

ENERGIE

Základní funkcí a vlastností každého ekosystému je schopnost jímat, transformovat, akumulovat a dále přenášet nejrůznější formy energie. Například na naší Zemi existuje spojitý tok energie a látek, globálně uzavřený, nikoliv izolovaný. Jako jediný relativně konstantní vstup je sluneční energie. V rámci tohoto **uzavřeného systému** jsou celková množství látek a vstup energie **globálně limitovány**.

V rámci biologické reprodukce dochází k neustálému **cyklickému pohybu látek** mezi biotickými a abiotickými subsystemy v biosféře. Látky jsou v rámci potravních řetězců v ekologických cyklech mezi producenty, konzumenty a reducenty neustále přeměňovány a využívány, případně ukládány. To co je v rámci jednoho článku potravního řetězce odpadem, je zdrojem pro článek následující. Nahromadění některého odpadu vyvolá rozmnožení jeho konzumentů. Organismy, které se nedokáží přizpůsobit změnám podmínkám a nahromaděnému odpadu, buď částečně, nebo úplně vyhynou. Tak toky látek a energie po milióny let ovlivňují vývoj a život na Zemi.

Energetický tok začíná energií sluneční, která se prostřednictvím **fotosyntézy** přeměňuje v zelených rostlinách v energii chemickou, ukládanou v jejich biomase. Z této formy přechází potravními řetězci, přičemž je postupně využívána a přeměňována. Na rozdíl od neustálé cirkulace nemůže však být tato energie v plném rozsahu využita.

Vysvětlení plyne z termodynamiky, podle níž dochází k postupné přeměně a degradaci energie na energii s nižší využitelností (vzrůstá entropie). Tento úbytek energie je v globálním systému nahrazen stále novým přísunem energie ze Slunce, takže v rámci přírodních cyklů je v podstatě udržována přírodní rovnováha.

Zásahem člověka dochází k narušení této rovnováhy a objevují se „někde“ odpady všeho druhu, či dojde k rozptylu energie do formy tzv. odpadního tepla. Energie je totiž jednou ze základních podmínek života společnosti a podmínkou jejího dalšího rozvoje.

V **biotických procesech** látky cirkulují a jsou tedy ve své podstatě reprodukovatelné. Látky odčerpány z **abiotických zdrojů** (suroviny, půda atd.) jsou ve své podstatě, z hlediska života člověka, neobnovitelné.

Uvedený rozptyl abiotických látek, či snížení jejich využitelnosti vede podle termodynamiky k pesimistickým závěrům (růst entropie). Považujeme-li však Zemi za uzavřený systém s limitovanými zdroji látek a konstantním přísunem sluneční energie, jediné, co může v tomto systému vzrůstat, je míra **informace**, kterou lze působit na zpomalení růstu entropie.

Civilizace a energie

Současný lidský druh Homo sapiens žije na Zemi 100-200 000 let. Je to velmi krátký okamžik ve srovnání s dobou, po kterou existuje naše planeta, to znamená 4,6 miliardy let. Po většinu tohoto času žili lidé jako lovci a sběrači. V posledních 12 tisíci letech se udály dvě zásadní změny celé podoby civilizace i kultury. Uskutečnila se zemědělská revoluce a přibližně před 300 lety začala průmyslová revoluce. Tyto epochální proměny rozšířily základnu zdrojů potravin, přinesly nové technologie, vznikly **nové zdroje energie**.

Zemědělskou revolucí člověk začal vytvářet zemědělská pole, která se na rozdíl od přírodních ekosystémů vyznačují trvalou nezralostí. Systematicky se z nich odebírá úroda - biomasa. Takovýto ekosystém nemůže fungovat bez vstupů materiálových a energetických. Vytváří se umělý agrosystém. Takovýto agrosystém fungoval podobně jako přírodní ekosystémy, jeho **biochemický metabolismus** měl podobu v podstatě uzavřeného vnitřního

koloběhu. Koloběh látek a energie uvnitř systému byl relativně intenzivní, ale látkové a energetické toky přes hranice ekosystému byly relativně nízké.

Druhou velkou civilizační změnou byla **průmyslová revoluce**. Začala na počátku 17. století v Anglii a brzy se rozšířila do dalších částí světa. Prosadily se nové zdroje energie, nastal neobyčejný rozvoj technologií, postupně vznikla dnešní globální průmyslová civilizace. Dřevo jako hlavní zdroj energie bylo nahrazeno uhlím.

Rozvinutá společnost se vyznačuje **vysokou produkcí a spotřebou** různých výrobků, která podněcuje hospodářský růst. Ten je velmi charakteristickým rysem industriální společnosti, který měl (a dosud v zásadě má) exponenciální charakter, jak přesvědčivě ukázali Meadows a kol. ve známé knize Meze růstu z r. 1972.

Světové hospodářství rostlo po zkoumané období, to znamená od roku 1900 do roku 1970, přibližně o 5 % ročně, to znamená, že se za každých zhruba 15 let zdvojnásobil jeho objem. Zdvojnásobila se těžba surovin, výroba oceli, produkce potravin, ale také množství znečištění (škodlivých emisí do ovzduší, odpadních vod, odpadů všeho druhu) a celková zátěž prostředí. Devastace prostředí, čerpání neobnovitelných zdrojů a do jisté míry i devastace obnovitelných zdrojů rostly v podstatě paralelně s růstem průmyslové výroby a všech ekonomických aktivit lidstva.

V posledním období se hospodářský růst v globálním měřítku zpomalil. V roce 1992 se zvýšil objem světové ekonomiky měřený hrubým světovým produktem (úhrn hrubého domácího produktu všech zemí) již jen o pouhé 1 %.

Spotřeba energií primitivního člověka postupně narůstala. Při použití ohně a pěstování obilí se jeho spotřeba zvýšila až 5 krát oproti jeho denní energetické potřebě potravin. Denní spotřeba energie moderního člověka je až stonásobkem jeho základní energetické spotřeby potravin. Vysoká spotřeba energie nemusí vždy znamenat vyspělost nebo vysokou životní úroveň. Záleží na geografických podmínkách, dostupnosti potravin a potřebnosti dopravy. Připomeňme, že vztah člověka k energii, obzvláště při jejím využití, je dán převážně návyky a znalostmi, které je nutno pěstovat od dětství.

Sluneční energie

Slunce je obrovským termonukleárním reaktorem, který vytváří energii přeměnou vodíku v helium. Každou sekundu se promění půl miliardy tun vodíku na helium, čímž se uvolní energie $3,8 \cdot 10^{23}$ J. Na naší planetu směřuje jen zlomek této energie - každou sekundu $180 \cdot 10^{15}$ J. Od naší atmosféry se odrazí asi 34 % této dopadající energie. Zbytek asi $120 \cdot 10^{15}$ J dopadne na Zemi. Asi 42 % z této hodnoty ohřívá povrch Země, 23 % je spotřebováno na odpařování, 1 % na pohyb vzdušných proudů a pouze 0,1 - 0,2 % k tvorbě biomasy.

Sluneční aktivita se mění se základní periodou přibližně 11 let. Projevuje se vznikem slunečních skvrn, protuberancí a dalších jevů, které doprovázejí změny magnetického pole Slunce. Tyto změny se přenášejí vlivem „slunečního větru“ na Zemi, na které způsobují poruchy zemského magnetického pole, vyvolávají polární záři apod. a jsou tak vazbou, jíž se sluneční aktivita přenáší na Zemi. Nejznámější projevy jsou ionosférické mimořádnosti - poruchy, bouře a z nich vyplývající ovlivnění např. šíření elektromagnetických vln. Mírou sluneční činnosti je relativní číslo slunečních skvrn, které se odhaduje z počtu skupin a počtu jednotlivých skvrn. K měření aktivity Slunce se užívá např. velikost slunečního šumu měřená v cm oblasti elektromagnetického spektra. Předmětem nových výzkumů je vliv solárně-terestrických jevů. Zajímavé jsou studie pohybu těžiště Slunce (uspořádaná či chaotická dráha) a periody, s jakou se pohyby vyskytují. Byly objeveny souvislosti s vulkanickou činností na Zemi.

Sluneční záření sestává z **ultrafialové složky** (7 %), **viditelného záření** (48 %) a **složky infračervené** (45 %). Pro **fotosyntézu** jsou nejúčinnější pásy v rozmezí vlnových délek 400 - 510 nm a 610 - 720 nm. Část ultrafialového záření s vlnovou délkou kratší než 300 nm je zadržována **ozonovou vrstvou**. Na procházející záření působí i molekuly čistého vzduchu. Tento rozptyl postihuje především modré světlo. Atmosféra se proto jeví z povrchu Země jako modrá a Země z Měsíce jako modrá planeta. Z téhož důvodu je Slunce nízko nad obzorem červené, jelikož při průchodu dlouhou drahou ovzduším byly jeho modré složky rozptýleny a prošly jen červené. Dopadem celého spektra slunečního záření na povrch Země dochází k jeho ohřevu. Země tuto transformovanou energii vyzařuje v infračervené oblasti záření.

Na plochu 1 m² kolmo ke slunečním paprskům dopadá vně zemské atmosféry během dne zářivý tok odpovídající výkonu 1 373 W. Plošnou hustotu tohoto toku záření nazýváme **solární konstantou** (1,373 kW.m⁻²). Sluneční záření nedopadá na všechny části Země kolmo, působí zde atmosférické vlivy (oblačnost, prach atd.). Výkon dopadajícího záření se mění, je především závislý na úhlu dopadu. Sluneční záření má proto na různých částech Země různou hodnotu. Pro ČR jsou udávány následující hodnoty:

- za den v zimě 2 - 3 kWh.m⁻²,
- za den v létě 4,5 - 5,5 kWh.m⁻²,
- v průměru za rok dopadá 950 - 1100 kWh.m⁻² (světový průměr je 1 750 kWh.m⁻²).

Celková doba slunečního svitu v ČR bez oblačnosti se pohybuje od 1 600 - 2 200 hod. za rok, to je v průměru 5,2 hod. za jeden den. Využití sluneční energie je proto v našich podmínkách omezené a především závislé na cenách ostatních druhů energií.

Obor pro technické využití sluneční energie se nazývá **heliotechnika**. Sluneční energie je nekonvenčním a nevyčerpatelným zdrojem energie. Její využití má své výhody a nevýhody:

- **Výhody**
 - je čistou energií, nepoškozuje životní prostředí,
 - působí rovnoměrně po celé ploše.
- **Nevýhody**
 - je příliš zředěná a rozptýlená,
 - nelze ji využít v noci,
 - nelze ji dlouhodobě akumulovat,
 - účinnost přeměny na jiné formy energie je malá.

Současnými technickými prostředky je možné využívat sluneční energii pomocí kolektorů:

- **Kolektory nízkoteplotní.** Využívají přeměnu sluneční energie na tepelnou při jejím dopadu na plochu kolektoru (ohřev vody, vytápění budov atd.)
- **Kolektory vysokoteplotní.** Soustavou zrcadel se sluneční energie soustřeďuje z větší sběrné plochy do malého pracovního prostoru (tavení kovů, vytvoření páry atd.).

Další a patrně nejnadějnější možností pro 21. století je přímá přeměna na energii elektrickou pomocí **slunečních článků** na bázi fotoelektrického nebo termoelektrického jevu. Existuje pro to několik důvodů:

- Pokrytí přibližně 1 % plochy pouští slunečními články s 15 % účinností vyrobí více elektrické energie než všechny současné elektrárny světa.
- Energie vložená do výroby slunečních článků se vrátí za několik let a předpokládaná životnost je vyšší než 30 let.
- Výroba elektřiny je bezpečná, spolehlivá a v případě křemíkových článků bez nebezpečných odpadů.

- Pro akumulaci energie je navrhován vodík. Spalování vodíku a kyslíku na vodu a její zpětný rozklad elektrickým proudem pak představuje čistý obnovitelný energetický systém.

Podmínky, které musí fotovoltaická přeměna sluneční energie splnit, aby zaujala významnější roli ve světové energetice:

- Základní podmínkou je hromadná výroba levných a dostatečně účinných slunečních článků z široce dostupných materiálů. Zatímco účinnost slunečních článků se již přibližuje teoretickým hranicím (pro křemík bylo dosaženo 24 %, pro složené články GaInP/GaAs/Ge účinnosti 32 % a tato účinnost dále roste s koncentrací slunečního záření např. zrcadly či Fresnelovými čočkami), jsou tyto články stále příliš drahé. Typická účinnost hromadně vyráběných článků je 7 - 16 % (na bázi amorfního resp. monokrystalického křemíku). Podaří-li se snížit jejich cenu pětikrát, pak budou zcela konkurence schopné.
- Je nutno vyřešit otázky akumulace elektrické energie a nízkoztrátovou celosvětovou distribuci elektřiny (např. pomocí supravodičů).

Časový horizont významného využití slunečních článků:

- Je dán jednak financováním výzkumu a vývoje fotovoltaiky a jednak zahrnutím všech nákladů do ceny elektrické energie (zahrnutí škod způsobených spalováním uhlí, likvidace jaderné elektrárny atd.). Financování jaderné energetiky bylo z velké části podporováno vojensky silnými skupinami. Pouze Japonsko má dlouhodobý státní plán podpory fotovoltaiky. Evropskou komisí byl nedávno přijat plán na zdvojnásobení výroby elektrické energie v EU z obnovitelných zdrojů do roku 2010.
- Výroba fotovoltaických článků exponenciálně roste, v roce 1999 dosáhl instalovaný špičkový výkon hranice 1 GW.
- Za současného tempa výzkumu a výroby slunečních článků bude potřeba dalších 20ti až 50ti let.

Vodní energie

Voda jako přírodní zdroj je nositelem energie mechanické a tepelné. Mechanickou energii lze nejlépe využít u vodních toků - polohovou energii. Tento zdroj energie nachází své uplatnění v ČR. Využití energie je omezené vzhledem k malé vodnatosti našich řek. Maximální odhadovatelný výkon se pohybuje kolem 1 000 MW. Praktická využitelnost je zhruba poloviční.

Vodní energii lze získávat z moří a oceánů, a to využitím:

- Energie vln. Energie je získávána např. z rotačního pohybu kývajících se plováků „plovoucích kachen“ spojených lanem nataženým přes mořský záliv nebo jednotlivě pro napájení majákových bójí.
- Energie mořských proudů. Existuje celá řada známých mořských proudů, jejichž rychlost dosahuje až několika km.h⁻¹. Počítá se s využitím lopatkových turbín.
- Energie slapová. Využívá se přílivu a odlivu - důsledku gravitačního působení Měsíce a Slunce. Nejsnadnější je využití v úzkých a dlouhých zálivech. Příkladem je slapová elektrárna v Bretani. Výše přílivu zde dosahuje až 8 m.
- Energie tepelná. Využívá se tepelné energie akumulované ve vodách oceánů a moří resp. změny teploty vody s hloubkou. V tropických mořích dosahují teplotní rozdíly mezi dnem a hladinou přes 20 °C. Obvykle se využívá výměník tepla, ve kterém působením teple

povrchové vody dochází ke tvorbě amoniakových par. Páry slouží k pohonu turbín spojených s alternátory. Takové elektrárny pracují na Havajských ostrovech.

Větrná energie

Kromě otáčivého pohybu naší planety je to i nerovnoměrné zahřívání vzduchu co způsobuje vzdušné proudy. Je známa celá řada konstrukcí větrných mlýnů a turbín. Využívání této energie má své výhody a nevýhody:

- Výhody
 - nevytváří odpad, neznečišťuje životní prostředí,
 - údržba je minimální.
- Nevýhody
 - problém akumulace získané elektrické energie,
 - vyžaduje regulaci frekvence při napojení na síť,
 - změna rázu krajiny, vyšší hlukové zatížení okolí,
 - nestálý zdroj energie,
 - vysoké pořizovací náklady.

Možnosti využití této energie jsou závislé na rychlosti větru. Průměrná roční rychlost na horských planinách v ČR se pohybuje okolo $6 - 7 \text{ m.s}^{-1}$. Pro stavbu malých větrných elektráren stačí průměrná roční rychlost $4 - 5 \text{ m.s}^{-1}$. Tuto podmínku splňuje asi jen 25 % území ČR. Pro stavbu středních elektráren postačují již rychlosti $5 - 6 \text{ m.s}^{-1}$. Využitelnost je omezena na 3,5 % území. Velké větrné elektrárny vyžadují rychlosti větší než 6 m.s^{-1} . Odhaduje se, že by mohly nalézt umístění na pouhých 2 % území ČR. Předpokládá se, že by maximální instalovaný výkon větrných elektráren mohl dosáhnout hodnoty 200 MW.

Geotermální energie

V zemské kůře se zvyšuje teplota o $1 \text{ }^\circ\text{C}$ na každých 33 m hloubky. V 50 km hloubky dosahuje teplota $800 \text{ }^\circ\text{C}$, v 1000 km asi $1800 \text{ }^\circ\text{C}$ a ve 2900 km již $2500 \text{ }^\circ\text{C}$. Tepelný tok ze středu Země na její povrch je zanedbatelný v porovnání s tokem, který se k povrchu Země dostane ze Slunce.

Přírodními zdroji geotermální energie jsou gejzíry, zřídla, vřídla a sopky. Geotermální elektrárny využívají horkou vodu nebo páru v energetickém zařízení. Využití je buď přímé v turbíně nebo nepřímé, pokud pára obsahuje množství agresivních a korozivních příměsí. Pára se čistí v separátoru a přes výměník se vede do turbíny.

Celkový roční výkon všech geotermálních elektráren na světě se odhaduje na 2 GW, což je sotva 1 % světové produkce elektrické energie. Využívání geotermální energie provází obvykle narušení mikroklimatu a znečištění ovzduší řadou nežádoucích plynů jako je např. SO_2 , HCl, HF, CH_4 , CO_2 a další. S postupným technickým rozvojem se dá předpokládat intenzivnější využití tohoto obrovského zdroje energie.

Termonukleární energie

Naše energetické problémy by byly vyřešeny, pokud by se nám podařilo uskutečnit řízenou termonukleární reakci podobnou té na Slunci. V současné době jsou známé dva způsoby využití energie při jaderné reakci:

- štěpením atomů některých těžkých prvků (uranu, plutonia) dezintegrační štěpnou reakcí,
- syntézou atomů některých lehkých prvků (deuteria) integrační termonukleární reakcí.

Technologicky propracován a dokonale zvládnut byl prozatím jen první způsob. U druhého se dosud nepodařilo zvládnout regulaci průběhu reakce.

Nukleární energie patří mezi „nejhutnější“ energie. Jedna tuna přírodního nukleárního paliva nahradí až 16 000 tun uhlí. Dosavadní zkušenosti z provozu jaderných elektráren ve světě ukazují, že růst nádorových onemocnění vyvolaný normálním provozem jaderných elektráren s uvažováním celého palivového cyklu nepřesahuje ani v jejich okolí 1% vlivu přirozeného záření. Z tohoto hlediska nepředstavuje růst radioaktivity globální ani regionální limitující faktor. Rovněž problém trvalého uložení vysoce a dlouhodobě aktivních produktů štěpení není neřešitelný. Faktem je, že představuje zátěž, kterou převádíme na budoucí generace. Teprve těžké havárie s roztavením jaderného paliva a s uvolněním větší části nahromaděných produktů štěpení mají závažný regionální vliv.

V Evropě pracuje k roku 1995 více jak 200 atomových reaktorů, přičemž nejvíce je jich ve Francii (více než 50 s výkonem téměř 60 000 MW). V ČR jsou v provozu 4 reaktory v Dukovanech (1 600 MW) a 2 reaktory ve výstavbě v Temelíně (předpokládaný výkon 1 800 MW).

Konvenční zdroje elektrické energie

K nejvýznamnějším zdrojům elektrické energie přinášejícím větší efektivitu zhodnocení primárních zdrojů patří:

- Kogenerace, jinak také kombinovaná výroba tepla a elektřiny. Jedná se o kombinaci stávající parní turbíny s dodatečně instalovanou plynovou turbínou. Plyny o vysoké teplotě jsou využity nejdříve v plynové turbíně. Odpadní teplo spalin plynové turbíny je následně využito v turbíně parní. Kombinace obou typů turbín způsobuje zvýšení termické účinnosti až na 50 %, což jest o 5 - 10 % více než dosahují moderní tepelné elektrárny.
- Integrovaný kombinovaný paroplynový cyklus. Jedná se o technologii spojenou se spalováním uhlí a ropy. Termická účinnost dosahuje hodnoty 43 %.
- Tlakové fluidní spalování spojené s kombinovaným cyklem. Tento systém umožňuje spalování různých druhů uhlí. Termická účinnost dosahuje až 41 %.

Energie a životní prostředí

Průmyslovou civilizaci bychom také mohli nazvat energetickou civilizací, protože jejím snad nejtýpističtější rysem je rozsáhlé využívání energie různých zdrojů, zejména fosilních paliv. Získávání a spotřeba energie je ovšem činností, která má mnohostranný negativní vliv na ekologický systém planety, což se týká kteréhokoliv druhu nebo formy energie a energetických zdrojů bez výjimky. Nejznámější a největší je celková zátěž energetiky založené na fosilních palivech, způsobená vlivy jejich těžby, dopravy, transformace na jiné formy (zejména výroby elektřiny) a spotřeby.

V roce 1970 byla celková spotřeba komerčně dostupné energie na světě 5 000 miliónů tun ropného ekvivalentu, v roce 1990 to bylo 8 100 miliónů tun, což znamená zvýšení přibližně o 62 % za dvě desetiletí. Růst je podstatně pomalejší než byl v minulém dvacetiletí. Podíl ropy se snížil. Na úkor ropy se zvýšil podíl zemního plynu, uhlí a jaderné energie. Celková spotřeba ropy od roku 1973 prakticky stagnuje. V oblastech bohatého Severu, kde žije asi 22 % světové populace, se spotřebovává přibližně 82 % energie ve světovém měřítku.

Otázkou je, jak se bude vyvíjet spotřeba energie v budoucnosti. Ve vyspělých státech lze očekávat stagnaci nebo dokonce mírný pokles. Ve státech rozvojových je zřejmé

nevyhnutelný další značný růst spotřeby energie. Proto se musí počítat s tím, že ve světovém měřítku bude ještě nejméně několik desetiletí spotřeba energie růst, dříve než dosáhne kýženého stabilizovaného stavu.

Ročně se ve světě vytěží obrovské množství energetických surovin, asi 8 mld. tun. Prognostické studie ukazují, že pro příštích 30 let je k dispozici dostatek zdrojů těchto surovin. Obava o nedostatek energetických zdrojů byla na začátku 70. let velmi silná. Ukázalo se však, že je neopodstatněná. Od té doby se těžiště diskusí o budoucnosti energetického hospodaření zaměřila především na otázky **účinného využití energie**.

Důležitým indikátorem je **energetická náročnost národního hospodářství**. Ukazuje kolik energie je zapotřebí na produkci jednotky hrubého domácího nebo národního produktu. Energetická náročnost národního hospodářství všech vyspělých států postupně klesá. V rozvojových zemích je tomu naopak. Doufejme, že nedosáhne příliš velkých hodnot a v nejbližší době začne klesat. Snad tomu tak bude i v naší zemi, která se dosud vyznačuje jednou z nejvyšších hodnot energetické náročnosti na světě.

Ačkoliv se energetická náročnost hospodářské činnosti snižuje už delší dobu, možnosti dalšího zvýšení účinnosti jsou stále velké. Příkladem je získávání elektřiny **palivovými články** ($\eta = 60\%$), které produkují elektrickou a tepelnou energii přeměnou založenou na chemické reakci. Jsou vhodné zejména pro decentralizovaný způsob zásobování energií. Další možností je využití **tepelných čerpadel**. Značné rezervy lze nalézt v transformaci elektrické energie na světlo. Je nutné upozornit, že 100 % účinnost přeměny elektrické energie na tepelnou, např. při topení, je vykoupena poměrně nízkou účinností při její výrobě a vysokým zatížením oblastí, kde se vyrábí.

Stejná pozornost jako výrobě musí být věnována i **spotřebě energie**. Hlavní směry užití energie vyznačující se vysokou účinností jsou:

- Regenerativní spalování. Tyto systémy jsou založeny na vícenásobném využití tepla, získaného např. spalováním plynu a vzduchu. Provází je zvýšení termické účinnosti až na 80 %.
- Kotle využívající latentní teplo spalin. Pracují se sníženou teplotou plynu (pod 100 °C) bez vzniku koroze. Účinnost je o 15 % vyšší než mají konvenční kotle.
- Kogenerace. Kombinace parní a plynové turbíny s termickou účinností teoreticky až 60%.

Velkou roli může sehrát i **recyklace surovin a materiálů**. Jejich spotřeba neustále stoupá, jejich výroba je energeticky velice náročná. Při jejich recyklaci uspoříme nejen značné množství energie, ale zároveň snížíme velké zatížení životního prostředí z pohledu znečišťování ovzduší, spotřeby vody a požadavků na skládkové plochy. Představu o úsporách při recyklaci některých kovů a materiálů podává tab. 1/3.

Surovina / Materiál	Energie potřebná pro výrobu 1 t v prvovýrobě [GJ.t ⁻¹]	Energie potřebná pro výrobu 1 t v recyklaci [GJ.t ⁻¹]	Úspora energie [%]
hořčík	378,0	12,6	97
hliník	257,0	12,6	95
nikl	152	15,8	90
měď	119,0	19,0	84
zinek	65,0	19,0	71
olovo	28,5	12,6	56
ocel (moder. technol.)	15,4	6,0	61
pryž	47,9	10,0	79
plasty	42,9	2,5	94

papír	20,6	15,1	27
sklo	18,2	10,3	43

Tab. 1/3 Energetická náročnost výroby některých materiálů a úspory při jejich recyklaci

K metodám podporujícím hospodaření energiemi patří **energetický audit**. Jedná se o metodu, která je orientována na efektivní využívání a hospodaření s energiemi. Audit v průmyslovém podniku je zaměřen jak na objem energie spotřebované ve výrobě, tak na energii spotřebované na vytvoření pracovní pohody (vytápění, klimatizace, větrání) ve vztahu k objemu výroby. Pro domácnosti je sledováno zejména vytvoření tepelné pohody.

Podstatné snižování energetické náročnosti veškeré hospodářské činnosti je jedním z důležitých rysů transformace k trvale udržitelnému rozvoji. Zkušenost vyspělých států ukazuje, že hrubý národní produkt může stoupat, i když celková spotřeba energetických zdrojů stagnuje nebo dokonce klesá. Těmto tendencím se staví do cesty příliš nízká cena energetických zdrojů.