. 34/2007
Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja	Ur. l. RS, št. 31/2007
Uredba o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic odpadkov in pri sosežigu odpadkov	Ur. l. RS, št. 50/2001
Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh	Ur. l. RS, št. 68/1996
Uredba o mejnih vrednostih emisije hlapnih organskih spojin v zrak zaradi uporabe organskih topil v barvah in lakih ter proizvodih za ličenje vozil	Ur. l. RS, št. 12/2006
Uredba o mejnih vrednostih emisije snovi v zrak iz velikih kurilnih naprav	Ur. l. RS, št. 73/2005
Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju	Ur. l. RS, št. 105/2005
Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja	Ur. l. RS, št. 81/2007
Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla	Ur. l. RS, št. 84/2005
Uredba o nacionalnih zgornjih mejah emisij onesnaževal zunanjega zraka	Ur. l. RS, št. 24/2005
Uredba o načinu, predmetu in pogojih izvajanja gospodarske javne službe ravnanja z odpadno električno in elektronsko opremo	Ur. l. RS, št. 118/2004
Uredba o načinu, predmetu in pogojih izvajanja obvezne državne gospodarske javne službe izvajanja meritev, pregledovanja in čiščenja kurilnih naprav, dimnih vodov in zračnikov zaradi varstva okolja in učinkovite rabe energije, varstva človekovega zdravja in varstva pred požarom	Ur. l. RS, št. 129/2004
Uredba o načinu, predmetu in pogojih opravljanja gospodarske javne službe ravnanja z izrabljenimi motornimi vozili	Ur. l. RS, št. 18/2003
Uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov	Ur. l. RS, št. 62/2008
Uredba o obdelavi odpadkov v premičnih napravah	Ur. l. RS, št. 34/2008
Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov	Ur. l. RS, št. 34/2008
Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju	Ur. l. RS, št. 121/2004
Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih	Ur. l. RS, št. 32/2006
Uredba o odstranjevanju odpadnih olj	Ur. l. RS, št. 25/2008
Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja izrabljenih motornih vozil	Ur. l. RS, št. 87/2005
Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja odpadne električne in elektronske opreme	Ur. l. RS, št. 32/2006
Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja odpadne embalaže	Ur. l. RS, št. 32/2006
Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odlaganja odpadkov	Ur. l. RS, št. 129/2004
Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda	Ur. l. RS, št. 104/2009
Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi uporabe hlapnih organskih spojin	Ur. l. RS, št. 122/2007
Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje zraka z emisijo ogljikovega dioksida	Ur. l. RS, št. 43/2005
Uredba o ozonu v zunanjem zraku	Ur. l. RS, št. 8/2003
Uredba o pospeševanju uporabe biogoriv in drugih obnovljivih goriv za pogon motornih vozil	Ur. l. RS, št. 103/2007
Uredba o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic	Ur. l. RS, št. 71/2008
Uredba o ravnanju s snovmi, ki povzročajo tanjšanje ozonskega plašča	Ur. l. RS, št. 101/2004

Zakon, predpis, odredba ...	Objava
Uredba o ravnanju z baterijami in akumulatorji ter odpadnimi baterijami in akumulatorji	Ur. l. RS, št. 78/2008
Uredba o ravnanju z biološko razgradljivimi kuhinjskimi odpadki	Ur. l. RS, št. 68/2008
Uredba o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo	Ur. l. RS, št. 84/2006
Uredba o ravnanju z izrabljenimi gumami	Ur. l. RS, št. 63/2009
Uredba o ravnanju z odpadki	Ur. l. RS, št. 34/2008
Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih	Ur. l. RS, št. 34/2008
Uredba o ravnanju z odpadki, ki vsebujejo azbest	Ur. l. RS, št. 34/2008
Uredba o ravnanju z odpadnimi fitofarmaceutskimi sredstvi, ki vsebujejo nevarne snovi	Ur. l. RS, št. 119/2006
Uredba o ravnanju z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi	Ur. l. RS, št. 70/2008
Uredba o ravnanju z odpadnimi zdravili	Ur. l. RS, št. 105/2008
Uredba o ravnanju z odpadno električno in elektronsko opremo	Ur. l. RS, št. 107/2006
Uredba o sežiganju odpadkov	Ur. l. RS, št. 68/2008
Uredba o stanju podzemnih voda	Ur. l. RS, št. 25/2009
Uredba o stanju površinskih voda	Ur. l. RS, št. 14/2009
Uredba o ukrepih za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka	Ur. l. RS, št. 52/2002
Uredba o vrstah posegov v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje	Ur. l. RS, št. 78/2006
Uredba o vrstah ukrepov za sanacijo okoljske škode	Ur. l. RS, št. 55/2009
Uredba o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega	Ur. l. RS, št. 97/2004
Uredba o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave	Ur. l. RS, št. 36/2009
Pravilnik o registru gensko spremenjenih organizmov	Ur. l. RS, št. 79/2006
Pravilnik o monitoringu kakovosti zunanjega zraka	Ur. l. RS, št. 36/2007
Navodilo o metodologiji za izdelavo poročila o vplivih na okolje	Ur. l. RS, št. 70/1996
Odredba o obliki poročila o občasnih ali trajnih meritvah v okviru obratovalnega monitoringa odpadnih vod	Ur. l. RS, št. 1/2001
Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz objektov in naprav za proizvodnjo kovinskih izdelkov	Ur. l. RS, št. 35/1996

Vir: <http://zakonodaja.gov.si/> (20. 12. 2009)

Vaja 19:

Pojasnite, kolikšen je dopusten nivo hrupa na območju splošnih stanovanjskih površin. Poiščite podatke naše zakonodaje.

Vaja 20:

Pojasnite, katera uredba govori o dopustni količini inhalabilnega prahu na delovnem mestu.

3.2 ČIŠČENJE VODE

Tehnološke postopke preprečevanja in čiščenja vode in zraka je potrebno začeti vedno pri izvoru onesnaževanja. Odpadna voda začne nastajati v gospodinjstvih, industriji in kmetijstvu. V vseh primerih je potrebno v čim večji meri preprečiti, da bi onesnaževalci vode sploh prišli v odpadno vodo.

Iz različnih izogibnih ali neizogibnih vzrokov določeni kontaminanti končajo v vodi in jih je potrebno iz vode odstraniti do te mere, da ne vplivajo na naravno ravnotežje v vodnem krogu. Možni kontaminanti so sledeči:

- disperzirani trdni delci različnih snovi različnih velikosti,
- paraziti,
- bakterije,
- alge,
- virusi,
- glive,
- raztopljeni plini in kemijske spojine,
- težke kovine ...

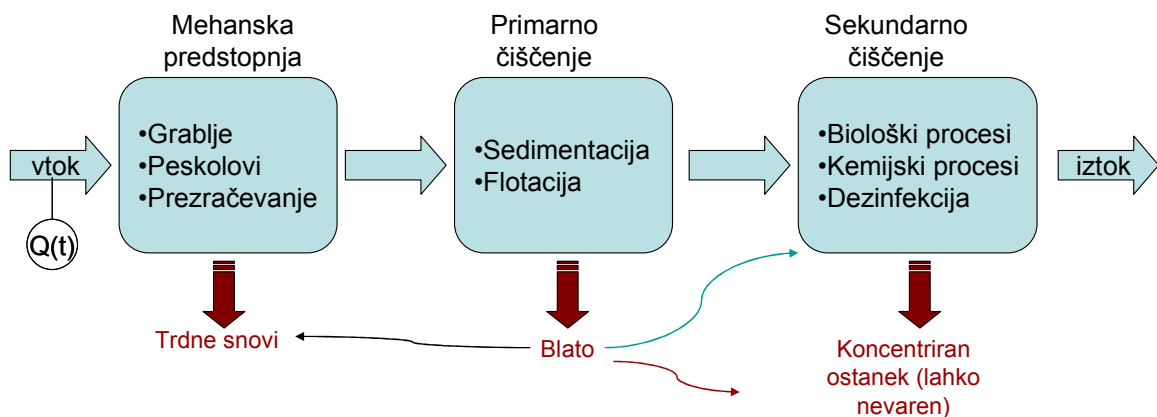
Samo z vizualnim pregledom ni mogoče ugotoviti kakovosti vode; preproste metode, kot so vrenje in hišni filtri, niso učinkovite proti vsem možnim onesnaževalcem. Celotno naravno izvoro, za katere je še pred nekaj desetletji veljalo, da so pitni, je danes potrebno kemično analizirati in vodo pripraviti do pitne faze.

Opomba:

Običajna komunalna voda vsebuje le približno 1 % raztopljenih ali neraztopljenih snovi, vse ostalo je voda (Roš, 2001).

Čiščenje vode je sestavljeno iz več korakov, ki vsebujejo različne fizikalne, kemijske in biološke postopke. Osnovni koraki čiščenja so:

- mehanska predstopnja,
- primarno čiščenje,
- sekundarno čiščenje in
- terciarno čiščenje.

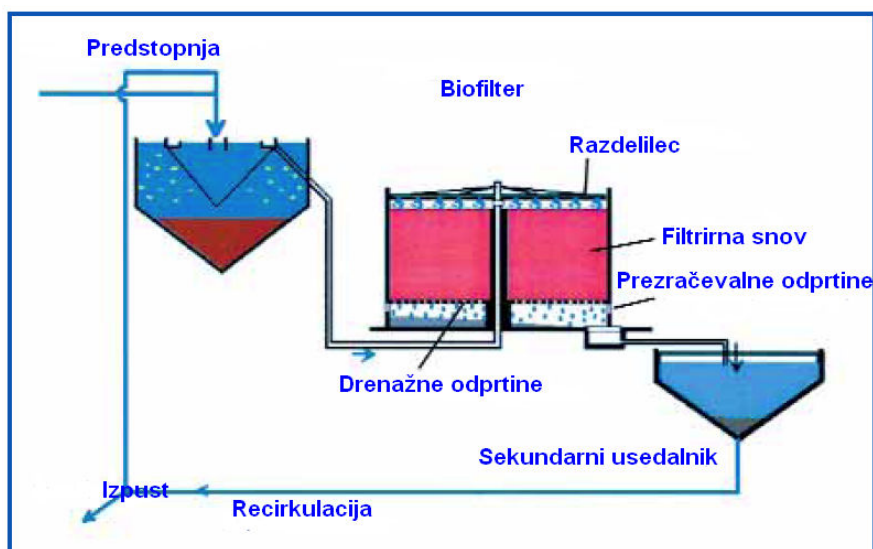


Slika 34: Osnovni postopki čiščenja odpadne vode

Za različne odpadne vode se uporablja različna kombinacija procesov, ki so navedeni v diagramu, ni pa nujno, da so uporabljeni vsi procesi. Izbira procesa je odvisna od vstopnih parametrov, to je predvsem od:

- časa odvisne količine odpadne vode,
- vrste in kombinacije kontaminantov in
- količine kontaminantov.

Kakovost in izbira procesa sta odvisni tudi od tega, za kaj se bo očiščena voda uporabljala. Vodo lahko očistimo od kakovosti za zakonsko dopusten izpust v okolico ali do kakovosti pitne vode. V industriji se za potrebe določenih procesov voda še posebej pripravi, pri čemer se iz nje izločijo raztopljeni plini in minerali.



Slika 35: Primer enostavnejše biološke čistilne naprave

Vir: http://ec.europa.eu/environment/.../waterguide_en.pdf/ (12. 12. 2009)

S tem pa celoten proces še ni zaključen, saj je potrebno poskrbeti tudi za stranske produkte čiščenja, ki so lahko v trdni, tekoči ali plinasti obliki in lahko vsebujejo kontaminante iz vode ter ostale kemične ali biološke produkte, dodane ali nastale v procesu čiščenja.

Kakovost odpadne vode in uspešnost čiščenja nam kažejo različni indikatorji, kot so npr. BOD (BPK) ali COD (KPK), TOC, količina kovin v vodi, število bakterij v koloniji, biološki indikatorji ...

COD:

Kemijska potreba po kisiku, v slovenski literaturi običajno s kratico KPK.

V okoljskem naravoslovju je test KPK običajno uporabljen kot merilo količine organskih snovi v vodi. Pri večini meritev KPK ugotavljamo količino organskega onesnaženja v površinskih vodah (npr. reke in jezera). KPK je izražen v miligramih na liter (mg/L) in pomeni masno porabo kisika v gramih na liter raztopine. Včasih se prikaže meritev tudi v delih na milijon (ppm). Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za obdelavo in predelavo živalskih in rastlinskih surovin ter mleka pri proizvodnji hrane za prehrano ljudi in živalske krme (Uradni list RS, št. 45/2007 z dne 25. 05. 2007) v svoji prilogi z mejnimi vrednostmi definira, da je mejna vrednost parametra KPK odpadne vode iz naprav za proizvodnjo živil za odvajanje neposredno in posredno v vode in javno kanalizacijo sledeča:

MV KPK v g O₂ je 125 mg/l.

Za različne industrijske panoge in v različnih državah so mejne vrednosti različne.

BOD:

Biokemijska potreba po kisiku, v slovenski literaturi običajno s kratico BPK.

Običajno se določa s pomočjo BPK₅ testa. Pri tem merimo porabo kisika zaradi mikroorganizmov v vzorcu vode, ki se nahaja 5 dni v temi pri 20 °C. Pričakovane vrednosti BPK₅ so od 2 do 8 mg/L za naše reke in približno 600 mg/L za kanalizacijske vode.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za obdelavo in predelavo živalskih in rastlinskih surovin ter mleka pri proizvodnji hrane za prehrano ljudi in živalske krme (Uradni list RS, št. 45/2007 z dne 25. 05. 2007) v svoji prilogi z mejnimi vrednostmi definira, da je mejna vrednost parametra BPK₅ odpadne vode iz naprav za proizvodnjo živil za odvajanje neposredno in posredno v vode in javno kanalizacijo sledeča:

MV BPK₅ v g O₂ je 25 mg/l.

PE ali p.e.

Populacijski ekvivalent pomeni obremenitev z biorazgradljivimi snovmi v višini porabe 60 gramov kisika v l vode na dan (BPK₅). Približno toliko obremeni okolje vsak povprečni prebivalec.

Primer:

»Zmogljivost Centralne čistilne naprave Maribor je 195.000 PE (populacijskih enot) z možnostjo razširitve na 285.000 PE, pri čemer 1 PE ustreza onesnaženju, ki ga povzroči en prebivalec na dan. Kapaciteta CCN za biološko čiščenje znaša 5000 m³/h, za predčiščenje in črpanje v kanal HE Zlatoličje pa 7000 m³/h.«
(http://www.ccnmb.si/html/tehniscne_lastnosti.html, 4. 3. 2011).

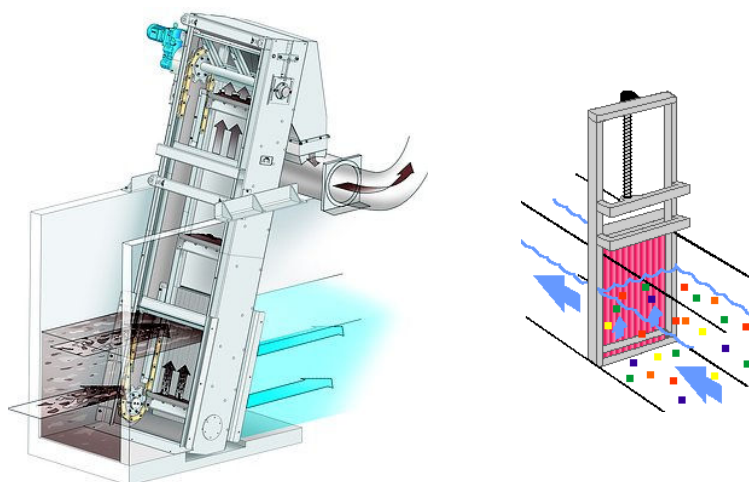
3.2.1 Mehansko čiščenje vode

Mehansko čiščenje lahko nastopa kot samostojno čiščenje, bolj običajno pa je predstopnja pri nadaljnjih postopkih čiščenja. Z mehanskimi postopki lahko iz vode odstranimo samo disperzirane trde delce, brez pomoči kemije pa ne moremo izločiti raztopljenih delcev.

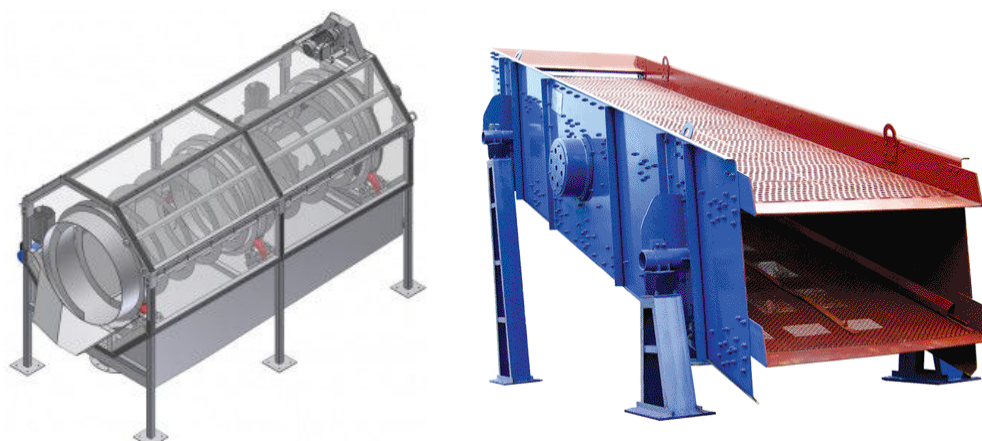
Glavni postopki, ki se uporabljajo, so:

- grablje (strojne ali ročne),
- sita (rotacijska ali vibracijska) in
- peskolovi (ciklonski ali gravitacijski).

Vsi trije postopki so lahko ročni ali popolnoma avtomatizirani.



Slika 36: Ročne in avtomatske grablje

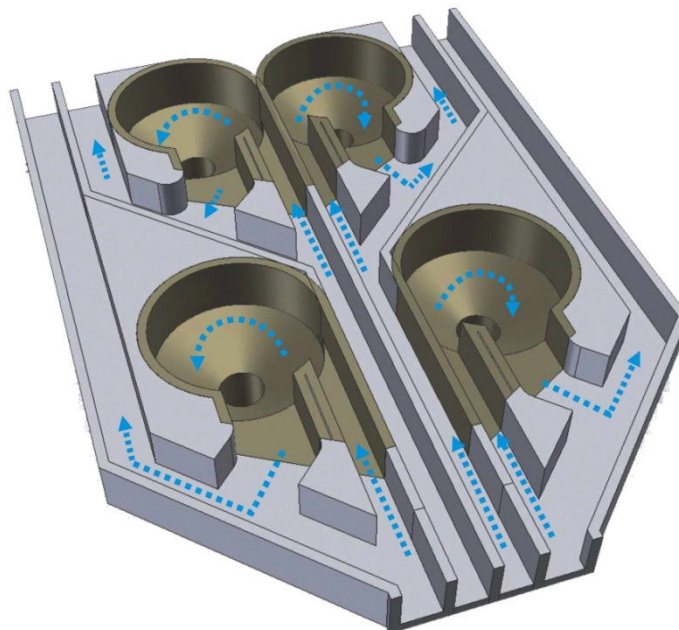


Slika 37: Vibracijsko in rotacijsko sito

Gravitacijski peskolov s filtrom podjetja Roto



Ciklonski peskolov podjetja Jwce



Slika 38: Različni peskolovi

Vaja 21:

Narišite shemo dvoprekatne pretočne greznice.

3.2.2 Prilagoditev pH vode

Urnvananje pH med pripravo in čiščenjem vode je potrebno zaradi različnih vzrokov, kot so na primer:

- koagulacija pri sedimentaciji ali flokulaciji je uspešnejša;
- doseže se učinkovitejša oksidacija železa in mangana;
- dezinfekcija s klorom je učinkovitejša;
- zmanjšamo korozijsko agresivno pred nadaljnji postopki ali uporabo (zaščita opreme);
- zmanjša se sposobnost raztapljanja kovin iz cevovodov (zaščita potrošnika).

Prilagoditev pH lahko izvedemo:

- z dodajanjem kisle raztopine ali ogljikovega dioksida v vodo,
- z dodajanjem bazične raztopine v vodo,
- z namakanjem alkalnih materialov (npr. granita ali apnenca) v vodo,
- z vpihovanjem zraka v vodo ali brizganjem vode v zrak (zmanjšanje vsebnosti CO₂ in sočasna oksidacija).

Uporaba kemikalij za uravnvanje pH lahko predstavlja nevarnost za uporabnike čistilne naprave, zato je potrebno postopati v skladu z navodili dobavitelja kemikalij in postrojenja in v skladu z navodili za zdravo in varno delo.

Primer:

pH vrednost hišne odpadne vode se običajno giba med vrednostma 6 in 8.

3.2.3 Bistrenje vode

Bistrenje vode pomeni iz vode odstraniti snovi, ki povzročajo motnost ali barvo.

Glavna kemijsko mehanska procesa za bistrenje vode sta:

- sedimentacija in
- flotacija.

Bistrenje dosežemo tako, da v onesnaženi vodi tvorimo oborine (precipitate). V začetku so precipitati v obliki zelo majhnih drobcev, s počasnim mešanjem vode pa se zlepijo in tvorijo večje delce. Temu procesu pravimo tudi flokulacija. Veliko teh majhnih delcev, ki so bili v onesnaženi vodi, se adsorbira na površino večjih delcev, ki povzročajo proces koagulacije. Če so ti delci lažji od vode, splavajo na vrh in jih odstranimo s posnemanjem na površini. Temu pravimo flotacija. Na ta način izčistimo iz vode veliko raztopljenih delcev.

Nekaj najbolj znanih koagulantov/flokulantov:

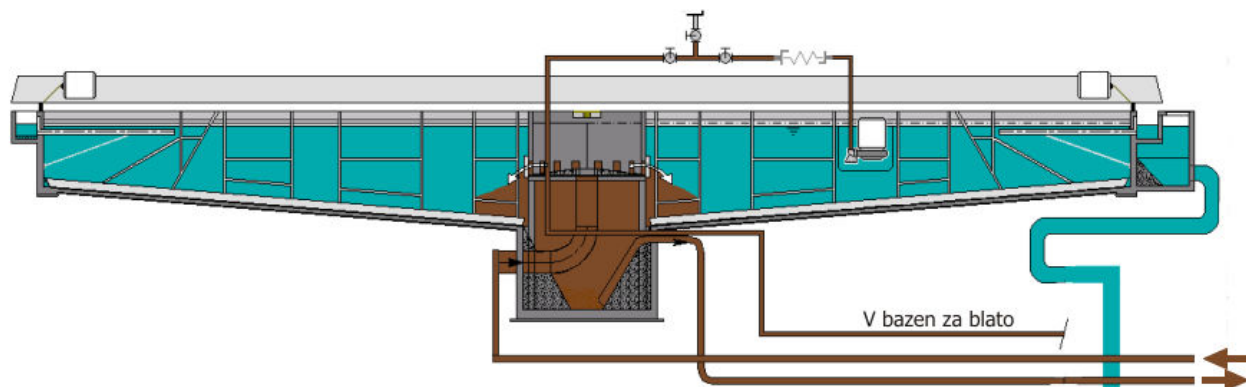
- železov (III) hidroksid,
- železov (III) klorid,
- aluminijev hidroksid,
- sintetični polimeri.



Slika 39: Flotacijski bazen

Vir: http://www.ccnmb.si/html/vse_slike_65.html/ (10. 12. 2009)

Za razliko od flotacije je sedimentacija proces, kjer se delci usedajo na dno bazena. Takšnim bazenom velikokrat rečemo usedalniki. Flotacija je praviloma energijsko vzpodbujen proces (npr. z aeracijo) in s tem povezano hitrejši od sedimentacije, ki je gravitacijski proces in traja dalj časa. Običajno sedimentacija sledi takoj za flokulacijo, saj bi drugače obstajala možnost, da se flokuli razgradijo, preden bi se usedli. Količina flokul, ki se usede, je odvisna od zadrževalnega časa v sedimentacijskem bazenu. Ta se pri komunalnih čistilnih napravah giblje okrog 4 ure. V manjših napravah se poskušamo izogniti sedimentaciji z izboljšanjem procesa flotacije, saj je proces sedimentacije počasen in zahteva veliko prostora ter je zaradi tega drag.



Slika 40: Uredalnik

Vir: http://www.cnmb.si/html/shema_bologija.html/ (15. 12. 2009)

Oba procesa sta masno intenzivna in tvorita veliko gošče, tudi do 5 % skupnega obdelanega volumna vode. Goščo potem vodimo na dekantiranje, preostalo blato pa odložimo na deponijo ali kmetijske površine ali pa dodamo v biološko stopnjo čistilne naprave. Strošek obdelave gošče je zaradi tega eden izmed pomembnejših faktorjev pri delovanju čistilne naprave.

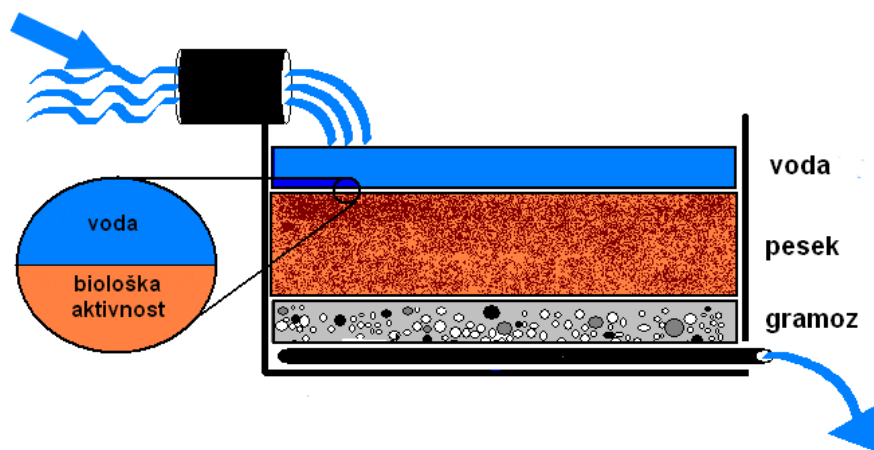
3.2.4 Filtracija

Filtracijo je smiselno izvesti kot eno izmed zadnjih stopenj v sistemu čiščenja odpadne vode, saj na ta način minimiziramo potrebo po čiščenju ali menjavi filtrov ali filtrskega materiala.

Poznamo veliko število izvedb filtrov. Nekatere izmed njih so:

- počasni peščeni filtri,
- hitri peščeni filtri,
- membranski filtri,
- filtri z aktivnim ogljem,
- reverzna osmoza,
- kombinirani filtri.

Peščeni filtri delujejo na principu adsorpcije raztopljenih delcev na delce peska ali organskega materiala v pesku. Učinkovitost peščenih filtrov se povečuje z debelino plasti peska, vendar pa se jim s tem zmanjšuje kapaciteta. Peščene filtre čistimo z menjavo filtrskega materiala ali s spiranjem v povratni smeri. Poznamo jih v varianti gravitacijskih počasnih in hitrih filtrov ter v varianti tlačnih filtrov v zaprtih posodah.



Slika 41: Gravitacijski peščeni filter

Membranski filtri so pogosto v uporabi za čiščenje pitne in sanitarne vode. Membranski filtri za pitno vodo učinkovito odstranijo vse delce, večje od $0,2\ \mu\text{m}$, vključno z nekaterimi zajedavskimi bakterijami in praživalmi (npr. bičkarji iz rodu giardi). Membranski filtri so velikokrat v uporabi kot terciarni filtri (na strani uporabnika za ponovno uporabo odpadne vode) ali kot industrijski filtri v industriji. Njihova prednost je v enostavni in zanesljivi uporabi, slabost pa je, da niso primerni za velike kapacitete (npr. v komunalnih čistilnih napravah) in da ne odstranijo v vodi topnih snovi, npr. fosforja, nitratov in ionov težkih kovin. Membrane filtrov so narejene iz različnih materialov, odvisno od uporabe (papirne membrane, membrane iz umetnih mas, keramične membrane, membrane iz PTFE ...).



Slika 42: Keramična membrana
Vir: Jiangsu Jiuwu Hi-Tech Co., Ltd

Postopek, podoben membranski filtraciji, je tudi **reverzna osmoza**. Glavni mehanizem odstranitve nečistoč pri filtraciji je ločevanje po velikosti (večji delci ostanejo na drugi strani filtra). Reverzna osmoza pa deluje na principu difuzije. Pri tem se uporablja pritisk na onesnažen medij, potiska se ga skozi membrano, pri čemer ostaja onesnažena frakcija na eni strani membrane, čista pa preide skozi membrano. To je obraten proces od osmoze, kjer po naravni poti pronica čisti medij (medij z nizko koncentracijo nečistoč) skozi membrano proti okolici z višjim deležem nečistoče. Pri reverzni osmozi dosegamo najvišjo stopnjo čistosti vode, je pa proces zelo neučinkovit v primerjavi z ostalimi procesi. (Zelo učinkovite industrijske naprave dosegajo izkoristek 45 %, vsa ostala voda pa je odpadna, domače nizekotlačne naprave imajo izkoristek približno 15 %.) Reverzna osmoza se uporablja v sledeče namene:

- priprava pitne vode,
- priprava industrijske vode za parna postrojenja,
- priprava vode za pralna postrojenja,
- industrija hrane in pijač ...

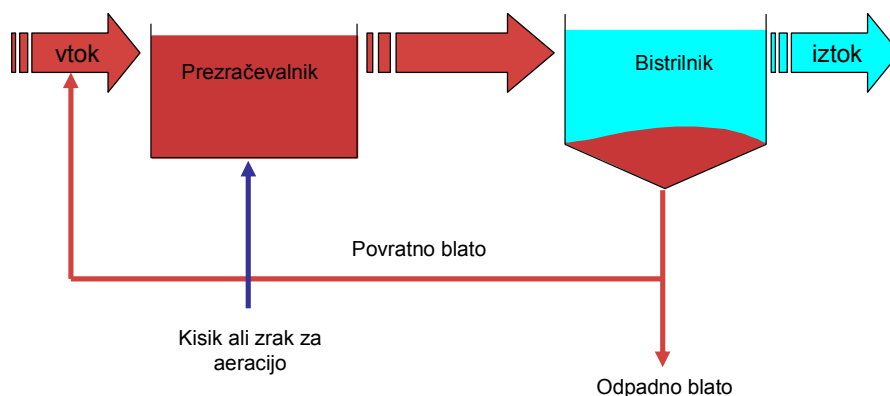
Vaja 22:

Pojasnite, kaj je mehčanje vode.

3.2.5 Biološko čiščenje

Z biološkimi procesi odstranjujemo iz odpadne vode raztopljene snovi, drobne neraztopljene snovi in koloidne organske polutante. V bistvu kopiramo naravni proces, ki ga z dodatnimi tehnološkimi postopki poskušamo pohitriti in povečati kapaciteto na čim manjši površini. Proces biološkega čiščenja običajno zahteva predčiščenje (mehansko, flotacija, sedimentacija itd.)

Danes najpogostejša metoda biološkega čiščenja je metoda z aktivnim blatom. Mešanici odpadne vode in mikroorganizmov v čistilni napravi pravimo aktivno blato. Aktivno blato sestoji iz mikroorganizmov (bakterije, glive, protozoa, metazoa, praživali), ki jim odpadna voda predstavlja vir hrane za preživetje in razmnoževanje. Osnovni parametri metode so dobro znani in temeljijo na empiričnih podatkih, ki so se razvijali dolgo časovno obdobje 0.



Slika 43: Tipični postopek čiščenja vode z aktivnim blatom

Aktivno blato je namenjeno čiščenju odpadne vode. Reakcija čiščenja je presnova (celično dihanje, sinteza in mitotična delitev), v njej sodelujejo v blatu prisotni mikroorganizmi. Sistem je lahko ob ustrezni regulaciji samovzdržen (ni potrebno dodajanje novih mikroorganizmov), potrebno je le odstranjevanje odvečnega blata.

Glavni namen biološkega čiščenja je znižanje BPK, KPK, odstranitev fosforja, amonijevega dušika NH_4 (nitrifikacija) in nitratov .

3.2.6 Dezinfekcija

Mikroorganizme, ki povzročajo bolezni, imenujemo patogeni mikroorganizmi. V primerjavi z vsemi mikroorganizmi jih je zelo malo, uničenje le-teh pa imenujemo dezinfekcija. Ker je patogenih organizmov malo, jih je težko določati, zato jih določamo posredno preko ugotavljanja koloformnih bakterij. Če imamo v vodi malo koloformnih bakterij, lahko z veliko verjetnostjo sklepamo, da je v vodi še manjše število patogenih organizmov, zato se količina koloformnih bakterij v odpadni vodi upošteva kot indikator za količino patogenih mikroorganizmov.

Z dezinfekcijo zmanjšamo število patogenih organizmov, s sterilizacijo pa uničimo vse patogene organizme.

V čistilnih napravah lahko uporabimo sledeče postopke dezinfekcije 0:

- kloriranje,
- ozoniranje,
- UV dezinfekcija,
- hipokloriranje,
- dezinfekcija s posebnimi kemičnimi sredstvi (kalcijev hipoklorid, klorovodikova kislina, klorovodikov dioksid, bromov klorid).

Kloriranje je najpogostejša metoda dezinfekcije, zaradi nevarnosti pri delu s klorom (bojni strup) mora imeti vsak vzdrževalec in posluževalec sistema ustrezno izobrazbo in znanje o varnostnih ukrepih pri tem delu.

Opomba:

Klor v plinski obliki, znan kot Bertolit, je bil prvi uporabljen bojni strup, in sicer so ga uporabili v nemški vojski v I. svetovni vojni v 2. bitki za Ypres.

Rezidualni klor je klor, ki ostane v odpadni vodi še po dezinfekciji. Prevelika količina preostalega klora je toksična za vodne organizme (že 0,5 mg/l lahko povzroči pomor rib).

Naprednejši sistem dezinfekcije pitne vode je ozoniranje. Slabost sistema je, da so stroški postavitve, delovanja in vzdrževanja sistema višji kot pri kloriranju, prednost pa je ta, da ne pušča ostankov, ki bi lahko škodili vodnim organizmom in posledično porabnikom. Ozon je nestabilen plin, zato ga ne moremo skladiščiti, pač pa ga je potrebno pripraviti na mestu uporabe. Prav tako je zdravju škodljiv plin, zato zanj veljajo podobni varnostni ukrepi kot pri kloru.

UV dezinfekcija je novejši proces dezinfekcije, kjer z UV svetlobo (valovna dolžina 254 nm) uničujemo bakterije v odpadni vodi. Pri delu z UV svetlobo je potrebno paziti na ustrezno zaščitno opremo, saj se lahko pojavijo poškodbe oči in kože.

3.3 ONESNAŽENOST ZRAKA IN UKREPI ZA PREPREČEVANJE ONESNAŽEVANJA

»Avgusta, ko so ob začetku enoletnega odštevanja do začetka olimpijskih iger v Peking prispeli predstavniki sodelujočih držav, so se mnogi zgražali nad onesnaženim ozračjem mesta. Na povprečen dan v Pekingu se na lestvici onesnaženosti (prašni delci) številke izpisujejo okoli 190 mikrograma na kubični meter, v najslabših dnevih pa presežejo 270. Za primerjavo: v času tega pisanja je v Mariboru v zraku 38,6 mikrograma na kubični meter.

Kot poroča New York Times, zgolj en odstotek urbanega prebivalstva na Kitajskem diha zrak, ki po merilih Evropske unije velja za varnega. Kitajski problem onesnaženega zraka je postal tudi globalni problem. Kisli dež, "oplemeniten" s kitajskimi izpusti iz elektrarn na trdna goriva, pada na Seul in Tokio, tudi Los Angeles se pritožuje nad umazanijo, ki z zračnimi tokovi pripotuje po zraku iz Kitajske.« (Vir: Večer, 27. 10. 2007).

Onesnaževanje zraka je neizogibno, saj je rezultat delovanja okolja (vetrovi, vulkani, požari ...) in človekovih aktivnosti, kot so na primer ogrevanje, proizvodnja, gradbene dejavnosti, življenjski stil in iz tega izhajajoč transport dobrin in ljudi. Na drugi strani se pojavlja življenjsko pomembna potreba po kar se da čistem zraku s čim manjšo vsebnostjo škodljivih snovi. Glavni namen modernega koncepta ohranjanja čistosti zraka je poiskati trajen kompromis za to protislovje.

Opomba:

V zadnjih 20-ih letih smo bili v Evropi in ZDA uspešni pri zmanjševanju obremenitve zraka z žveplom (SO₂) in prahom. V nasprotju s tem pa nismo uspeli zniževati dušikovih oksidov in ozona. Dodaten problem predstavljajo države v razvoju, vključno z Indijo in s Kitajsko, ki še niso uspele obrniti krivulje onesnaževanja, temveč postajajo vse večje onesnaževalke in porabnice energije.

3.3.1 Škodljive snovi v zraku

Polutanti v zraku so snovi, ki lahko škodijo okolju in so v obliki trdnih delcev, kapljic ali plinov, so naravnega izvora ali rezultat človekovega delovanja. Ločimo primarne polutante, ki so direktno sproščeni v okolje (npr. CO iz izpuhov), in sekundarne, ki se sprostijo v okolico posredno (npr. fotokemični smog).

Glavni onesnaževalci zraka, ki se tvorijo zaradi človeške dejavnosti, so:

- Žveplove oksidi (SO_x) – še posebej SO_2 . Največji izvor žveplovega dioksida v ozračju predstavlja zgorevanje ogljikovodikov z vsebnostjo žvepla. Nadaljnja oksidacija SO_x v ozračju lahko vodi k tvorjenju žveplene kisline (H_2SO_4), posledica tega je kisli dež.
- Dušikovi oksidi (NO_x) – še posebej NO_2 , se sproščajo pri zgorevanju pri povišanih temperaturah. NO_x so eden glavnih onesnaževalcev, ki izhajajo iz prometa.
- Ogljikov oksid (CO) je zelo strupen brezbarven in nedražeč plin. Nastane kot posledica nepopolnega zgorevanja. Največji izvor CO je promet.
- Toplogredni plini (med njimi CO_2). CO_2 je produkt popolnega zgorevanja in celičnega dihanja. Med pline s pomembnim toplogrednim učinkom spada tudi metan (CH_4).
- Hlapljive organske spojine VOC (Volatile Organic Compounds). VOC delimo na CH_4 in ostale VOC s kratico NMVOC (Non Methane VOCs). Večina VOC ima velik toplogreden učinek ter je zelo toksična. Aromatične spojine so velikokrat kancerogene (kot npr. benzen in toluen).
- Trdni delci PM (Particulate Matter) so drobni delci trdnin ali kapljev, porazdeljeni v zraku. Lahko so naravnega izvora ali posledica človekovega delovanja. Kombinaciji zraka in PM se reče aerosol. V poprečju je v ozračju Zemlje 10 % aerosolov človeškega izvora. Aerosoli se povezujejo s tveganjem bolezni dihal in srčno žilnega sistema.
- Klorofluorogljikovodiki CFC (Chlorofluorocarbons) povzročajo razpad stratosferskega ozonskega plašča.
- Amonijak NH_3 se sprošča pri hladilnih procesih farmacevtske industrije in kmetijstva. Je jedek in zdravju škodljiv.
- Radioaktivni prah in plini.
- Fotokemični smog je kombinacija aerosolov in ostalih onesnaževalcev zraka, ki pod vplivom svetlobe spremenijo svojo strukturo. Je posledica izpustov industrije in prometa.
- Prizemni ozon se tvori iz NO_x in VOC. Ozon je strupen, že v zelo nizkih koncentracijah povzroča glavobole in razdraženost.

3.3.2 Ogljični odtis

Seštevek vseh emisij toplogrednih plinov, ki jih neposredno ali posredno povzročajo človek, organizacija, dogodek ali proizvod, imenujemo ogljični odtis. Določitev ogljičnega odtisa je prvi korak pri načrtovanju zmanjševanja emisij. Izraz ogljični odtis se uporablja za ponazoritev količine emisij CO_2 in drugih toplogrednih plinov (TGP), za kar sta odgovorna ali posameznik ali organizacija. Ogljični odtis lahko izračunamo tudi za dogodke in proizvode. Seštevek, ki ponazori ogljični odtis neke organizacije, je sestavljen iz niza virov emisij: od neposrednega zgorevanja fosilnih goriv do posrednih vplivov, kot so službena pot zaposlenih ali emisije drugih organizacij, ki nas oskrbujejo z dobrinami ali s storitvami (ali pa mi njo). Ko računamo ogljični odtis, je pomembno, da poskusimo poiskati in kvantificirati čim širši spekter virov emisij, saj bomo le tako dobili natančno in popolno sliko okoljskega vpliva. Če naj bo izračun ogljičnega odtisa natančen, je pomembno, da sistematično in do potankosti opredelimo ter razvrstimo vse možne vire emisij. Običajno se uporablja razvrščanje emisij glede na stopnjo nadzora, ki jo organizacija lahko uveljavi nad njimi. Na tej osnovi lahko razdelimo emisije toplogrednih plinov v tri glavne skupine:

- Neposredne emisije iz dejavnosti, ki jih organizacija nadzoruje.
- Emisije zaradi porabe električne energije.
- Posredne emisije zaradi proizvodov in storitev.

Izračun ogljičnega odtisa še ni mednarodno standardiziran. V Evropi se trenutno (dec. 2009) uporablja postopek, definiran v javno dostopni specifikaciji PAS2800:2008. ZDA še nimajo standardnega protokola za izračun.

PUBLICLY AVAILABLE SPECIFICATION

PAS 2050:2008

Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services



Slika 44: Prva stran publikacije PAS2050:2008

Vir: izdajatelj publikacije – BSI

Vaja 23:

Izračunajte ogljični odtis gospodinjstva, ki porabi 370 kWh elektrike in 180 l kurilnega olja na mesec.

Opomba:

Čeprav v času nastajanja te dokumentacije še potekajo razprave, ali imajo tako imenovani toplogredni plini res tako pomemben vliv na segrevanje ozračja, je danes izračun ogljičnega odtisa pomemben, saj se na ta način že obračunavajo okoljske takse, z emisijami se trguje in ker je to hkrati tudi pokazatelj porabe celotne energije pri posamezniku ali organizaciji v neki dogovorjeni obliki.

3.3.3 Ukrepi za preprečevanje onesnaževanja zraka

Ukrepi za preprečevanje onesnaževanja zraka se enako kot pri čiščenju vode delijo na ukrepe za preprečevanje onesnaženja in spremembe sestave ter na čiščenje po opravljeni poluciji. Največje onesnaženje zraka povzročata proizvodnja in poraba energije, zato se največji učinki kažejo v ukrepih, ki nižajo porabo energije (tudi nižanje emisij toplogrednih plinov je eden izmed ukrepov za skupno nižanje porabe energije). Pri ohranjanju kakovosti zemeljskega ozračja delamo medvedjo uslugo ne samo z vedno večjim onesnaževanjem, pač pa tudi z zmanjševanjem biološko regenerativne sposobnosti zemlje z izsekavanjem deževnega gozda in zastrupljanjem morja ter posledično nižanjem količine planktona.

Naprave, snovi in postopki, navedeni v nadaljevanju, so namenjeni za preprečevanje onesnaževanja zraka. Nekateri se uporabljajo kot preprečevalci nastanka polutantov, nekatere pa uporabljamo za čiščenje zraka. Pri čiščenju nastopata dva principa, in sicer uničenje polutanta ter sprememba v neškodljivo obliko (npr. O₃ v O₂) ali pa odstranitev iz zraka (npr. filtriranje).

3.3.4 Cikloni

Cikloni za pline imajo enako funkcijo kot cikloni za vodo, tudi princip delovanja je enak. Namenjeni so odstranjevanju trdnih delcev (PM) iz zraka. Pri sestavljenih filtrirnih napravah je lahko zaporedno vezanih več ciklonov, temu pravimo multiciklon. Cikloni se uporabljajo za grobo čiščenje in so velikokrat predstopnja naslednjim postopkom. Gre za cilindrične posode, v katerih se onesnažen zrak vrtinči, prašni delci pa se zaradi centrifugalne sile usedajo na zunanjo steno in se počasi posedajo na dno ciklona. V ciklonih se izloči do 90 % delcev, večjih od 5 mm, pri izločanju majhnih delcev in delcev z majhno maso pa niso učinkoviti.



Slika 45: Ciklon – zračni separator proizvajalca AFT

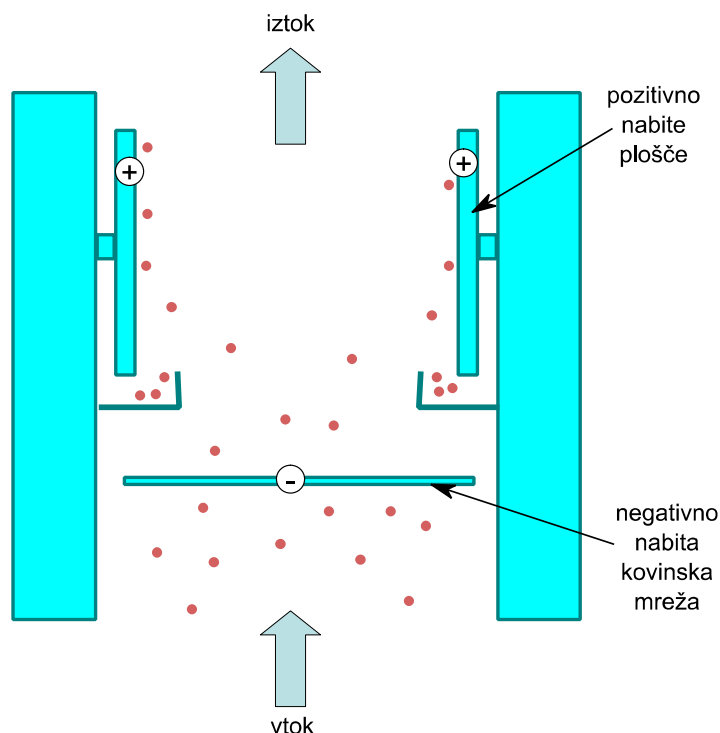
3.3.5 Elektrostatični precipitatorji

Elektrostatični precipitator (ESP) je elektrostatični čistilec zraka, ki za čiščenje zraka izrablja silo elektrostatičnega naboja delcev. ESP je visoko učinkovita filtrirna naprava z minimalnim vplivom na tok dimnih plinov in majhnim tlačnim padcem. Iz zraka ali dimnih plinov uspešno odstranjuje fini prah. ESP se v večini primerov uporablja v suhi izvedbi, za posebne namene pa so v uporabi tudi mokri elektrostatični precipitatorji (npr. v industriji ivernih plošč). ESP so v ploščni ali cevni obliki. Z WESP lahko iz zraka odstranjujemo tudi aerosole, aromatske spojine in žveplo. WESP delujejo kot kombinacija ESP in pralnika.



Slika 46: Gradnja WESP v Lesna TIP Otiški Vrh

Vir: <http://www.prevent.si/si/novice?id=87/> (10. 2. 2011)



Slika 47: Princip delovanja ESP

3.3.6 Vrečasti filtri

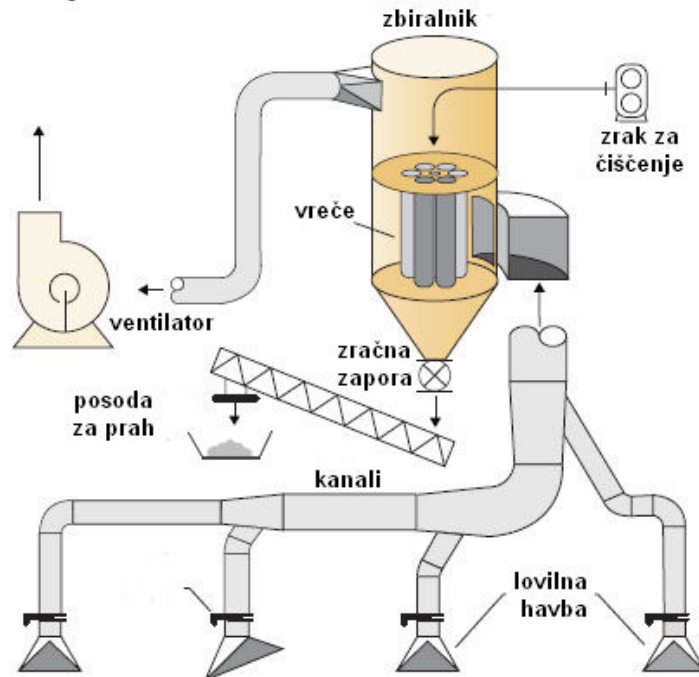
Vrečasti filtri delujejo po načelu filtracije dimnega plina skozi tkanino. Ventilator, ki je praviloma vgrajen izza filtra, vleče dimne pline skozi filtrske vreče v dimnik. Prah se nabira na zunanji strani vreč, prečiščen zrak pa prehaja skozi stene vreč. Filtrske vreče so narejene iz različnih materialov, odvisno od aplikacije. Vrečasti filtri so sposobni zadržati 99 % drobnih finih delcev. Slabost je velik padec tlaka na filtrski vreči in obstaja nevarnost zabijanja filtra. Vrečasti filtri spadajo med požarno in eksplozijsko ogrožene naprave. (Vsak prah je eksploziven.)

Čiščenje filtra se izvaja s tresenjem vreč, z izpihovanjem (reverse jet) ali s protitočnim zračnim čiščenjem. Filtrske vreče je potrebno redno kontrolirati zaradi uporabe ter jih po potrebi zamenjati v skladu z navodili proizvajalca.

Fluid, ki nosi s seboj trdne delce prahu, vstopa v filter skozi vstopno odprtino in se v vstopnem kanalu porazdeli po celotni dolžini komore filtra. Vstopna hitrost se v notranjosti zmanjša toliko, da se groba frakcija prahu iz onesnaženega fluida izloči že v samem zbirnem konusu. Delno očiščen tok fluida nadaljuje z gibanjem ob delovni površini (umazani del vreče) in prehaja v notranjost (čisti del vreče). Pri tem se na zunanji strani vreče nabira plast prahu, očiščen zrak vstopa skozi, se giblje skozi odprtino v zgornje ohišje filtra in gre nato skozi izstopni kanal v cevovod in preko centrifugalnega ventilatorja v dimovod filtra. Trdne delce, prisesane na zunanji del vreče, odstranimo ciklično s tresenjem ali curkom injektorsko vbrizganega zraka. Vreča je med delovanjem (čiščenjem onesnaženega zraka) zaradi podtlaka rahlo napeta v notranjost, vendar le toliko, kolikor dovoljujejo jeklene nosilne košare. Delci prahu, združeni v večje delce, zaradi gravitacije padajo v zbirni konus filtra. Izstop zraka na spodnji strani filtra preprečuje loputa ali zvezdasto zapiralo.

Prav zaradi intenzivnega in nastavljivega sistema čiščenja filtrskih vreč je uporabnost teh filtrov zelo široka in primerna tudi za najtežje pogoje filtriranja, kakršni so v topilnicah, livarnah, brusilnicah, kamnolomih, cementarnah ... Določeni detajli filtra, hitrost, čas čiščenja ter kakovost in obremenitev vreč morajo ustrezati zahtevam medija filtriranja oz. mu biti prilagojeni.

Princip vrečastega filtra omogoča gradnjo od zelo majhnih naprav (domači sesalnik) do največjih enot (odsosavanje jeklarn).



Slika 48: Sistem odsesavanja z vrečastim filtrom



Slika 49: Vrečasti filter

Vir: <http://www.pbs.org/wgbh/nova/sun/clea-02.html/> (12. 08. 2009)

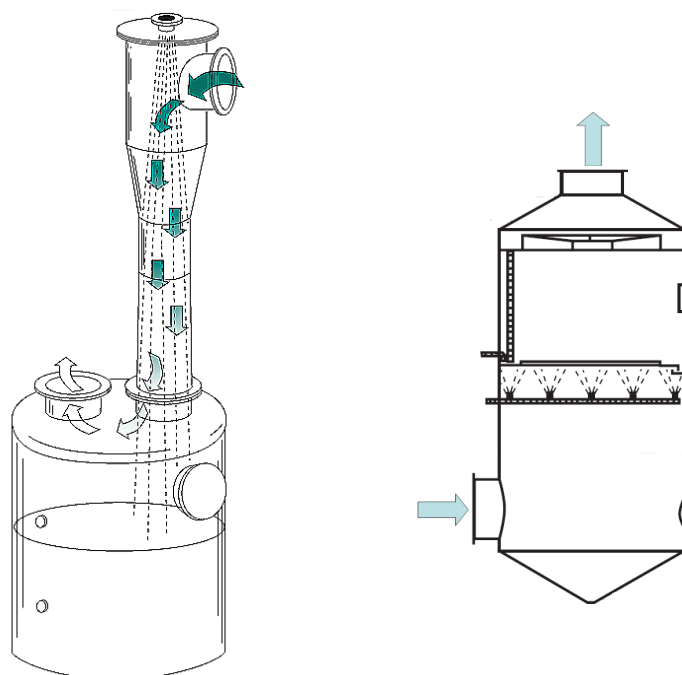
3.3.7 Pralniki

Pralniki so sistemi za čiščenje zraka, namenjeni odstranjevanju točno določenih delcev iz izpušnih ali dimnih plinov iz industrijskih postrojenj. Beseda pralnik (v angleščini Scrubber) izhaja iz sistemov, kjer se je uporabljala tekočina za »pranje« izpušnih plinov. Danes se ta izraz uporablja tudi za naprave, kjer se v tok dimnih plinov vpihujejo suhi delci. Pralniki so primarno naprave za zmanjšanje plinskih emisij, še posebej velja za kisle pline. Njihova sekundarna uporaba je v pridobivanju kondenzacijske toplote iz dimnih plinov.

Poznamo veliko različnih izvedb pralnikov, pri čemer se za poimenovanje velikokrat uporabljajo komercialna imena. Nekateri tipi pralnikov so:

- venturijev pralnik,
- pralni stolp,
- ejektorski pralnik ...

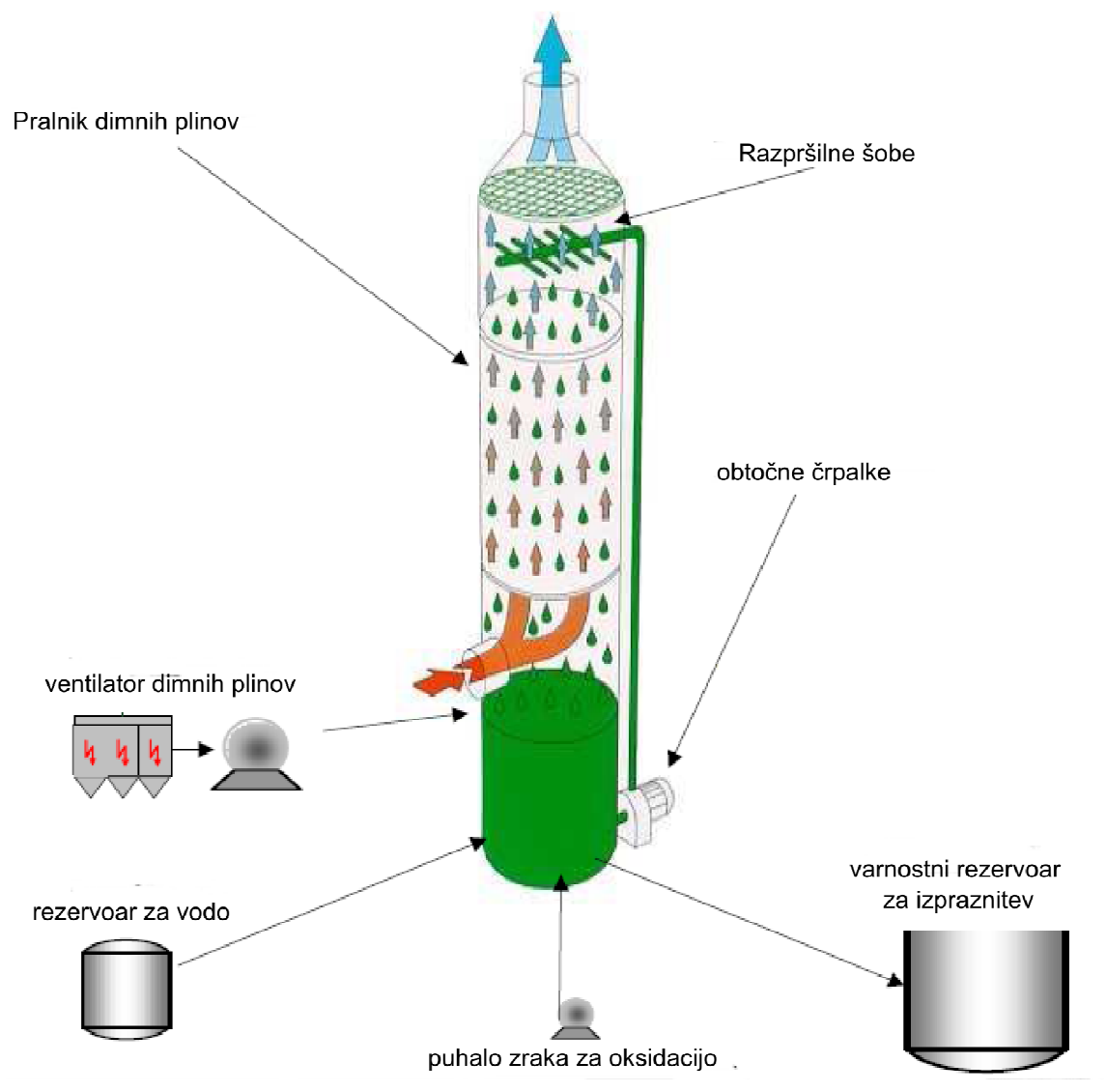
Tako pri mokrih kot pri suhih pralnikih je potrebno veliko pozornost posvetiti naknadni obdelavi in odlaganju kontaminiranega odpada iz procesa čiščenja.



Slika 50: Venturijev pralnik (levo) in pralni stolp

Tipična aplikacija pralnikov je razžveplanje dimnih plinov iz velikih kurilnih naprav (cementarne, termoelektrarne, toplarne ...) Danes je za velike termoenergetske objekte najbolj uveljavljen mokri kalcitni postopek. Prednosti tega postopka sta visoka učinkovitost (do 95 %) in ceneno absorpcijsko sredstvo, to je mleti apnenec (CaCO_3). Produkt procesa razžveplanja dimnih plinov je sadra ($\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$), ki ni škodljiva za okolje. Pri prehajanju dimnih plinov skozi razpršeno suspenzijo CaCO_3 v vodi se nanjo vežejo žveplovi oksidi, pri tem nastaja kalcijev sulfid $\text{CaSO}_3 \times \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$. V zbiralnik suspenzije močna puhala vpihujejo zrak, kar povzroči oksidacijo sulfida v kalcijev sulfat $\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$.

Pralniki se veliko uporabljajo tudi v farmacevtski in kemični industriji, čeprav ne vedno v vlogi čistilne naprave.



Slika 51: Pralnik za razžveplanje dimnih plinov
Vir: Sporočilo za javnost Lafarge cement, 24. 10. 2007

3.3.8 Načini nižanja NO_x v izpuštih

NO_x je krajši izraz za skupno količino monooksidov (NO in NO_2). Ti oksidi nastanejo v procesu zgorevanja pri visokih temperaturah. Pri temperaturah okolice kisik in dušik ne reagirata medsebojno, pri zgorevanju mešanic goriva in zraka pa nastanejo dovolj visoke temperature, da se sprožijo endotermične reakcije med atmosferskim kisikom in dušikom, v katerih se tvorijo različni dušikovi oksidi. Problemi, ki jih NO_x povzročata okolju, so:

- v prisotnosti sončne svetlobe NO_x in HOS tvorita fotokemični smog;
- NO_x je povzročitelj kislega dežja;
- NO_x sodeluje pri nastanku prizemnega ozona.

Metode, ki jih uporabljamo za nižanje NO_x v izpuhu, so:

- nižanje temperature zgorevanja v motorjih z notranjim zgorevanjem,
- selektivna katalitična redukcija (za velike naprave),
- selektivna nekatalitična reakcija (za velike naprave, uporaba NH_2CONH_2 , slabša učinkovitost od katalitične redukcije, vendar ekonomičnejša),
- pralniki,

- katalizatorji (katalični konverterji).

Katalizatorji se danes največkrat uporabljajo v kombinaciji z motorji z notranjim zgorevanjem. Ottovi motorji so opremljeni s tristopenjskimi katalizatorji, v katerih simultano potekajo sledeče reakcije:

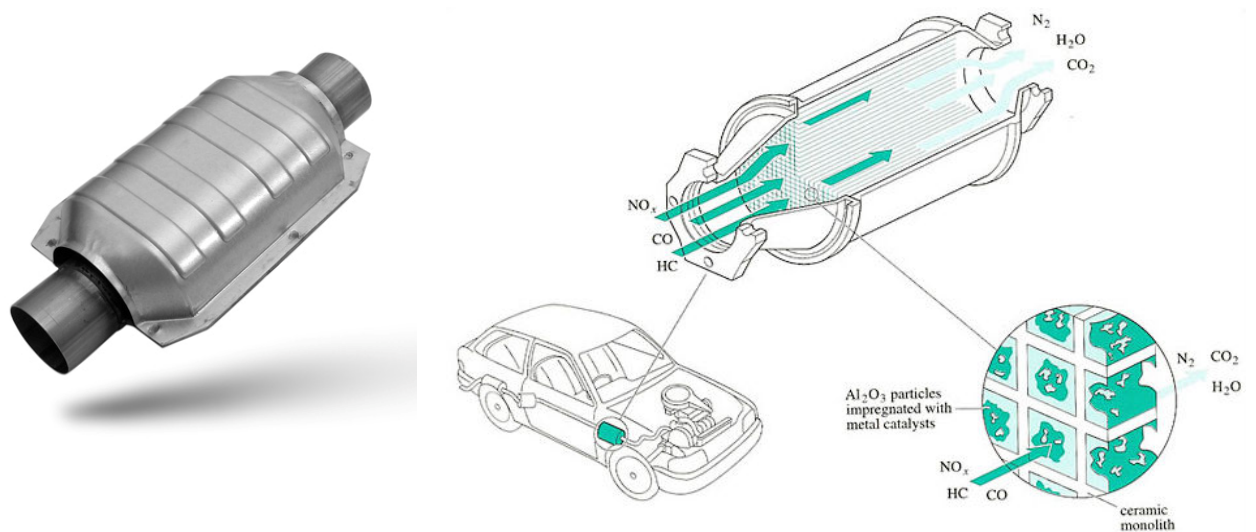
- redukcija $2 \text{NO}_x \rightarrow x \text{O}_2 + \text{N}_2$,
- oksidacija $2 \text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2$,
- oksidacija nezagorelih ogljikovodikov $\text{C}_x\text{H}_{2x+2} + [(3x+1)/2]\text{O}_2 \rightarrow x\text{CO}_2 + (x+1) \text{H}_2\text{O}$.

Slabost katalizatorjev je, da imajo omejeno življenjsko dobo in da vsebujejo veliko količino žlahtnih elementov, kar dviguje njihovo ceno.

Dizelski motorji so opremljeni z oksidacijskimi katalizatorji, kjer potekata reakciji:

- oksidacija $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$,
- oksidacija nezagoreli ogljikovodiki + $\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

Dodatno so novejši večji dizelski motorji opremljeni s filtrom za saje.



Slika 52: Tristopenjski katalizator

3.3.9 Nekateri ostali postopki čiščenja zraka

Obstaja veliko različnih industrijskih in naravnih postopkov čiščenja zraka, od katerih so nekateri skoraj univerzalni, ostali pa prilagojeni natančno določenemu polutantu v ozkem intervalu onesnaženja. V nadaljevanju bodo naštetni in kratko opisani nekateri postopki.

HEPA filtri so visoko učinkoviti filtri trdnih delcev. HEPA (High Efficiency Particulate Air) filtri po definiciji odstranijo iz toka zraka 99,97 % delcev, večjih od premera 0,3 μm . V uporabi so v tehnologiji priprave zraka za čiste prostore (Clean Room Technology), v klimatskih napravah (industrijskih in domačih), sesalcih, kot filtri za zrak pred motorji ... HEPA filtri so skoraj vedno zadnja stopnja čiščenja, saj se zelo hitro zamašijo, pa tudi čisti imajo velik padec tlaka. So zelo različnih oblik in sestave. Upoštevati je potrebno, da vse, kar se prodaja pod imenom HEPA filter, ne dosega definicijske vrednosti očiščenja.



Slika 53: Primer HEPA filtra

Vir: www.airpurifiresteam.com/ (12. 11. 2009)

Adsorberji običajno niso samostojne čistilne enote, pač pa se nahajajo kot zadnja ali predzadnja stopnja čiščenja. Adsorberji so posode, v katerih se nahaja adsorbcijsko sredstvo, skozi katerega prehaja onesnažen fluid, in na katero se po principu adsorpcije vežejo polutanti. Najbolj znano adsorbcijsko sredstvo je aktivno oglje, nekatera druga pa so še silika gel (SiO_2), zeoliti (naravni in umetni) in matrični polimeri. Ogljeni filter je sestavni del zaščitne dihalne maske, ki spada med standardna zaščitna sredstva pri delu v kemiji.



Slika 54: Vojaška in civilna različica dihalne zaščitne maske

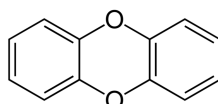
S hlajenjem zraka se iz zraka z mehanizmom kondenzacije izloča vodna para in z njo tudi del onesnaževalcev. **Sušilci zraka s hlajenjem** so zelo pogosti v tehnologiji priprave komprimiranega zraka, kjer je najpomembnejše, da zrak osušimo, saj voda povzroča probleme v pnevmatskih sistemih. Suhost zraka označujemo z njegovo točko rosišča. Točka rosišča je

vrednost temperature, ko imamo maksimalno koncentracijo vodne pare v zraku pri specifičnem tlaku.

Dioksini razpadejo pri temperaturi nad 700 °C, zato se v sežigalnicah uporablja dvostopenjski sežig, kjer na drugi stopnji dvignemo temperaturo sežiga nad 700 °C, nato pa dimni plin hitro ohladimo, da ne pride do dodatnega nastajanja NO_x. Dioksine in furane odstranjujemo tudi s pomočjo katalitičnih postopkov iz voda in tudi z biofiltri.

Opomba:

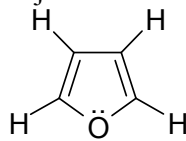
Dioksin je heterociklična organska spojina s kemično formulo C₁₂H₈O₂. Obstajata dva izomera, 1,2-dioksin in 1,4-dioksin. V okoljskih tehnologijah se z izrazom dioksin označuje družina derivatov dioksina, znana kot poliklorirani diobenzodioksini (PCDD).



Slika 55: Dibenzo-1,4-dioksin

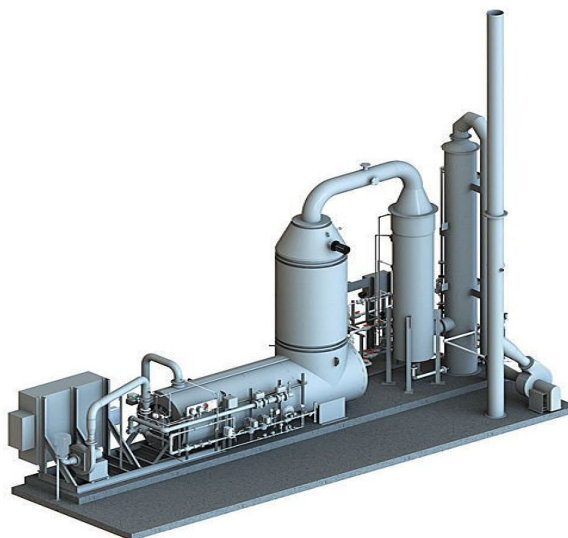
Dioksini so toksični in se v človeškem telesu nalagajo, saj jih telo ne izloča. Določeni dioksini so dokazano kancerogeni, med najbolj nevarnimi pa je 2,3,7,8-Tetraklorodibenzo-p-dioxin (TCDD).

Furan je heterociklična aromatična spojina. Običajno nastaja s termičnim razkrojem monosaharida pentoze. Furan je toksičen in rakotvoren brezbarven plin.



Slika 56: Furan

Termični oksidatorji so procesne enote, v katerih s sežiganjem razgrajujemo nevarne pline pri visoki temperaturi in jih nato izpuščamo v okolico. Ločimo različne izvedbe oksidatorjev, kot so regenerativni termični oksidatorji, katalični oksidatorji, katalitični termični oksidatorji, direktno kurjeni oksidatorji (»Afterburners«). Z njimi uspešno razgrajujemo VOC in – odvisno od naprave – tudi dioksine in furane.

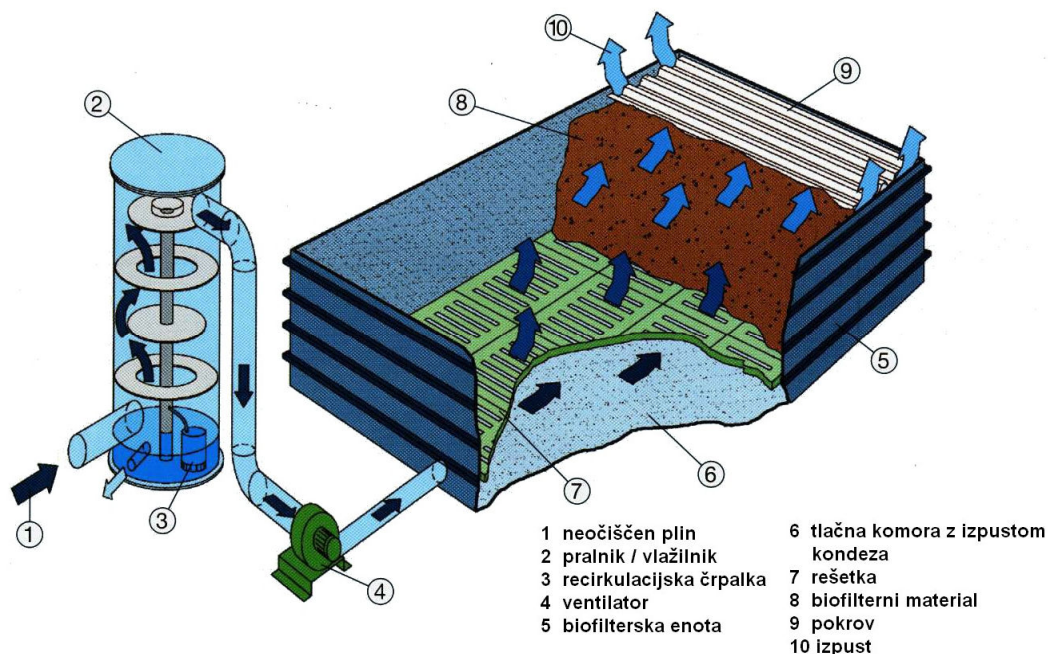


Slika 57: Direktni termični oksidator
Vir: www.anguil.com/ (20. 10. 2009)

3.3.10 Biofiltri za čiščenje zraka

Biofiltri za zrak niso filtri v pravem pomenu besede, saj niso namenjeni odstranjevanju trdnih delcev (PM) iz zraka, pač pa odstranitvi raztopljenih snovi v zraku. V praktični industrijski uporabi so od leta 1980. So enostavni in stroškovno učinkoviti, zahtevajo pa veliko prostora. Učinkoviti so pri izločanju vonjav iz zraka in VOC. Mikroorganizmi v biofiltru razgradijo škodljive snovi v pretočnem zraku v neškodljive produkte, kot so biomasa, voda in ogljikov dioksid.

Za relativno enostavnim konceptom biofiltra se skriva zahteven regulacijski proces, ki zagotavlja mikroorganizmom optimalne pogoje za njihovo delovanje in rast. Pri tem je potrebno kontrolirati pH vrednost, temperaturo, vlago in vsebnost hranilnih snovi.



Slika 58: Modularni biofilter za čiščenje zraka

Vir: <http://encoco.co.kr/> (15. 10. 2009)

4 CILJI IN NAČELA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA



V tem poglavju bomo pogledali, kakšen trajnostni razvoj potrebujemo za ohranitev biotske raznovrstnosti ter ohranitev okolja.

V tem poglavju boste spoznali podpoglavja:

- *Razlika med ekocentrizmom in antropocentrizmom.*
- *Okoljski odtis in njegov pomen za družbo.*
- *Nekaj pomembnejših podatkov o trendih naraščanja okoljskega odtisa v svetovnem, evropskem kot tudi slovenskem merilu.*

UVOD V POGlavJE 4

"Trajnostni razvoj je takšen način razvoja, ki zadošča današnjim potrebam, ne da bi pri tem ogrožal možnosti prihodnjih generacij, da zadostijo svojim lastnim potrebam."
(Svetovna komisija za okolje in razvoj (WCED), 1987.)

»Strategija razvoja Slovenije je zasnovana na trajnostnem razvoju (TR) kot osrednji perspektivi, ki vključuje gospodarsko vitalnost, pravičnost, socialno kohezijo, varstvo okolja in trajnostno gospodarjenje z naravnimi viri. Za uresničevanje trajnostnega razvoja bo Slovenija zagotavljala svojim državljanom telesno, duševno, socialno, kulturno in gospodarsko blaginjo z odgovornostjo do prihodnjih generacij in njihovega naravnega in družbenega okolja.«
(Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije, 2008.)

4.1 OSNOVE TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

Pri načelu trajnostnega razvoja gre za dogovor v sodobni družbi, ki se s tem obvezuje (tudi na pravno zavezujoči ravni), da bo delovala v smeri trajnostnega razvoja. Aktivnosti vlade in njenih organov mora biti usmerjena v razvoj, ki naj ohranja ekološko ravnovesje.

Ekocentrizem je – v nasprotju z antropocentrizmom – usmerjen v prednostno ohranitev okolja in šele nato v dvig človeškega standarda, saj se je antropocentrizem pokazal kot na dolgi rok nesprejemljiv koncept, ki uničuje celotne ekosisteme in posledično celoten planet.

Opomba:

Tehnocentrični pogled na trajnostni razvoj išče možnosti, da bi s tehnološkim razvojem in tehniko (naravno ali človeško) dosegli stanje blagostanja za vse prebivalce planeta. Omeniti je potrebno, da tehnično gledano ni več ovir za preskrbo celotnega prebivalstva z energijo in s hrano, zadostno za preživetje (ali tudi kaj več), ampak je problem v neenakomerni porazdelitvi dobrin, kar pa ni več tehnološka, temveč sociološka problematika.

Svetovno prebivalstvo povečuje globalne pritiske na vse bolj omejene, izčrpane vire okolja, »zdravje« planeta se slabša, podnebje spreminja, globalna biotska raznovrstnost pa se zmanjšuje. Vse bolj se uveljavlja prepričanje, da bi morali imeti ljudje po vsem svetu enako pravico do porabe virov in dolžnost do minimalnega okoljskega odtisa.

Slovenija se lahko ponaša z ohranjenostjo narave in ključnih virov okolja, izjemno pokrajinsko in biotsko raznovrstnostjo, ki je pomembna za kakovost razvoja tudi v evropskem merilu. Opredelitev za trajnostni razvoj zahteva, da gospodarski razvoj gradimo na spoštovanju trajnostnih načel in sonaravnih usmeritev, visoki ravni zaščite okolja in narave ter zdravja ljudi. V Sloveniji smo povečali število varovanih območij in sistematično se spodbuja ohranjanje pokrajinske in biotske raznovrstnosti. Hkrati trajnostni razvoj pomeni, da skušamo poiskati načine ohranjanja okoljskega bogastva, ki bodo omogočali in tudi spodbujali gospodarski razvoj. Pri tem je potrebno upoštevati naravovarstvene kriterije, javnofinančne omejitve ter prednostno financirati ukrepe za višjo gospodarsko rast, ki ustreza pogojem trajnostnega razvoja. Z vidika spodbujanja gospodarskega razvoja so strateško prednostni okoljski cilji Slovenije do leta 2013 pretehtana, smotrna raba domačih naravnih virov in povečanje energetske učinkovitosti, zmanjšanje obremenjevanja vodnih virov ter ozračja, umiritev prometnih okoljskih pritiskov, pospešena ekološka pridelava hrane in raznovrstni ukrepi za učinkovito ohranjanje izjemne biotske pestrosti.

Izboljšanje in ohranjanje kakovosti vodnih virov nas vodi k določanju novih vodovarstvenih območij, poostrenemu nadzoru uporabe pesticidov, posodabljanju in izgradnji vodovodnega in kanalizacijskega omrežja ter čiščenju odpadnih voda. Učinkovito ravnanje s komunalnimi odpadki zahteva spodbujanje trajnostne potrošnje, predvsem pa dograjevanje regionalnih sistemov ravnanja z odpadki in sodobna odlagališča. Prekomerne emisije toplogrednih plinov glede na zahteve Kjotskega sporazuma lahko prepreči politika smotrne in varčne rabe energije ter večja, a skrbno pretehtana raba obnovljivih virov. Trajnostno upravljanje z naravnimi viri v kmetijstvu zahteva zmanjševanje kmetijskega obremenjevanja okolja. To pomeni, da Slovenija zaradi večplastnih pozitivnih učinkov podpira razvoj ekološkega kmetijstva kot model trajnostne prakse v kmetijstvu, kot minimalni standard kmetijske prakse pa postavlja integrirano pridelavo. Cilj je zagotoviti večjo varnost hrane, varovanje okolja in narave, zdravo prehranjevanje, ohranjanje poseljenosti slovenskega podeželja in novo, sonaravno zasnovano evropsko konkurenčnost kmetijstva, agroživilstva in turizma.« Prirejeno po Plut, delovni osnutek 6.

ZAKON O VARSTVU OKOLJA (ZVO-1)

I. TEMELJNE DOLOČBE

1. Splošne določbe

1. člen

(predmet za

kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj

Ta zakon ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem **kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj** in v tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, javne službe varstva okolja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja.

Slika 59: Tudi Zakon o varovanju okolja poudarja trajnostni razvoj

Dodatne informacije o trajnostnem razvoju v Evropi je mogoče najti na sledečih povezavah:

- Evropska komisija na mestu TR: <http://ec.europa.eu/sustainable/>,
- Eurostat kazalniki trajnostnega razvoja: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/sdi/introduction>,
- Raziskave za trajnostni razvoj: http://ec.europa.eu/research/sd/index_en.cfm,
- Evropske mreže za trajnostni razvoj (ESDN): <http://www.sd-network.eu/>,

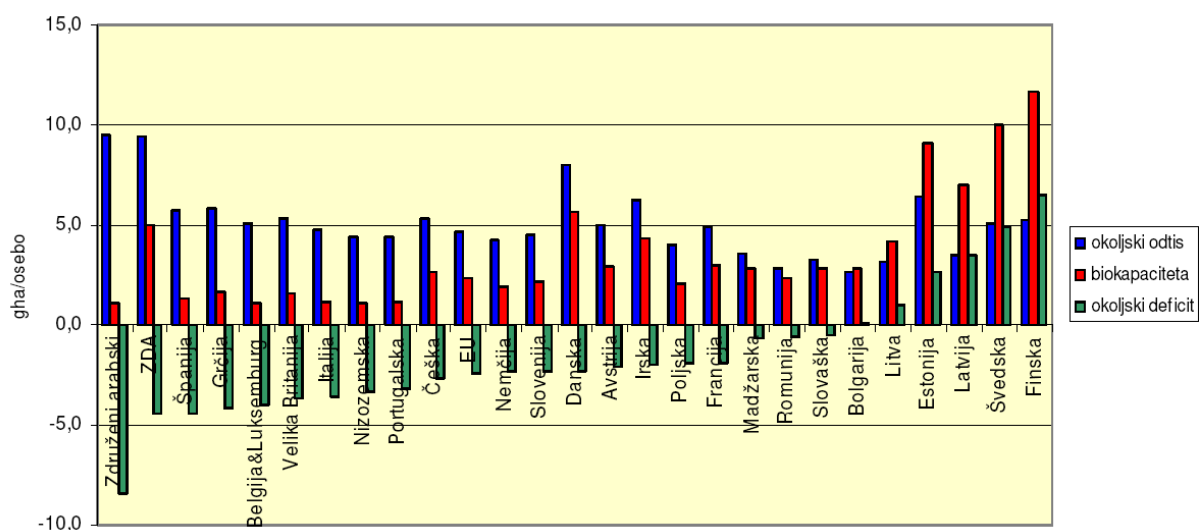
- Komisija ZN za trajnostni razvoj (CSD):
http://www.un.org/esa/dsd/csd/csd_aboutcsd.shtml.

4.2 OKOLJSKI ODTIS

»Okoljski odtis je kazalec trajnostnega razvoja. Evropska agencija za okolje ga uvršča med kazalce za spremljanje pojavov na področju bioraznolikosti v tako imenovani SEBI (Sustainable Environmental and Biodiversity Indicators) nabor kazalcev. Računi okoljskega odtisa skušajo odgovoriti na vse bolj aktualno raziskovalno vprašanje o tem, koliko regenerativne sposobnosti planeta (kapaciteta biosfere) potrebujemo, da zadovoljimo potrebe človekovih dejavnosti (za proizvodnjo sredstev, ki jih človek potroši), in za absorpcijo onesnaženja, ki pri tem nastane. Izraža se v standardizirani enoti biološko produktivne površine, globalnem hektarju (gha).

V svetovnem merilu je človeštvo v letu 2005 za približno 30 % preseglo proizvodnjo biosfere. Globalni okoljski odtis se je od leta 1961 (prvi izračun) povečal z 1,7 gha/osebo na 2,7 gha/osebo v letu 2005. Povečanje gre predvsem na račun večjega odtisa energentov oz. vse večje porabe energije na osebo. Med vsemi državami najvišji okoljski odtis beležijo Združeni arabski emirati (9,5 gha/osebo), sledijo Združene države Amerike (9,4 gha/osebo). Ob biokapaciteti planeta 2,1 gha/osebo je tako globalni okoljski odtis v letu 2005 presegel globalno biokapaciteto za 0,6 gha/osebo oz. za slabo tretjino. To pomeni, da bi ob sedanjih porabi naravne biokapacitete potrebovali 1,28 Zemlje kot planeta oz. da bi Zemlja za regeneracijo tega, kar človeštvo porabi v enem letu, potrebovala 1,28 leta.

Evropa kljub temu, da je drugi najmanjši kontinent, precej prispeva k globalnemu ekološkemu odtisu, zato je njena vloga toliko odgovornejša. Globalni okoljski odtis Evrope se je začel poviševati po letu 1961, ko je bilo povpraševanje skoraj enako biokapaciteti. Leta 2005 pa je bil že dvakrat večji. Slika 60 prikazuje okoljski odtis držav članic EU. Ta je bil leta 2005 nad svetovnim povprečjem (v povprečju 4,7 gha/osebo), in sicer dvakrat večji od njene biološke kapacitete, kar pomeni, da bi EU glede na trenutno stopnjo potrošnje potrebovala dvakrat več naravnih virov. K temu je največ prispeval odtis energentov (ogljčni odtis), sledi biološki odtis (biokapaciteta), najmanj pa odtis infrastrukture (pozidana območja).



Slika 60: Okoljski odtis, biokapaciteta in okoljski deficit v nekaterih državah leta 2005

Vir: http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint_for_nations/
(20. 09. 2009)

Slovenija je bila leta 2005 z okoljskim odtisom 4,5 gha/osebo pod povprečjem EU, vendar nikakor ne med državami z najnižjim okoljskim odtisom. Glede na leto 1992 se je okoljski odtis povečal za 2,8 gha/osebo. Slovenija je od leta 1999 naprej v okoljskem deficitu, ko je primanjkljaj znašal 0,1 gha/osebo, leta 2005 pa že kar 2,3 gha/osebo. Izmerjena biotska kapaciteta naše države (2,2 gha/prebivalca) kaže, da porabimo za svoje dejavnosti preveč naravnih virov oz. preveč obremenjujemo okolje z odpadki – izpusti (4,5 gha/preb). Največjo biokapaciteto Sloveniji prinašajo gozdovi, a ne dovolj, da bi kompenzirali izpuste CO₂, ki pomenijo največji prispevek k okoljskemu odtisu. *Prirejeno po 0.*

Opomba:

Ko želimo prikazati porabo energije laični javnosti, si pri tem pomagamo z enotami, ki si jih zna zainteresirana publika predstavljati. Te enote niso v skladu s SI in včasih tudi njihova vrednost niha. Ena izmed takšnih enot je ekvivalent energije v tonah surove nafte toe (tonne of oil equivalent) ali v tonah premoga tce. Tona surove nafte nima natančno definirane vrednosti, saj je lahko njena sestava zelo različna, zato je dogovorjena sledeča pretvorbena vrednost:

$$1 \text{ toe} = 45,0 \cdot 10^9 \text{ J}$$

V toe pogosto prikazujemo statistične podatke, kot je npr. letna poraba energije po prebivalcu. (V letu 2005 je vsak Slovenec potrošil približno za 2,6 toe energije v različnih oblikah.)

5 REŠITVE VAJ

Vaja 1:

Koliko molov snovi je v treh kilogramih metana?
Koliko kg snovi je 720 molov ozona?

Rešitev:

$$m = M \cdot n \quad \rightarrow \quad n = \frac{m}{M}$$

Kemična formula za metan je CH₄.

$$M(\text{CH}_4) = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ kg/kmol}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3 \text{ kg}}{16 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 0,1875 \text{ kmol} = 187,5 \text{ mol}$$

Kemična formula za ozon je O₃.

$$m = M \cdot n$$

$$M(\text{O}_3) = 3 \cdot 16 = 48 \text{ kg/kmol}$$

$$m = M \cdot n = 48 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \cdot 720 \text{ mol} = 34,56 \text{ kg}$$

Vaja 2:

Glede na definicijo kurilnosti razložite, kako lahko imajo določene kurilne naprave izkoristek zgorevanja več kot 100 %, čeprav vemo, da strojev in naprav z izkoristkom 100 % in več ne poznamo.

Rešitev:

»Glavna karakteristika goriv, ko govorimo o energetski učinkovitosti, je količina toplote, ki jo dobimo pri popolnem zgorevanju neke volumske ali masne količine goriva. Vso toploto, ki nastane pri gorenju enote goriva, imenujemo zgorevalna toplota goriva in jo označimo s HS. Indeks »S« pomeni superior (najvišji). Včasih, kot že rečeno, niso znali izkoristiti vse energije, saj se je del skriva v latentni toploti vodne pare, ki se nahaja v produktih zgorevanja. Latentna toplota se sprosti s kondenzacijo te vodne pare, zato je do prihoda kondenzacijskih kurilnih naprav niso izkoriščali. Energija, ki jo dobimo, če te energije ne izkoristimo oziroma dimnih plinov ne ohlajamo pod temperaturo rosišča, imenujemo kurilnost goriva in jo označimo s HI. Indeks »I« pomeni inferior (spodnji). Ker so torej včasih koristili le kurilnost goriva, je bil tudi izkoristek definiran kot razmerje med pridobljeno toploto in kurilnostjo goriva. Pri kondenzacijskih kotlih izkoriščamo latentno toploto vode, zato izkoristek lahko preseže 100 %. Navajanje takšnega izkoristka je smiselno le zaradi primerjave med izkoristki različnih kurilnih naprav. Vsi klasični kotli pač imajo izkoristek definiran glede na HI.«

Vir: http://www.fs.uni-lj.si/opet/knjiznica/kondenzacijske_kurilne_naprave.pdf, 15. 12. 2009

Vaja 3:

S pomočjo spletnih virov poiščite definicije za sledeče snovne lastnosti: vonj, trdnost, viskoznost, barva, elektromagnetne lastnosti.

S pomočjo spletnih virov in literature naštejite še katere druge snovne lastnosti.

Navedite nekaj indikatorjev, s pomočjo katerih ugotovljamo kislost ali bazičnost snovi.

Rešitev:

Fenolftalein je indikator za baze (v kislini ne spremeni barve).

Metiloranž je indikator za kisline (v bazi ne spremeni barve).

Lakmusov papir je indikator tako za baze kot za kisline.

Obstajajo tudi univerzalni indikatorji.

INDIKATORJI		HCl (pH = 1)	CH ₃ COOH (pH = 2)	NaOH (pH = 13)	NH ₃ (pH = 11)
Fenolftalein (brezbarven)		Brezbarven	Brezbarven	Vijoličen	Vijoličen
Metiloranž (oranžen)		Rdeč	Rdeč	Oranžen	Oranžen
Lakmusov papir	Moder	Rdeč	Rdeč	Moder	Moder
	Rdeč	Rdeč	Rdeč	Moder	Moder

Vaja 4:

Določite, koliko energije potrebujemo, da segrejemo 5 kg H₂O s temperaturo -10 °C do temperature 250 °C. Koliko litrov bencina porabimo za ta proces, če predpostavimo, da se proces dogaja pri normalnem zračnem tlaku in je zunanji izkoristek celotnega procesa $\eta = 0,8$? Skozi katere termodinamične faze gre H₂O? Potrebne podatke poiščite s pomočjo literature ali spleta.

Rešitev:

Proces	faza	m [kg]	T ₁ [°C]	T ₂ [°C]	dT [K]	C _p [kJ/kgK]	q [kJ/kg]	Q	Q [kJ]
Segrevanje	s	5	-10	0	10	1,93		c·m·dT	96
Taljenje	s-l	5	0	0	0		334	q·m	1670
Segrevanje	l	5	0	100	100	4,2		c·m·dT	2100
Vretje	l-q	5	100	100	0		2270	q·m	11350
Pregrevanje	g	5	100	250	150	1,99		c·m·dT	1493
SKUPAJ									16709

$$Q_{\text{teoretični}} = 16709 \text{ kJ}$$

$$\text{Izkoristek } \eta = 0,8$$

$$Q = Q_{\text{teoretični}} / \eta = 20886,25 \text{ kJ}$$

kurilna vrednost za bencin
gostota bencina

$$H_d = 43000 \text{ kJ/kg}$$

$$\rho = 760 \text{ kg/m}^3$$

potrebna količina bencina

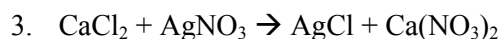
$$Q = m_{\text{bencin}} \cdot H_d \quad m_{\text{bencin}} = 0,486 \text{ kg}$$

$$V = m / \rho \quad V_{\text{bencin}} = 0,64 \text{ l}$$

Vaja 5: Reševanje zbirnih kemijskih enačb

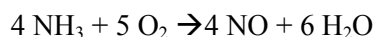
Rešite sledeče kemijske enačbe in jih opišite z besednim zapisom:

- $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

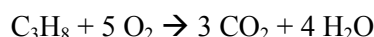
**Rešitev:**

1. Pri pridobivanju dušikove (V) kisline oksidirajo amonijak. Pri tem nastaneta dušikov (II) oksid in stranski produkt voda.

Koeficiente v enačbi določimo tako, da je število atomov vsakega elementa na levi in na desni strani enako. Primer je podrobneje opisan v literaturi [11] na strani 39-40.

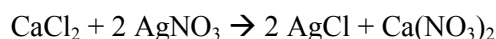


2. Pri gorenju propana v prisotnosti kisika nastaneta ogljikov dioksid in voda. Koeficiente v enačbi določimo tako, da je število atomov vsakega elementa na levi in na desni strani enako. Primer je povzet iz internetnega vira: <http://richardbowles.tripod.com/chemistry/balance.htm>. (citirano 5. 3. 2011).



3. Če raztopino kalcijevega klorida zmešamo z raztopino srebrovega nitrata, se pri reakciji izloči srebrov klorid v obliki bele oborine.

Koeficiente v enačbi določimo tako, da je število atomov vsakega elementa na levi in na desni strani enako. Primer je povzet iz internetnega vira: <http://richardbowles.tripod.com/chemistry/balance.htm>. (citirano 5. 3. 2011).

**Vaja 6:**

Izračunajte, koliko kilogramov aluminija potrebujemo, da z definirano reakcijo pridobimo 2 kg železa.

Definirana reakcija se glasi: $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{Al} \rightarrow 9\text{Fe} + 4\text{Al}_2\text{O}_3$

Rešitev:

Več podobnih primerov si lahko ogledate v literaturi [11] na straneh 76–79.

$$m_{\text{Al}} = \frac{n_{\text{Al}} \cdot M_{\text{Al}} \cdot m_{\text{Fe}}}{n_{\text{Fe}} \cdot M_{\text{Fe}}} = \frac{8 \text{ kmol} \cdot 26,98 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \cdot 2 \text{ kg}}{9 \text{ kmol} \cdot 55,85 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 0,86 \text{ kg}$$

Vaja 7:

Navedite eno eksotermno in eno endotermno reakcijo.

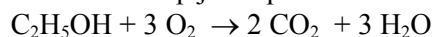
Rešitev:

Endotermni: fotosinteza, taljenje ledu.

Eksotermne reakcije: celično dihanje, gorenje, zamrzovanje vode pozimi.

Vaja 8:

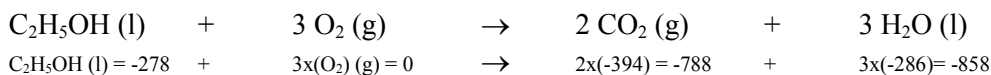
Določite entalpijsko spremembo za sledečo reakcijo:



Rešitev:

Iz kemijske formule poiščemo, za katere reaktante in produkte najdemo vrednosti entalpije v tabelah.

C ₂ H ₅ OH (l)	H = -278 kJ/mol
CO ₂ (g)	H = -394 kJ/mol
H ₂ O (l)	H = -286 kJ/mol
O ₂	H = 0 kJ/mol



$$\begin{aligned} \Delta H &= \sum \Delta H_{\text{produkti}} - \sum \Delta H_{\text{reaktanti}} \\ \Delta H &= \sum (-788 \text{ kJ/mol} + (-858 \text{ kJ/mol})) - \sum (-278 \text{ kJ/mol} + 0) \\ \Delta H &= -1646 \text{ kJ/mol} + 278 \text{ kJ/mol} \\ \Delta H &= -1368 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

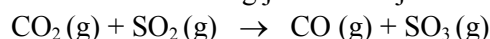
Entalpijska sprememba za reakcijo je: -1368 kJ/mol.

Primer je povzet iz internetnega vira:

<http://chemicalparadigms.wikispaces.com/file/view/15.1+Standard+Enthalpy.pdf>. (citirano 9. 2. 2011). Na tej spletni strani si lahko najdete tudi druge primere entalpijskih sprememb s potekom izračuna.

Vaja 9:

Določite spremembo proste Gibbsove energije za reakcijo:



Poimenujte reaktante in produkte, ki nastopajo v reakciji. Ali je reakcija spontana? Kolikšna je sprememba entalpije? Potrebne podatke poiščite s pomočjo literature ali na spletu.

Rešitev:

Na spletu poiščemo podatke za Gibbsovo prosto energijo za posamezne produkte:

Lahko jih najdete na spletni strani: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/thermo/helmholtz.html>/ (citirano 9. 2. 2011) ali na <http://chemed.chem.wisc.edu/chempaths/GenChem-Textbook/The-Free-Energy-629.html>/ (citirano 9. 2. 2011), kjer se nahaja tudi nekaj podobnih že rešenih primerov za vajo.

Tabela 11: Standardna Gibbsova prosta energija (kJ/mol) pri 25 °C, za en mol posamezne snovi

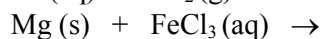
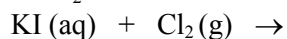
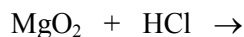
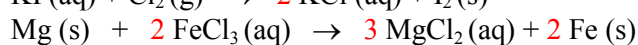
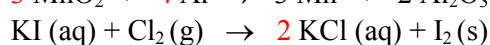
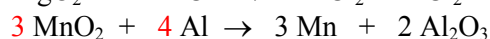
Spojina	ΔG° (kJ/mol)	Spojina	ΔG° (kJ/mol)
CO (g)	-137,17	NO (g)	86,55
CO ₂ (g)	-394,36	NO ₂ (g)	51,31
H ₂ (g)	0,00	O ₂ (g)	0,00
H ₂ O (g)	-228,57	S (s)	0,00
H ₂ O (l)	-237,13	SO ₂ (g)	-300,194
H ₂ S (g)	-33,56	SO ₃ (g)	-371,06

$$\begin{aligned} \Delta G_{\text{reakcije}} &= \Delta G_{\text{produktov}} - \Delta G_{\text{reaktantov}} \\ \Delta G_{\text{reakcije}} &= ((-137,17) + (-371,06)) - ((-394,36) + (-300,194)) \\ \Delta G_{\text{reakcije}} &= 186,324 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

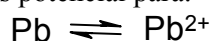
Pozitivna vrednost rezultata nam pove, da se reakcija ne bo izvršila sama od sebe v smeri od leve proti desni, ampak ravno obratno. Teži k izvršitvi od desne proti levi, kar bi znižalo njeno prosto energijo.

Vaja 10:

Uredite in dopolnite redoks reakcije:

**Rešitev:****Vaja 11:**

Določite standardni redoks potencial para:

**Rešitev:**

Rešitev se najde v tabelah standardnih potencialov za pomembnejše redoks pare.

$E^\circ = -0,13 \text{ V}$. (Povzeto iz kemijskega priročnika Schröter et al., 222.)

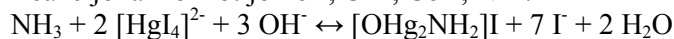
Vaja 12:

S pomočjo spleta ali literature poiščite, s katerimi obarjalnimi reakcijami dokazujemo amonijev ion. Napišite reakcije, opišite pogoje in navedite, kateri ioni motijo reakcijo.

Rešitev:

Rešitev je v literaturi in na spletu na več naslovih:

Amonijev ion dokazujemo z Nesslerjevim reagentom. Za reakcijo mora biti alkalen medij. V žarilni lonček damo svoj vzorec in NaOH, na urno steklo kanemo kapljico Nesslerjevega reagenta ter z njim pokrijemo žarilni lonček. Kapljica se obori rjavo. Reakcijo lahko motijo Fe^{3+} , Cr^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} .

**Vaja 13:**

S pomočjo literature ali spleta poiščite vsaj še eno definicijo za pojem »živi organizem«. Pojasnite, ali spada virus med žive organizme.

Rešitev:

Npr.: Živi organizem je sposoben rasti, reprodukcije in odzivanja na signale iz okolice, kot so npr. zvok, svetloba, temperatura ...

Virus je hkrati živ in neživ. Popolnoma ne ustreza nobeni definiciji živih organizmov. Ko se nahaja v gostitelju, deluje kot neke vrste živ organizem, ko pa je izven gostitelja, pa je v »spečem« stanju. Virusov ne moremo ubiti.

Vaja 14:

Opišite, zakaj so listi večine rastlin zelene barve.

Rešitev:

Listje je zeleno zaradi prisotnosti klorofila, ki sodeluje v svetlem delu procesa fotosinteze. Klorofil je zelen, ker absorbira svetlobo rdeče in modre barve in reflektira zeleno barvo, to je barvo, ki jo vidimo.

Vaja 15:

Kaj je mitoza?

Rešitev:

»Mitoza je postopek delitve celice, značilen za eucite. Nastali hčerinski celici (celici, ki pri deljenju nastaneta) imata enako število istovrstnih kromosomov kot njuna materinska celica (celica, ki se deli) – hčerinski celici sta zato genetsko enaki materinski, sta njena klona. Mnogoceličarjem omogoča mitoza rast in obnavljanje tkiv, enoceličarjem pa nespolno razmnoževanje. Večina eucitov, ki se deli po mitozi, je »2n« (diploidnih, »n« je število kromosomov, značilnih za vrsto; pri človeku je $n = 23$, torej ima $23 \cdot 2 = 46$ molekul DNK; kromosomi so v vsaki celici prisotni v homolognih parih, tj. parih kromosomov, od katerih sta po dva in dva enake oblike in velikosti ter nosita istovrstne gene v enakem zaporedju). Mitoza poteka v več stopnjah (fazah), ki prehajajo ena v drugo: profaza, metafaza, anafaza, telofaza. V obdobju med dvema mitotskima delitvama je celica v interfazi.«

Vir: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Mitoza>, 10. 12. 2009

Vaja 16:

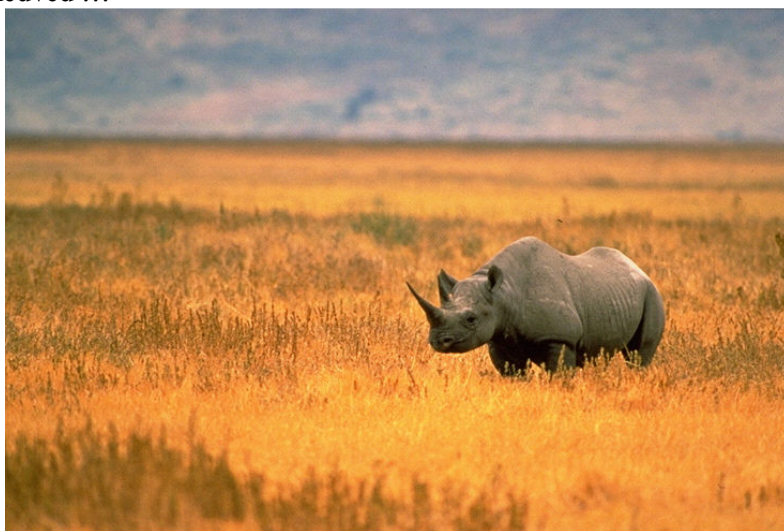
Kdo je avtor izvorne evolucijske teorije?
Naštejte nekaj izumrlih in nekaj ogroženih vrst.

Rešitev:

Charles R. Darwin (12. 02. 1809–19. 04. 1882) – bil je angleški naravoslovec, ki je dojel, da se življenje skozi čas razvija in da izhaja iz skupnih prednikov. O tem je leta 1859 objavil knjigo z naslovom O izvoru vrst (originalno v angleščini: »On the origin of Species«.)

Nekaj izumrlih vrst: dinosavri, jamski medved, mamut, zahodnoafriški črni nosorog (izumrl 2006); v Sloveniji beloglavi jastreb.

Nekaj ogroženih slovenskih vrst: črna štoklja, divja mačka, človeška ribica, rjavi medved ...



Slika 61: V naravi izumrli zahodnoafriški črni nosorog
Vir: <http://www.animalpicturesarchive.com/> (14. 05. 2009)

Vaja 17:

Naštejte nekaj ekosistemov.

Rešitev:

Gozd, travnik, morje, kraška jama, akvarij, kmetija ...

Vaja 18:

Pojasnite, o čem govori Kjotski protokol.
Povzemite vsebino Agende 21.

Rešitev:

Kjotski protokol je mednarodni sporazum, ki skuša zmanjšati emisije ogljikovega dioksida in petih ostalih toplogrednih plinov. Sprejelo ga je 141 držav sveta, da bi zaustavile segrevanje ozračja.

Agenda 21 je sklepni dokument svetovne konference OZN o okolju in razvoju (UNCED), ki je bil sprejet v Riu de Janeiru leta 1992. Opredeljuje ključne okoljske probleme sodobnega sveta ter potrebne ukrepe za uresničitev tako imenovanega sonaravnega (trajnostnega) razvoja v 21. stoletju in vsebuje neobvezujoča priporočila za zmanjševanje negativnih vplivov na okolje.

Lizbonska pogodba je začela veljati 1. decembra 2009. Evropski uniji je dala sodobno institucionalno ureditev ter učinkovit in uspešen način dela pri spopadanju z izzivi današnjega časa. Svet se hitro spreminja in Evropejci pričakujejo od Evropske unije, da bo reševala vprašanja globalizacije, podnebnih in demografskih sprememb, varnosti in energije. Lizbonska pogodba krepi demokracijo v Evropski uniji in njeno sposobnost uveljavljanja interesov državljanov v vsakdanjem življenju.

Gothenburška strategija je strategija trajnostnega razvoja EU.

Vaja 19:

Kolikšen je dopusten nivo hrupa na območju splošnih stanovanjskih površin? Poiščite podatke v naši zakonodaji.

Rešitev:

Uradni list RS, št. 105/2005 z dne 23. 11. 2005, Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju, 4. člen, III. območje varstva pred hrupom, priloga 1, tabela 1:

Tabela 12: Mejne vrednosti kazalcev hrupa

Območje varstva pred hrupom	$L_{noč}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)
IV. območje	65	75
III. območje	50	60
II. območje	45	55
I. območje	40	50

Vaja 20:

Katera uredba govori o dopustni količini inhalabilnega prahu na delovnem mestu?

Rešitev:

Uradni list RS, št. 73/1994 z dne 24. 11. 1994, Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih snovi v zraku.

1. Mejne koncentracije za dim in inhalabilne delce so:

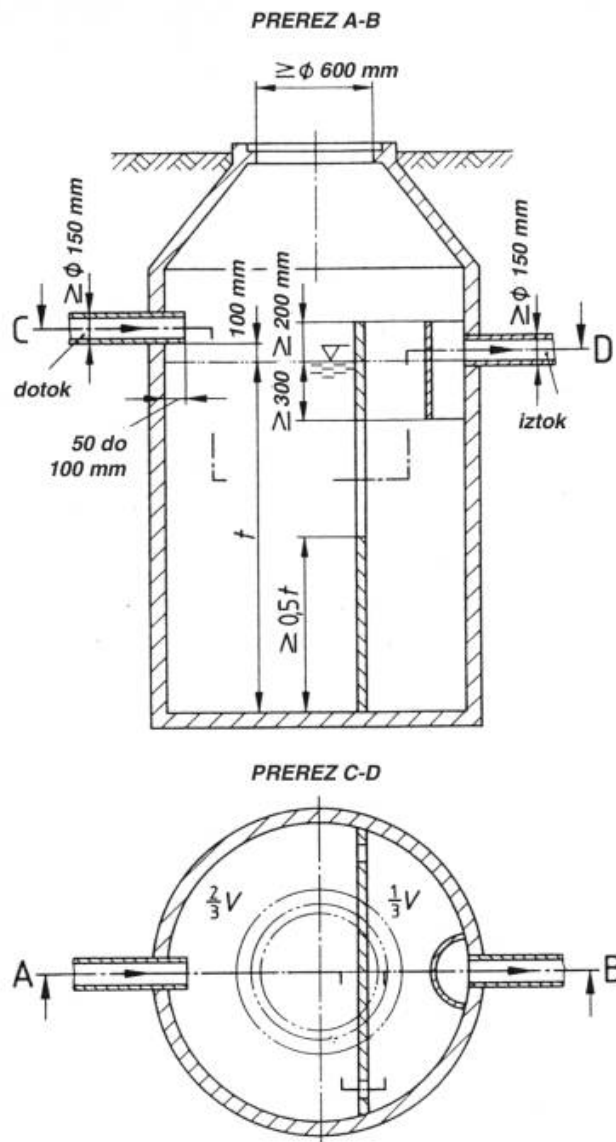
časovni interval merjenja	mejna koncentracija $\mu\text{g}/\text{m}^3$	C98 za eno leto $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 ura	200	
24 ur	125	100
1 leto	50	

Slika 62: Izsek iz uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih snovi v zraku

Vaja 21:

Narišite shemo dvoprekatne pretočne greznice.

Rešitev:



Slika 63: Komercialna izvedba dvoprekatne greznice

Vaja 22:

Pojasnite, kaj je mehčanje vode.

Rešitev:

Voda vsebuje v različni količini sledeče ione: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} in Cl^- . Ti ioni se izločajo kot tako imenovan vodni kamen. V določenih primerih je to neugodno (npr. parna postrojenja, pranje perila ...), zato zmanjšujemo vsebnost teh ionov v vodi. Temu pravimo mehčanje vode. Edino »pravo« mehčanje vode se izvaja z ionskimi izmenjevalci, na določen način pa lahko karbonatno trdoto znižamo že s segrevanjem vode.

Najpogostejši način merjenja trdote vode je kemijska titracija, pri kateri v vzorec vode dodamo nekaj kapljic indikatorja (npr. metiloranž) ter titriramo s standardno raztopino (npr. HCl), dokler ne pride do spremembe barve, nato odčitamo volumen porabe. Pri tej metodi dejansko merimo alkalnost vode, ki jo v poenostavitvi v celoti pripišemo vsebnosti kalcijevega hidrogenkarbonata $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq})$, ki je glavni razlog, da je voda rahlo bazična (alkalna).

Trdoto izražamo z različnimi merili. Standardizirana enota je izražena v miligramih kalcijevega karbonata na liter (mg/l CaCO_3), pogosto pa se uporabljajo nemške trdotne stopinje ($^\circ\text{dH}$), kjer ena stopinja pomeni vsebnost 1 mg CaO na 100 ml vode (oziroma 10 mg CaO na 1 l vode).

$$1^\circ\text{dH} = 0,1783 \text{ mmol/l}$$

Lestvica trdote vode:

0–4 $^\circ\text{dH}$	zelo mehka (destilirana voda)
4–8 $^\circ\text{dH}$	mehka voda (deževnica)
8–18 $^\circ\text{dH}$	srednje trda voda (večina vodovodnih vod)
18–30 $^\circ\text{dH}$	trda voda
nad 30 $^\circ\text{dH}$	zelo trda voda

Vaja 23:

Izračunajte ogljični odtis gospodinjstva, ki porabi 370 kWh elektrike in 180 l kurilnega olja na mesec.

Rešitev:

Rešitev lahko poiščemo s pomočjo PSA2050:2008, vendar je enostavneje uporabiti enega izmed kalkulatorjev za CO_2 odtis na medmrežju. Različni kalkulatorji lahko dajo različne rešitve (izkustveno v toleranci $\pm 10\%$).

Energent	Poraba na mesec	CO_2 odtis na mesec
Elektrika	370 kWh	2442 kg
Kurilno olje	180 l	5832 kg
Skupaj		8274 kg

6 LITERATURA

- Albright, L. *Albright's Chemical Engineering Handbook*; CRC Press: Washington, D.C., 2008.
- Covington, A. K. *Definition of pH scales, standard reference, values, measurement of pH and related terminology*, Pure & Appl. Chem., št. 57, No. 3, str. 531–542, 1985.
- Drašler, J., Sušnik, F., Vesel, B., Verckovnik, T. *Biologija, laboratorijsko delo*; Državna založba Slovenije: Ljubljana, 1990.
- Fried, G. H., in Hademenos, G. J. *Schaum's Outline of Biology 3rd ed*; New York, 2009.
- Jeler, S., in Majcen, A. *Kemija, Vaje za tekstilce*; založniško tiskarska dejavnost TF: 1991.
- Kuchel, F., in Ralston, G. *Schaum's Outline of Biochemistry 2nd ed.*; New York, 1998.
- Kušar, U., Vukadin, B. B., Kovac, N., Zupan N. *Mednarodna izmenjava okoljskih podatkov, 19. statistični dnevi*, Radenci, 2009.
- Plut, D. *Varstvo okolja in strategija razvoja Slovenije do leta 2013 – delovni osnutek 6*.
- Roš, M. *Biološko čiščenje odpadne vode*; GV Založba: Ljubljana, 2001.
- Schnelle, K. B Jr., Brown, C. A. *Air pollution control technology handbook*; CRC Press: Washington, D.C., 2002.
- Schröter, W., Lautenschläger, K.-H., Bibrack, H., Schnabel, A. *Kemija, splošni priročnik*; Tehniška založba Slovenije: Ljubljana, 1993.
- Skupina avtorjev, *Biologija I*; Državna založba Slovenije: Ljubljana, 1981.
- Skupina avtorjev, *Laboratorijske vaje iz fizikalne kemije*; Univerza v Ljubljani, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo: Ljubljana, 1980.
- Staguhn, G. *V iskanju najmanjšega delca sveta*; Učila international, Založba d.o.o., Tržič, 2005, zbirka žepna knjiga.
- Tišler, M. *Organska kemija*; Državna založba Slovenije: Ljubljana, 1991.
- Williams, L. *Chemistry demystified*; McGraw-Hill: London, 2003.

7 POMEMBNEJŠE INTERNETNE STRANI

Povezava	Opis
http://chemistry.about.com/	Vse o kemiji.
http://eippcb.jrc.es/	Evropski IPPC center.
http://eur-lex.europa.eu/	Dostop do zakonodaje Evropske unije.
http://trc.nist.gov/	TRC je specializiran biro za zbiranje in vrednotenje podatkov o transportnih, termofizičnih in termokemičnih lastnosti snovi.
http://www.arso.gov.si/	Agencija Republike Slovenije za okolje.
http://www.cnmb.si	Komunalna čistilna naprava Maribor – zelo lepo opisan proces čiščenja vode z vso potrebno grafiko.
http://www.chemtutor.com	Osnove kemije.
http://www.epa.gov/	Ameriška agencija za zaščito okolja.
http://www.iupac.org/	Mednarodno združenje za uporabno in čisto kemijo (The International Union of Pure and Applied Chemistry).
http://www.oieau.fr/	Mednarodna pisarna za čiščenje in kvaliteto vode.
http://www.rprogress.org/	Ekonomija trajnostnega razvoja.
http://www.uk.gov.si	Urad za kemikalije Republike Slovenije.
http://www.wikipedia.org/	Enciklopedična zbirka znanja.
http://zakonodaja.gov.si/	Zbrana in urejena zakonodaja Republike Slovenije (register predpisov).

Projekt **Impletum**

Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008–11

Konzorcijski partnerji:



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja in prednostne usmeritve Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja.