



Eva Chmielewská
Jozef Kuruc

ODPADOVÉ HOSPODÁRSTVO

učebnica pre stredné školy



Prof. Ing. Eva Chmielewská, CSc.
Doc. RNDr. Jozef Kuruc, CSc.

ODPADOVÉ HOSPODÁRSTVO



učebnica pre stredné školy

Recenzenti:

Prof. Ing. Miroslav Hutňan, PhD.

Ing. Zoltán Krascenits

Copyright text © 2010, 2022 by Eva Chmielewská, Jozef Kuruc

Design © 2010, 2022 by Danka Pohlodová

Slovak edition © 2022 by IKAR, a.s.

Schválilo Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky pod č. 2021/18625:5-A2201 didaktický prostriedok Odpadové hospodárstvo – Učebnica pre stredné školy. Schvaľovacia doložka nadobúda účinnosť 26. novembra 2021 a má platnosť do 31. augusta 2026.”

ISBN 978-80-551-9719-7

OBSAH

Úvod	4
1. ODPADOVÉ HOSPODÁRSTVO (E. Chmielewská)	5
1.1. Čo je odpad a ako vzniká. Základné pojmy odpadového hospodárstva	5
1.2. Človek v ohrození	6
1.3. Samoregulácia prírody ako návod na minimalizáciu a recykláciu odpadu	7
1.4. Súčasná situácia v odpadovom hospodárstve Slovenskej republiky	12
1.5. Kategorizácia a určenie druhu odpadu v environmentálnej legislatíve Slovenskej republiky	14
1.6. Strategické smery odpadového hospodárstva v Slovenskej republike	15
2. NAKLADANIE S TUHÝM ODPADOM (E. Chmielewská)	19
2.1. Stabilizácia, triedenie a iná úprava odpadu	19
2.2. Skládkovanie	21
2.3. Spaľovanie (energetické zhodnocovanie)	25
2.4. Kompostovanie	29
2.5. Bakteriálny rozklad ropného znečistenia v zemine	31
3. ZHODNOCOVANIE DRUHOTNÝCH SUROVÍN A RECYKLÁCIA (E. Chmielewská)	39
3.1. Papier a tetrapaky	41
3.2. Autovraky	42
3.3. Kovový šrot	43
3.4. Plasty	44
3.5. Opotrebované pneumatiky	46
3.6. Elektrické a elektronické zariadenia	47
3.7. Sklo	49
3.8. Akumulátory a batérie	50
3.9. Opotrebované oleje	52
3.10. Máloodpadové a bezodpadové technológie	55
4. NAKLADANIE S RÁDIOAKTÍVNÝM ODPADOM (J. Kuruc)	58
4.1. Rádioaktívna premena a rádioaktivita	58
4.2. Vplyv ionizujúceho žiarenia na ľudský organizmus	60
4.3. Vznik rádioaktívneho odpadu a jeho kategorizácia	61
4.4. Nakladanie s rádioaktívnym odpadom	62
4.4.1. Spôsoby nakladania s rádioaktívnym odpadom	63
4.4.2. Uskladňovanie a trvalé uloženie rádioaktívneho odpadu	64
4.5. Jadrový palivový cyklus a tvorba rádioaktívneho odpadu	65
5. PRÍKLADY OVEROVANIA VEDOMOSTÍ STREDOŠKOLÁKOV FORMOU TESTU A PRACOVNÉHO LISTU. NÁMETY NA VYUŽITIE VOĽNÉHO ČASU (E. Chmielewská, J. Kuruc)	70
POUŽITÁ LITERATÚRA	82

Úvod

Každá činnosť človeka ovplyvňuje životné prostredie, v ktorom žije, či už pozitívne, alebo negatívne. Okrem znečisťovania ovzdušia, vody, horninového prostredia a pôdy je jedným z najzávažnejších negatívnych vplyvov tvorba odpadu. Odpad vzniká prakticky v každej sfére pôsobenia človeka, či je to priemyselná výroba, výroba elektrickej energie a tepla, poľnohospodárstvo, doprava, alebo cestovný ruch a v neposlednom rade aj domácnosti.

Odpad predstavuje obrovskú stratu zdrojov tak z hľadiska materiálov, ako aj z hľadiska energie. Obsahuje mnohé látky, ktorých recyklácia by bola pre životné prostredie prospešná. Odpad má špecifický charakter, vlastnosti a zloženie podľa oblasti svojho vzniku. Tomu sa musia prispôbiť a vhodne zvoliť aj metódy nakladania s odpadom.

Slovenská republika sa od 1. mája 2004 stala plnoprávnym členom Európskej únie. Toto spoločenstvo v súčasnosti združuje 27 členských štátov, pokrýva veľkú časť Európy a žije v ňom približne pol miliardy obyvateľov. Európska únia je svetová obchodná veľmoc. Objem hrubého domáceho produktu, t. j. objem tovarov a služieb, ktorý produkuje jej hospodárstvo, sa neustále zvyšuje. Po vstupe nových členských krajín v roku 2004 prekročila výška hrubého domáceho produktu Európskej únie výšku hrubého domáceho produktu Spojených štátov amerických.

V súčasnosti vyprodukuje každý občan Európskej únie ročne priemerne o niečo viac ako 500 kg komunálneho odpadu. **Na Slovensku je to približne 427 kg na obyvateľa.** Do roku 2020 sa predpokladá ďalší nárast množstva vyprodukovaného komunálneho odpadu zhruba na 680 kg na osobu. Od roku 1995, t. j. za obdobie 25 rokov, to bude nárast takmer o 250%. Tento predpokladaný trvalý rast objemu odpadu je predovšetkým dôsledkom trvalého rastu osobnej spotreby moderného človeka, ale aj pokračovanie súčasných trendov v štruktúre spotreby. Ak by sme všetok komunálny odpad vytvorený v Európskej únii v roku 2020, t. j. okolo 340 miliónov ton, jednoducho rozprestrelí, vytvoril by 30 cm hrubú vrstvu pokrývajúcu územie veľkosti Luxemburska.

Okrem odpadu z domácností vzniká odpad vo všetkých hospodárskych odvetviach. Po spočítaní všetkého takto vzniknutého odpadu je jeho množstvo v rámci Európskej únie oveľa vyššie. Táto alarmujúca prognóza vyvoláva potrebu hlbšie sa zamyslieť nad tým, čo vplyva na produkciu odpadu, ako ovplyvniť a racionalizovať tento trend, ako po-

sunúť ľudské konanie tak, aby sa prerušilo narastanie množstva odpadu, a tým aj znečisťovanie životného prostredia priamoúmerne s rozvojom životnej úrovne.

Tak ako v iných vyspelých štátoch sveta, aj na Slovensku sa ako jeden z rozhodujúcich princípov rozvoja spoločnosti uznáva princíp udržateľného rozvoja. Je to taký rozvoj, ktorý umožňuje uspokojovanie potrieb súčasných generácií bez toho, aby boli ohrozené nároky budúcich generácií na uspokojovanie ich potrieb. Právo na priaznivé životné prostredie je zakotvené aj v Ústave Slovenskej republiky, ktorá v článku 44 hovorí: „... každý má právo na priaznivé životné prostredie, každý je povinný chrániť a zveľaďovať životné prostredie a kultúrne dedičstvo, nikto nesmie nad mieru ustanovenú zákonom ohrozovať ani poškodzovať životné prostredie a prírodné zdroje.“

Žiaľ, v minulosti to tak nebolo. Od samého začiatku priemyselnej revolúcie (asi od roku 1760) sprevádzali ľudskú činnosť kopy odpadu, hustý čierny dym a nekontrolované znečisťovanie ovzdušia, vody a pôdy. S tým súviselo následné odumieranie lesných porastov, strata druhovej rôznorodosti, zlý zdravotný stav obyvateľstva a iné sprievodné javy. Areály podnikov boli často situované vo veľmi zraniteľných prírodných podmienkach bez akéhokoľvek zreteľa na riziko, ktoré predstavovali pre dané prostredie, napr. aj v blízkosti zdrojov pitných vôd pre veľkú časť obyvateľstva. Pri výrobe sa bežne manipulovalo s nebezpečnými látkami, ktoré sa priamo i nepriamo dostávali do vody, pôdy i horninového podlažia alebo unikali do ovzdušia. Mnohé z týchto látok sa dlho považovali za neškodné a len vďaka vedec-kému výskumu v posledných rokoch sa zistili ich toxické (jedovaté, ako napr. mnohé anorganické kovy, ktoré sa vylúhujú z pôdy kyslými dažďami do pestovanej zeleniny), karcinogénne (rakovinotvorné, napr. zvýšený prienik UV-B žiarenia cez stenčenú ozónovú vrstvu vyvoláva rakovinu kože) alebo mutagénne (nepriaznivo pôsobiace na vývin plodu, napr. pesticídy proti rastlinným škodcom) vlastnosti a účinky na človeka. V dôsledku znečistenia ovzdušia trpí chronickými dýchacími problémami viac ako 20 miliónov Európanov. V súčasnosti je používanie týchto látok už zakázané, no v prostredí, do ktorého sa dostali, dlhodobo zotrávajú, kontaminujú (znečisťujú) jeho jednotlivé zložky, a tak predstavujú tzv. „časované bomby“ pre zdravie ľudí a okolité životné prostredie.

1 Odpadové hospodárstvo

1.1. Čo je odpad a ako vzniká. Základné pojmy odpadového hospodárstva

Opad vzniká prakticky pri každej ľudskej činnosti, vo výrobnjej i v spotrebiteľskej sfére. Jeho vznik a hromadenie znamená výrazný zásah do životného prostredia. Odpad obsahuje látky, ktoré často ohrozujú prakticky všetky zložky životného prostredia, t. j. kvalitu vôd, ovzdušia alebo pôdy. Prenikajú do rastlín a do potravného reťazca voľne žijúcej zveri, a tým aj človeka, čím ohrozujú zdravotný stav a život ľudskej populácie a ostatných živočíchov. Správne nakladanie a hospodárenie s odpadom sa preto stáva rovnako dôležitým problémom ako zabezpečenie základných životných potrieb ľudskej populácie.

Opad sa vyskytuje vo všetkých troch skupenstvách, t. j. **v tuhom** (napr. stavebný odpad po demolácii), **kvapalnom** (odpadové vody zo sídlisk) aj **plynnom** (napr. plynné emisie z domových kúrenísk). Podľa toho, ako vzniká, rozlišujeme **komunálny** odpad, kde patrí odpad z domácností (napr. zmesový komunálny odpad z bytových domov alebo rodinnej zástavby, veľkoobjemový odpad v podobe vyhodneného nábytku, elektrospotrebičov, starých kobercov a pod., demolačný materiál z prestavby stavebných objektov, odpad z čistenia, resp. kosenia parkov a cintorínov a pod.), **priemyselný** (odpad z výrobných prevádzok, spotrebný a spracovateľný odpad špecifických priemyselných odvetví), **odpad z ťažby surovín** (napr. banské haldy hlušiny, odkaliská, sedimenty z úpravy rúd), **lesnícky a poľnohospodársky odpad** (odpad po ťažbe dreva, opadané lístie stromov, podstielka hospodárskych zvierat a fekálie), **odpad z energetiky** (predovšetkým z tepelných elektrární, napr. popoloviny, škvara, troska, ale aj odpad z jadrových elektrární), **odpad z čistiarní odpadových vôd** (biologické kaly upravené stabilizáciou, najčastejšie vyhnívaním) a pod.

Prvý zákon o odpadoch **č. 238/1991 Zb.** sa po desiatich rokoch prechodného obdobia v Slovenskej republike plne zosúladiť s legislatívou Európskej únie v **zákone NR SR č. 223/2001 Z. z.** o odpadoch. **V súčasnosti je v platnosti už tretí zákon o odpadoch pod č. 79/2015 Z. z.** Uvedený zákon definuje niektoré pojmy z oblasti odpadového hospodárstva takto:

Opad je hnuiteľná vec, ktorej sa jej držiteľ zbavuje, chce sa jej zbaviť alebo je v súlade s týmto zákonom či osobitnými predpismi povinný sa jej zbaviť.

Pôvodca odpadu je každý, koho činnosťou odpad vzniká, alebo ten, kto vykonáva úpravu, zmiešavanie alebo iné úkony s odpadmi, ak ich výsledkom je zmena charakteru alebo zloženia týchto odpadov.

Držiteľ odpadu je pôvodca odpadu alebo fyzická, prípadne právnická osoba, u ktorej sa odpad nachádza.

Odpadové hospodárstvo je činnosť zameraná na predchádzanie a obmedzovanie vzniku odpadov, znižovanie ich nebezpečnosti pre životné prostredie, ako aj nakladanie s odpadmi v súlade s týmto zákonom.

Nakladanie s odpadmi je zber odpadov, ich preprava, zhodnocovanie a zneškodňovanie vrátane starostlivosti o miesto zneškodňovania.

Nebezpečné odpady sú také odpady, ktoré majú jednu alebo viac nebezpečných vlastností, ako napr. zdravotne škodlivé, infekčné, horľavé, obsahujú chemické jedovaté látky a pod.

Úlohou odpadového hospodárstva v Slovenskej republike je:

- a) predchádzať vzniku odpadu a obmedzovať jeho tvorbu najmä
 - rozvojom technológií šetriacich prírodné zdroje,
 - výrobou, ktorá rovnako ako výsledné výrobky podľa možnosti vytvára čo najmenej odpadu a čo najmenej znečisťuje životné prostredie,
 - vývojom vhodných metód zneškodňovania nebezpečných látok obsiahnutých v odpade určenom na zhodnotenie,



Obrázok 1.1. Návrat biogénnych prvkov do prírody kompostovaním biologického odpadu

- b) zhodnocovať odpad recykláciou, opätovným použitím alebo inými procesmi umožňujúcimi získavanie druhotných surovín (obr. 1.1), ak nie je možný alebo účelný postup podľa písmena a),
- c) využívať odpad ako zdroj energie, ak nie je možný alebo účelný postup podľa písmena a) alebo b),
- d) zneškodňovať odpad spôsobom neohrozujúcim zdravie ľudí a nepoškodzujúcim životné prostredie nad mieru ustanovenú zákonom, ak nie je možný alebo účelný postup podľa písmena a), b) alebo c).

1.2. Človek v ohrození

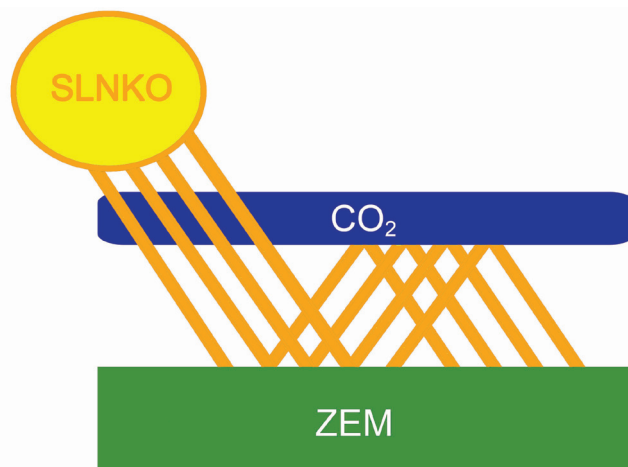
V dobách, keď bol predok dnešného človeka súčasťou prírody, boli riziká ohrozujúce život bežnou súčasťou každodennej ľudskej činnosti. Človeka spravidla ohrozovali nepriaznivé klimatické podmienky a nedostatok potravy. Bežné boli zranenia a úrazy pri jej obstarávaní, ale aj rôzne choroby. Človeka ohrozovala i zver a dôležitú úlohu zohrávali aj prírodné katastrofy (povodne, požiare, zosuvy pôdy, víchrice a pod.). Dnes sú tieto tzv. prirodzené riziká potlačené pod úroveň spoločenského vedomia.

Pôvodné riziká nahradili menej „nápadné“, ale často nebezpečnejšie vplyvy.

Negatívne vonkajšie vplyvy pôsobiace v dnešnom prostredí na človeka aj v dôsledku hromadenia odpadu možno rozdeliť zhruba do štyroch kategórií: **fyzikálne, chemické, biologické a spoločensko-kultúrne faktory.**

Tieto skupiny rizikových faktorov sa v prostredí nevyskytujú oddelene. Tak ako v mnohých ďalších prípadoch, život človeka (a ostatných organizmov) ovplyvňuje **kombinácia týchto faktorov.** Ich účinky sa môžu navzájom **podmieňovať, sčítavať, násobiť, tmiť, ba dokonca v ojedinelých prípadoch aj rušiť.**

Medzi **fyzikálne faktory** patria žiarenie (ionizujúce i neionizujúce, ultrafialové, svetelné, infračervené – obr. 1.2), ďalej hluk a vibrácie, tlak, geomagnetické pole, vlhkosť a pod. Človekom vyvolané **rádioaktívne žiarenie** spôsobujú najrôznejšie rádioizotopy, predovšetkým z procesov výroby jadrového paliva a jeho ukladania po vyhorení, z prevádzky (skôr havárií) jadrových elektrární a z jadrových zbraní. Určitému množstvu ionizujúceho žiarenia je človek vystavený aj pri niektorých lekárskech zákrokoch. **Skleníkový efekt** atmosféry (obr. 1.2) je fyzikálny mechanizmus. Slnčné žiarenie preniká cez atmosféru a ohrieva zemský povrch, ktorý vyžaruje dlhovlnné tepelné žiarenie, narážajúce v atmosfére na skleníkové plyny (oxid uhličitý, metán, nitrózne plyny, halogénované uhľovodíky). Tieto plyny ho absorbujú, zohrievajú sa a vracajú naspäť teplo. Asi 30 % slnečného žiarenia, ktoré dopadá na zemský povrch, sa od neho odrazí ako od zrkadla, zvyšných 70 % sa mení v podstate na teplo. Atmosféra funguje trochu ako stena skleníka, preto hovoríme o skleníkovom efekte.



Obrázok 1.2. Schéma vzniku skleníkového efektu. Slnčné žiarenie preniká cez atmosféru a ohrieva povrch zeme. Následne sa od neho odráža v podobe infračerveného žiarenia, ktoré v atmosfére naráža na skleníkové plyny. Tie ho absorbujú, zohrievajú sa a vracajú naspäť teplo.

Hluk a vibrácie sú mechanickým vlnením pružného prostredia. Za hluk sa považuje akýkoľvek zvuk (v rozsahu počuteľnom ľudským sluchom – teda asi 16 – 20 000 Hz), ktorý môže nepriaznivo ovplyvniť stavbu, funkciu, vývin orgánov sluchu alebo duševnú pohodu. Vplyv tlaku a geomagnetického poľa nie je dostatočne preskúmaný. Empirické poznatky však naznačujú, že tieto faktory prostredia môžu mať významný vplyv na ľudské zdravie.

Chemické faktory reprezentujú prvky, organické a anorganické zlúčeniny, ktoré sa nevhodne prelinajú s chemickou štruktúrou buniek a ich súčasťami (produktmi), tkanivami alebo metabolizmom v tele človeka. Ide o všeobecne toxické (jedovaté), dráždivé, žieravé, omamné látky alebo látky so špecifickými účinkami. Významné chemické vplyvy spôsobené človekom predstavujú **kyslé dažde** (obr. 1.3). Ak by bol oxid uhličitý jediným atmosférickým plynom určujúcim kyslosť zrážok, ich hodnota pH by sa pohybovala okolo 5,6. Zrážky, ktorých kyslosť spôsobujú kyseliny silnejšie, ako je roztok oxidu uhličitého vo vode (vodné roztoky kyseliny sírovej a dusičnej), nazývame kyslé zrážky. Hlavným zdrojom kyslých plynov v atmosfére (oxidy síry a nitrózne plyny), ktoré potenciálne vytvárajú roztoky silných kyselín v podobe kyslých dažďov, sú spaľovanie nekvalitného uhlia s vysokým obsahom síry v tepelných elektrárňach, priemysel a automobilizmus. Nepriaznivý vplyv kyselinotvorných plynov sa prejavuje poškodzovaním citlivých lesných porastov, oxidovaním povrchových vôd, a s tým spojenými negatívnymi vplyvmi na vodné rastliny a živočíchy, tvorbou smogu, koróziou kovových zariadení a objektov, fasád budov, vylúhovaním toxických kovov z pôdy a pod.



Obrázok 1.3. Nepriaznivý vplyv kyslých dažďov sa prejavuje hynutím citlivých lesných porastov, oxidovaním povrchových vôd, koróziou kovových materiálov a stavebných objektov a zhoršovaním zdravotného stavu obyvateľstva.

Biologické faktory sú vírusy, baktérie, parazity, podvýživa, prejedanie sa a rôzne podoby stresu vyplývajúce z neprirodzeného správania jedincov a spoločnosti (civilizačný stres). Ide prevažne o neinfekčné, ale aj infekčné faktory vyvolávajúce choroby, prípadne spôsobujúce smrť na základe interferencie s biologickými funkciami buniek, tkanív a orgánov ľudského tela.

Za **sociálne** a **kultúrne vplyvy prostredia** sa považujú životný štýl, životospráva, populačná hustota (najmä v mestách), výchova a vzdelanie, sociálne a kultúrne tradície, ekonomická situácia, dostupnosť zdravotnej starostlivosti, ale aj alkohol, drogy, fajčenie, kriminalita atď. Sociálne a kultúrne podmienky sa takmer vždy prelínajú s biologickými, chemickými a fyzikálnymi vplyvmi.

Veľké množstvo škodlivín, ktoré je v našom životnom prostredí (vode, pôde, ovzduší, potravinách, výrobkoch), ovplyvňuje zdravie človeka. Je dôležité mať základnú predstavu o **najvyšších prípustných (dovolených) koncentráciách** týchto škodlivín, ktoré ešte nepoškodzujú zdravie. Na stanovenie najvyššej prípustnej koncentrácie škodliviny musíme najskôr poznať jej koncentráciu v prírode, v mieste, kde nie je aktivitou človeka zvýšená. Túto hodnotu nazývame **prirodzené pozadie – fónová koncentrácia** (napr. prirodzené pozadie koncentrácie ťažkých kovov v pôde, vode, prirodzené pozadie rádioaktivity atď.). Všetky faktory (buď jednotlivo, alebo v kombinácii) môžu mať v zásade trojaký typ účinku.

1.3. Samoregulácia prírody ako návod na minimalizáciu a recykláciu odpadu

Základným nedostatkom súčasnej ekonomiky je jej hodnotenie z hľadiska hrubého domáceho produktu (HDP). Hrubý domáci produkt je hodnota výrobkov a služieb vyprodukovaných v danej krajine za rok. Čerpanie prírodných zdrojov alebo znečisťovanie životného prostredia sa zatiaľ nepremiata do reálnej hodnoty výrobkov, čo v konečnom dôsledku môže ohroziť, ba až deformovať vízie ďalšieho ekonomického rastu.

Ekonomický pokrok by mal spravidla zahŕňať tzv. **externality** (finančné prostriedky nevyhnutné na nápravu škôd páchaných na životnom prostredí, ekologickú daň), ktoré by zrealizovali porovnanie rozvojových a rozvinutých krajín, ale aj citlivejšie vnímali potrebu chrániť životné prostredie. V konzumnej spoločnosti bol hnacím faktorom rozvoja rast ziskov podporovaný masívnou reklamou. Komerencializácia prostredníctvom masovokomunikačných prostriedkov nepriaznivo ovplyvňovala a, žiaľ, i ovplyvňuje spoločenskú klímu, zvyklosti, ba dokonca súčasnú kultúru obyvateľstva.

Vzhľadom na skutočnosť, že globálne environmentálne problémy čoraz viac ovplyvňovali aj ekonomický a sociálny rozvoj krajín, vedci, ale aj významné osobnosti politického a umeleckého života sa začali čoraz viac angažovať v rôznych environmentálnych hnutiach a kampaniach. Prelom v postojoch svetového spoločenstva k otázkam životného prostredia znamenala až konferencia OSN o životnom prostredí

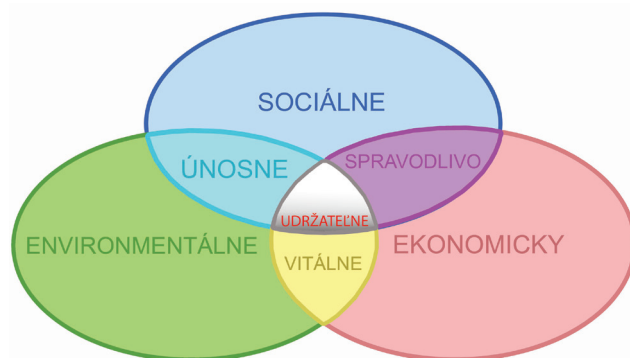
a rozvoji **Summit zeme**, ktorá sa uskutočnila v roku 1992 v brazílskom Rio de Janeiro. Išlo o dovedy najväčšie stretnutie politikov a odborníkov v dejinách ľudstva a jej priebeh sledovali všetky médiá. Summit prijal štyri zásadné dokumenty, tzv. **Agendu 21** (Agenda 21 predstavuje program udržateľného rozvoja a starostlivosti o životné prostredie s výhľadom do 21. storočia), **Riodeklaráciu** (povinnosť štátov zachovať život na zemi), Dohovor o biologickej diverzite (zachovať druhovú pestrosť na zemi) a **Rámcový dohovor o zmene klímy** (povinnosť chrániť klímu).

Snahou Summitov zeme a Agendy 21 je preto podporovať princípy trvalo udržateľného rozvoja spoločnosti, t. j. zaviesť do jednotlivých národných ekonomík environmentalizáciu legislatívy a docieľiť postupný prechod od konzumnej ku znalostnej spoločnosti tak, ako to už dnes vidieť v niektorých skandinávskych krajinách (Švédsku, Fínsku).

Recyklácia (opätovné využitie) odpadových látok, odpadovej energie a tepla je v najširšom význame stratégia, pomocou ktorej opätovným využívaním týchto surovín šetríme prírodné zdroje a obmedzujeme zaťažovanie životného prostredia nežiaducimi zložkami. Z prognóz budúceho vývoja priemyselnej výroby jednoznačne vyplýva, že bude nevyhnutný uzavretý obeh látok medzi výrobou a spotrebou. Odpad totiž netvorí iba nežiaduci zdroj znečisťovania, ale pri jeho efektívnom využití má aj veľký národohospodársky význam.

Odpady sa čoraz viac využívajú aj ako **sekundárne priemyselné suroviny** (kovy, papier, sklo, drevo, textil, plasty a iné), **zdroj energie** (výroba tepla a elektrickej energie jeho spaľovaním alebo z výroby bioplynu, resp. biopalív), **krmivo** pre živočíšnu a **hnojivo** pre rastlinnú výrobu. Stupeň využiteľnosti druhotných surovín a ich podiel na celkovej produkcii je už dnes významným meradlom priemyselnej, technickej a vedeckovýskumnej vyspelosti krajiny.

Z hľadiska ekologickej vyhovujúcej technológie je najefektívnejšie také plánovanie a organizovanie priemyselnej činnosti, ktoré by v podstate kopírovalo prírodný obeh látok a aplikovalo ho na výrobu a spotrebu tak, aby zabránilo vzniku odpadu. Súčasný trend v riadení odpadového hospodárstva je ešte stále zameraný len na plánovanie a organizovanie spôsobov spracovania, zneškodňovania a využitia už vyrobených produktov, ktorých hodnota po určitom čase klesla na úroveň odpadu, to znamená, že odpadové hospodárstvo sa v súčasnosti riadi len princípmi **recyklácie, a nie princípmi bezodpadovej technológie** (obr. 1.4). Pripomeňme



Obrázok 1.4. Stratégia trvalo udržateľného rozvoja uprednostňuje predchádzanie vzniku odpadu a jeho recykláciu pred inými formami zneškodnenia tak, aby sa v maximálnej možnej miere zachovali funkcie prírody a aby sa potreby súčasnej generácie nenaplnili na úkor budúcich generácií. Schéma zvyrazňuje prelínanie nosných vlastností.

si teda obeh látok v prírode, aby sme sa inšpirovali jej unikátnym potenciálom.

Biosféra je prirodzené prostredie pre živé organizmy vrátane človeka. Interakciu (výmenu) prvkov a energie medzi jednotlivými zložkami biosféry by bolo možné v ideálnom prípade považovať za ustálenú. Energia pre život pochádza zo slnka a riadi fotosyntézu (iné druhy energie, ako napr. geotermálna, gravitačná, prípadne elektrická, sú v porovnaní so slnečnou energiou zanedbateľné, aj keď môžu mať určitý vplyv na niektoré procesy lokálneho významu).

Biochemické procesy, ktorých produktom sú organické látky, trvajú na zemi už od skorého prekambria (z obdobia pred prvohorami, t. j. viac ako tri miliardy rokov). Počas nich sa na našej planéte vyvinulo niekoľko miliónov druhov organizmov prispôbených danému životnému prostrediu. Podstatná časť minerálnych živín potrebných na existenciu života pochádzala z pôdy, ktorá pokrývala litosféru.

Živé organizmy uskutočňujú v prírode chemické premeny za stáleho prísunu slnečnej energie a pri nepretržitom obehú biogénnych prvkov. V procese fotosyntézy sa biogénne prvky menia na organické látky. Za primárnych producentov organických látok sa považujú najmä zelené rastliny. Primárni producenti sú potom potravou bylinožravcov. Bylinožravce, ako sekundárni producenti, sú potravou mäsožravcov. Potravovú pyramídu uzatvárajú deštruenti, medzi ktorých patria napr. supy, pôdne červy, hmyz, baktérie a iné mikroorganizmy, ktoré sú schopné rozkladať (mineralizovať) zvyšky odumretých rastlín a živočíchov až na anorganické látky. Biogénne prvky pri prechode tzv. potravným