

Nadspotřeba v České republice?

**Globální kontext a vývoj indikátorů materiálových toků
v České republice v letech 1990–2009**

Autor: Mgr. Jan Kovanda, PhD.





1. Úvod

Náš život je založen na využívání přírodních zdrojů: materiálů, energetických nosičů, vody a prostoru. Bez těchto zdrojů by nemohla společnost a ekonomika fungovat. Ekonomika se přitom chová podobně jako živý organismus: absorbuje látky z okolního prostředí, které jsou do jisté míry využity k uspokojování lidských potřeb, ale nakonec jsou všechny materiály přeměněny na odpady a jsou uvolněny nazpátek do životního prostředí. Tento tok materiálů, který dosud má převážně jednosměrný charakter, bývá nazýván průmyslovým nebo širěji socio-ekonomickým metabolismem (Baccini a Brunner, 1991; Fischer-Kowalski a Haberl, 1993; Ayres a Simonis, 1994).

Teorie socio-ekonomického metabolismu považuje socio-ekonomický systém za subsystém životního prostředí, který je se svým okolím propojen toky energie a materiálů. Tyto toky představují zátěž, kterou lidská společnost vyvíjí na životní prostředí a lze je proto spolu s využitím území a dalšími biologickými a sociálními faktory považovat za klíčovou příčinu řady environmentálních problémů. Tyto problémy zahrnují například strukturální změny v krajině spojené s těžbou nerostných surovin, snižování biodiverzity v důsledku produkce biomasy ve velkoplošných agro-ekosystémech, globální změnu klimatu a acidifikaci v důsledku spalování fosilních paliv, eutrofizaci v důsledku nadměrného užívání průmyslových hnojiv, produkci odpadů, která je přímým důsledkem materiálové spotřeby, apod. Dojde-li k poklesu objemu antropogenních materiálových toků, je možné předpokládat, že dochází i ke snižování zátěže životního prostředí (Schmidt-Bleek, 1994; Weizsäcker et al., 1996; Bringezu et al., 2003; Weizsäcker et al., 2009).

Životní prostředí je schopno zátěž spojenou se spotřebou materiálů, která je na něj lidskou společností vyvíjena, do jisté míry neutralizovat. Je-li například míra využití obnovitelných zdrojů nižší, než je jejich roční přírůstek, nebo dochází-li k uvolňování jenom takového množství odpadů, které je životní prostředí schopné absorbovat a rozložit, aniž by docházelo k jejich hromadění, nemělo by docházet k vážnějšímu narušení jeho složek. Problematickým však zůstává rychlost využívání neobnovitelných zdrojů, u kterých je udržitelná míra spotřeby těžko stanovitelná, zejména z hlediska jejich zachování pro budoucí generace.

V globálním měřítku zaznamenala lidská společnost v průběhu 20. století bezprecedentní nárůst ročních materiálových a energetických vstupů i výstupů (Sustainable Europe Research Institute a Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, 2011; Adriaanse et al., 1997). S tím rostlo i celkové zatížení životního prostředí. Vzhledem k změnám v globálním klimatickém systému, úbytku biodiverzity a rychlému vyčerpávání neobnovitelných zdrojů je zřejmé, že zátěž životního prostředí spojená se spotřebou materiálů se přibližuje nebo již přesáhla nosnou kapacitu Země. Zde je však nutné zmínit, že zdroje nejsou na Zemi spotřebovávány rovnoměrně. Zatímco denní spotřeba materiálů v Evropě se pohybuje kolem 43 kg na osobu a v severní Americe dokonce 88 kg na osobu, v Asii je spotřebováváno 14 a v Africe pouze 10 kg na osobu (Giljum et al., 2009). V případě průmyslově vyspělých zemí se proto začíná mluvit o „nadspotřebě“ a v případě chudých zemí se uvažuje o tom, jak zde zvýšit životní úroveň a přitom nedosáhnout materiálové spotřeby průmyslově vyspělých zemí. Je totiž zřejmé, že několikanásobné zvýšení

globální materiálové spotřeby, ke kterému by toto sblížení materiálové spotřeby vedlo, by znamenalo neúnosnou zátěž životního prostředí. V tomto kontextu se v rámci dosažení udržitelného rozvoje začíná mluvit o zvyšování materiálové efektivity a o oddělení křivek zátěže životního prostředí a hospodářské výkonnosti. Pro toto oddělení se vžilo označení „decoupling“, které je zkrácenou verzí anglického výrazu „decoupling of environmental pressure from economic performance“ (OECD, 2002, Fischer-Kowalski et al., 2011).

Česká republika patří mezi průmyslově vyspělé země a tomu odpovídají vysoké hodnoty její spotřeby surovin a materiálů. Hodnota surovinové spotřeby v ČR na přelomu tisíciletí tak činila ca 20 tun na osobu, což odpovídá spotřebě 54 kg surovin na sobu a den. Cílem této zprávy je zasadit materiálovou spotřebu v ČR do globálního kontextu a diskutovat hlavní hnací síly vývoje těžby a spotřeby materiálů v ČR v posledních dvou desetiletích. K tomu byly využity výsledky projektů VaV MŽP zaměřených na tuto problematiku, které byly řešeny Univerzitou Karlovou v Praze, Centrem pro otázky životního prostředí v letech 2000-2010. Tyto výsledky byly široce publikovány ve vědeckých zahraničních časopisech (např. Ščasný et al., 2003; Kovanda a Hák, 2007; Kovanda et al., 2007; Kovanda a Hák, 2008; Kovanda et al., 2008; Kovanda et al., 2009; Weinzettel a Kovanda, 2009; Kovanda et al., 2010; Kovanda a Hák, 2011). Ze zahraničních zdrojů byla důležitým zdrojem údajů zejména publikace „Overconsumption? Our use of the world’s natural resources“ (Giljum et al., 2009).



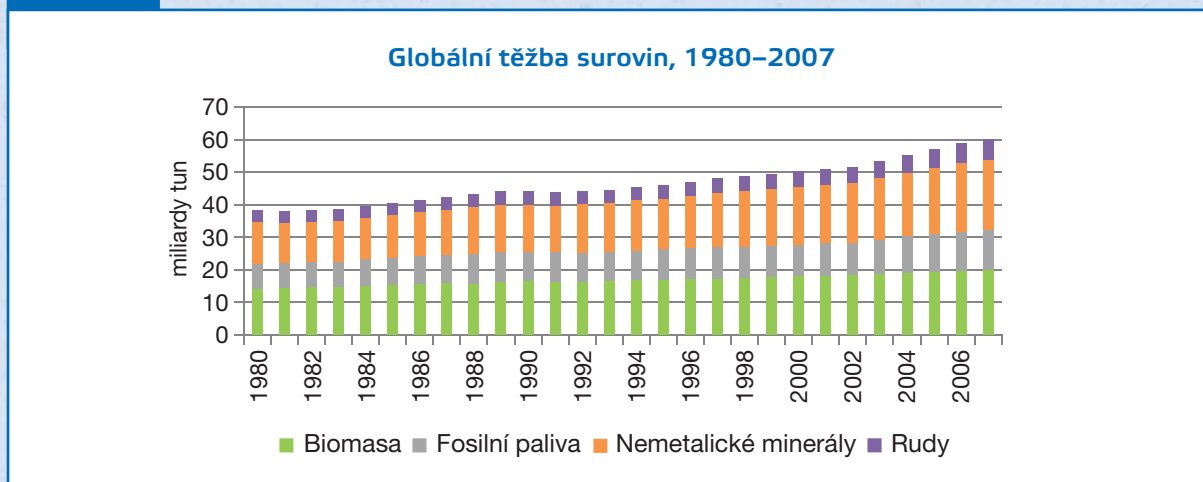
2. Těžba surovin a produkce biomasy

Suroviny jsou nutnou podmínkou fungování ekonomického systému, protože představují jeden z jeho základních vstupů. Těžba surovin a produkce biomasy jsou současně spojeny s výraznou zátěží životního prostředí. Při těžbě ropy v mořích dochází k únikům při vlastní těžbě i transportu. Při podzemní a povrchové těžbě nerostných surovin dochází k mnohostranným negativním vlivům na životní prostředí (Neužil, 2001). Patří sem plynné emise (hlavně CO, CO₂, SO₂, SO₃, CH₄, NO, NO₂), prašný aerosol, narušení vodního režimu a kontaminace vod, zábor a devastace půdního fondu a znečištění půdy, přímé narušení biotopů, hluk, vibrace a změna krajinného rázu v důsledku přemísťování skrývek a v důsledku poddolování. Další zátěž vzniká při úpravě nerostných surovin – třídění, drcení, promývání, sušení, atd. Specifické problémy jsou spojeny s produkcí biomasy ve velkoplošných agroekosystémech. Jedná se zejména o snižování biodiverzity, zvyšování úživnosti v důsledku užívání průmyslových hnojiv, které mohou být vyluhovány do podzemních i povrchových vod a snižovat jejich kvalitu (eutrofizace), a vnášení toxických látek do potravních řetězců v důsledku užívání pesticidů. Intenzivní zemědělská a lesnická výroba dále výrazně ovlivňuje strukturu využívání území, což má vliv na schopnost krajiny vázat uhlík. Odhaduje se, že změny ve využívání krajiny jsou odpovědné za ca 1/3 veškerých globálních emisí skleníkových plynů, ke kterým došlo od roku 1750 (IPCC, 2007).

2.1. Globální kontext

Globální těžba surovin rostla v posledních 27 letech více méně kontinuálně z ca 38 miliard tun v roce 1980 na ca 60 miliard tun v roce 2007, což činí nárůst téměř o 60 % (graf 1). Tyto suroviny zahrnují jak obnovitelné tak neobnovitelné zdroje. Mezi obnovitelné zdroje patří zemědělské plodiny pro výživu obyvatel, krmiva pro dobytek a dřevo pro stavebnictví, výrobu nábytku a papíru. Neobnovitelné zdroje zahrnují fosilní paliva využívané pro energetické účely, rudy pro výrobu automobilů, počítačů a dalších produktů a průmyslové a stavební nerostné suroviny (nemetallické minerály) využívané v průmyslu a ve stavebnictví. Nárůst těžby v jednotlivých materiálových kategoriích probíhal značně nerovnoměrně: těžba rud vzrostla o 80 %, nemetallické minerály zaznamenaly nárůst o 71 %, fosilní paliva o 54 % a biomasa o 43 %. Podíl biomasy na celkové těžbě surovin se tak mezi roky 1980 a 2007 snížil z 37 % na 33 %.

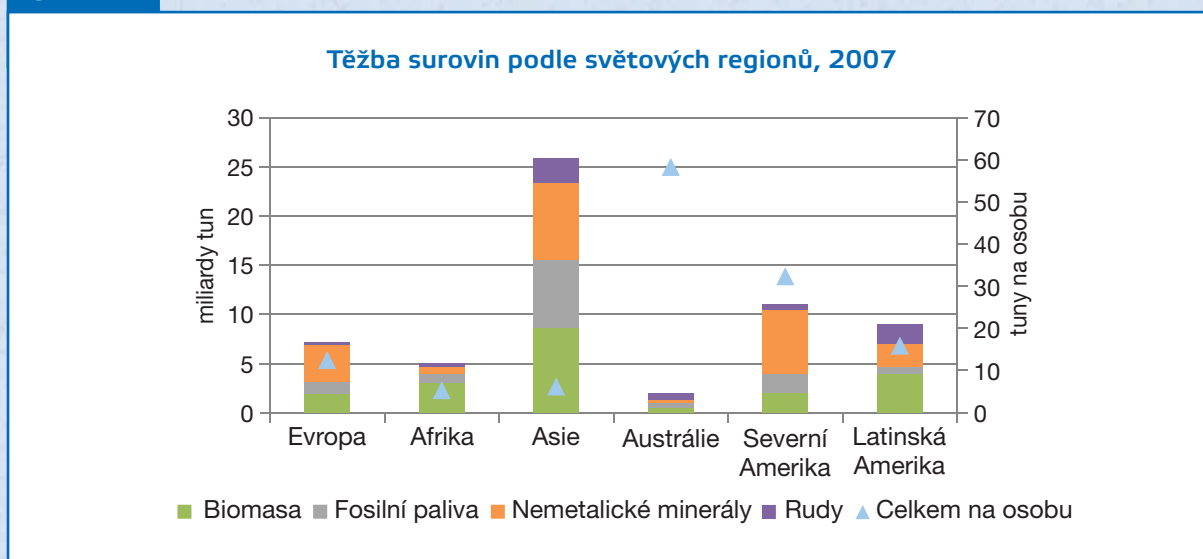
GRAF 1



Zdroj: Sustainable Europe Research Institute a Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, 2011

Globální těžba surovin je z prostorového hlediska rozložena značně nerovnoměrně (Graf 2). Nejvíce surovin se v absolutních hodnotách těží v Asii (ca 25,9 miliard tun), která navíc spolu s Latinskou Amerikou a Afrikou vyniká vysokým podílem produkce biomasy. Na dalších místech je v Asii těžba průmyslových a nerostných surovin, fosilních paliv a rud. Druhá nejvyšší těžba byla zaznamenána v Severní Americe, je však méně než poloviční ve srovnání s Asií (11 miliard tun). V Severní Americe hrají prim nemetalické minerály následované biomasou, fosilními palivy a rudami. Obdobné je zastoupení jednotlivých materiálových skupin v Evropě, která je v celkové těžbě surovin na čtvrtém místě (7,2 miliard tun) za třetí Latinskou Amerikou (9 miliard tun). Kromě vysokého podílu biomasy stojí v případě Latinské Ameriky za zmínku ještě vysoký podíl těžby rud. Nejnižší těžba surovin byla zaznamenána v Africe (5,1 miliard tun) a zejména v Austrálii (2 miliard tun). Zatímco Afrika má nejvyšší podíl biomasy ze všech světových regionů, Austrálie vyniká vysokým podílem těžby rud.

GRAF 2



Zdroj: Sustainable Europe Research Institute a Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, 2011

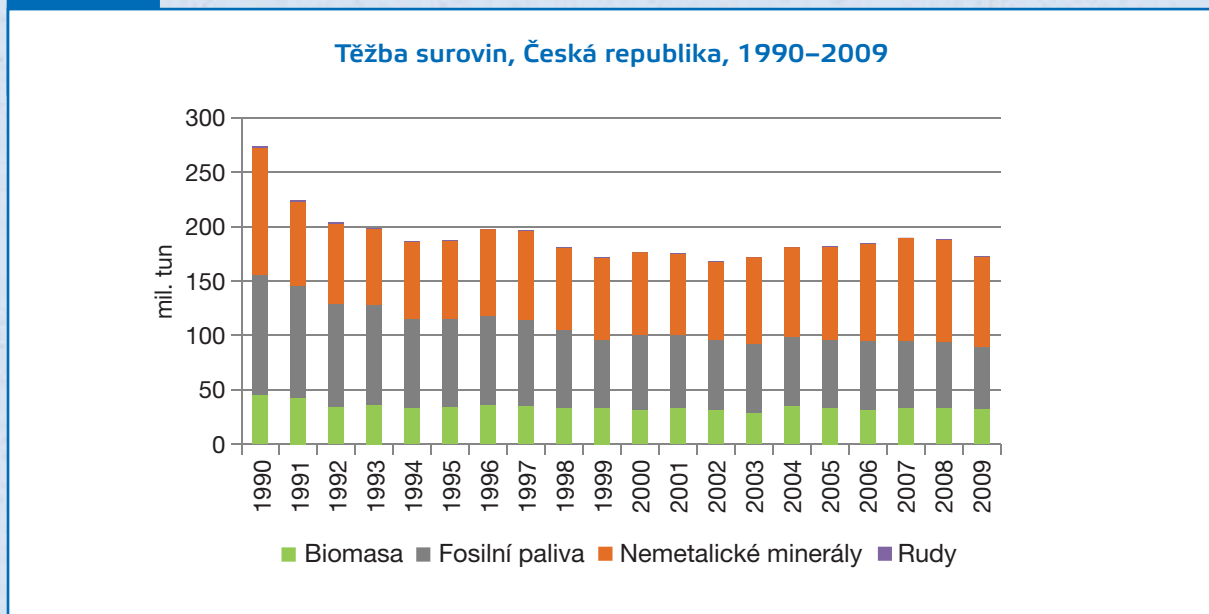
GRAF 2

Vztáhneme-li těžbu surovin k počtu obyvatel, pořadí jednotlivých světových regionů se výrazně změní. Na první místo se dostane Austrálie následovaná Severní Amerikou, což je dáno nízkou hustotou obyvatel v těchto oblastech. Výrazně nižší je těžba na osobu v ostatních světových regionech – Latinské Americe, Evropě, Asii a Africe. Za povšimnutí stojí změna umístění Asie, která se přesunula z prvního na předposlední místo.

2.2. Vývoj v České republice

Vývoj těžby surovin v České republice v letech 1990–2009 udává graf 3.

GRAF 3



Zdroj: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad

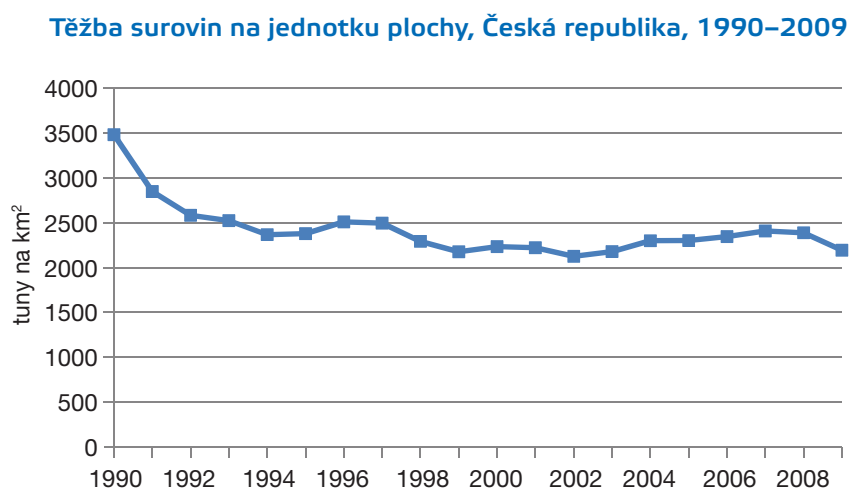
Těžba surovin poklesla z 274,5 mil. tun v roce 1990 na 173 mil. tun v roce 2009. Je tedy možné předpokládat, že v tomto období došlo ke snížení intenzity environmentálních problémů, které jsou s těžbou surovin spojeny. Vzhledem k tomu, že Česká republika má cca 10 miliónů obyvatel, pohybovala se hodnota těžby surovin na osobu od cca 27 t na osobu v roce 1990 do 17 t na osobu v roce 2009 (v případě dalších indikátorů a účtů materiálových toků s výjimkou mezinárodního srovnání již nebude hodnota na osobu explicitně uváděna, protože může být snadno odvozena z absolutních hodnot). Do roku 2002 je patrný sestupný trend tohoto indikátoru, mezi lety 2002 a 2008 došlo k jeho nárůstu a v roce 2009 k poklesu, který je možné přičíst důsledkům světové hospodářské krize.

Nejvýraznější položkou těžby surovin v České republice byly na začátku 90. let fosilní paliva, která představovala 40,4 % tohoto indikátoru. Na konci sledovaného období však měly nejvyšší zastoupení nemetallické minerály (48,2 %), a to zejména stavební suroviny, které představují ca 85 % nemetallických minerálů. V případě biomasy byl podíl na těžbě téměř konstantní a pohyboval se kolem 18 %. Co se týče rud, jejich podíl na těžbě surovin byl během celého sledovaného období menší než 1 %.

Je možné vyzorovat, že pokles těžby surovin v průběhu 90. let byl způsoben zejména poklesem těžby fosilních paliv, a to především hnědého a černého uhlí. Kolem roku 2000 se však výraznější pokles těžby černého a hnědého uhlí zastavil a naopak začala narůstat těžba stavebních surovin. V roce 2009 došlo k poklesu objemu těžby stavebních surovin, který stál za poklesem celkové hodnoty indikátoru. Příčiny vývoje objemu těžby v letech 1990–2009 souvisí s materiálovou spotřebou České republiky, bližší pozornost jim je proto věnována v kapitole 4.

Kromě počtu obyvatel má smysl vztáhnout těžbu surovin také k ploše (graf 4). Tento poměr vyjadřuje zátěž související s čerpáním přírodních zdrojů (obnovitelných i neobnovitelných) vyvíjený na jednotku území státu.

GRAF 4



Zdroj: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad

V roce 2009 bylo v České republice čerpáno cca 2200 tun materiálů na km², přičemž na začátku 90. let minulého století se jednalo o cca 3500 tun. Zátěž související s čerpáním přírodních zdrojů na jednotku plochy tedy oproti roku 1990 výrazně poklesla. Vývoj tohoto indikátoru má stejný průběh a stejné příčiny (pokles v těžbě hnědého a černého uhlí, nárůst a pokles v těžbě stavebních surovin) jako v případě těžby surovin v absolutních hodnotách.



3. Zahraniční obchod

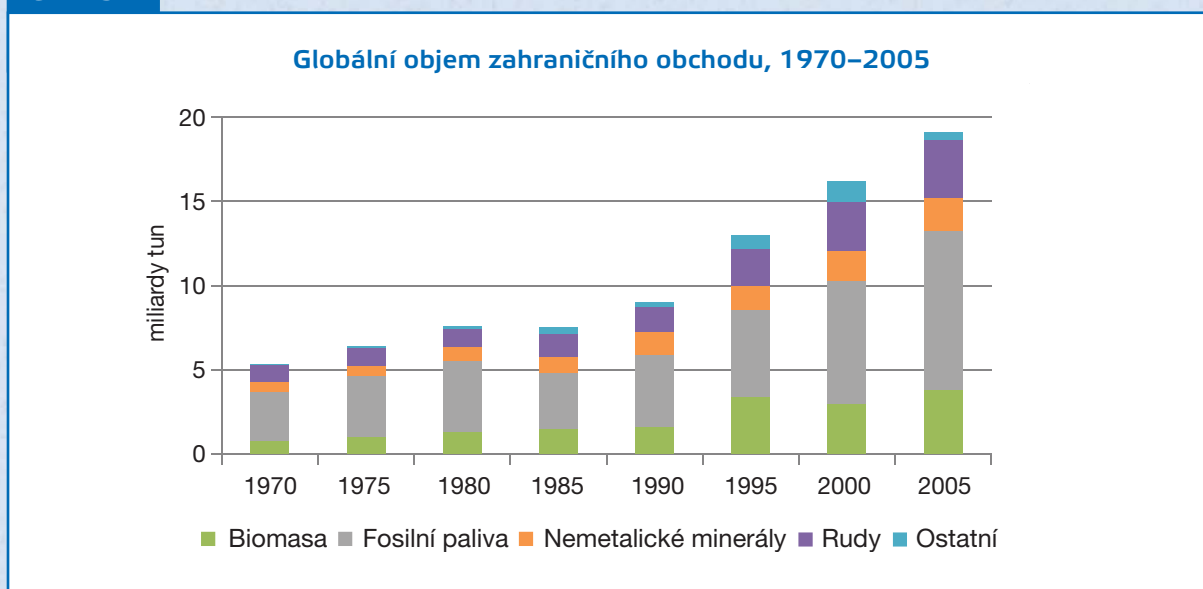
Surovinové zdroje jsou na Zemi rozmístěny značně nerovnoměrně, což se odráží na rozdílné úrovni těžby v jednotlivých regionech. Zahraniční obchod přerozděluje vytěžené zdroje a umožňuje zemím bohatým na suroviny jejich vývoz a zvyšování příjmů, zatímco pro ostatní země představuje možnost zvyšovat dodávku surovin. Aby byla zajištěna dostatečná materiálová spotřeba pro všechny obyvatele, zahraniční obchod by měl přerozdělovat suroviny ze zemí s vysokou těžbou do zemí s nízkou těžbou surovin. To se však často neděje a řada průmyslově vyspělých zemí díky své vysoké kupní síle vykazuje jak nadprůměrnou těžbu surovin, tak nadprůměrný dovoz surovin a produktů. Zahraniční obchod tak přispívá k nerovnostem v materiálové spotřebě v jednotlivých částech světa (Giljum et al., 2009).

Z hlediska hodnocení zátěže životního prostředí je zahraniční obchod interpretován jako přesun zátěže z dovážející do vyvážející země. Dováží-li některá země suroviny a produkty, nezatěžuje jejich těžbou a výrobou svoje životní prostředí, ale životní prostředí v ostatních částech světa. Tyto přesuny se často dějí na úkor rozvojových zemí. Je například uváděno, že v případě evropských zemí došlo k vyčištění jejich domácího životního prostředí v 80. a 90. letech 20. století ve velké míře právě v důsledku přesunu „špinavých“ výrobních procesů do mimoevropských rozvojových zemí (Schütz et al., 2004). Zahraniční obchod je dále spojen s nárůstem dopravy. To vede k nárůstu emisí skleníkových plynů z dopravních aktivit. Zahraniční obchod také přispívá k rozšiřování dopravní infrastruktury, jako jsou silnice, letiště a přístavy, které jsou prostorově náročné a zvyšují fragmentaci krajiny.

3.1. Globální kontext

Graf 5 znázorňuje vývoj globálního zahraničního obchodu ve fyzických jednotkách v členění na jednotlivé skupiny materiálů.

GRAF 5



Zdroj: Dittrich a Bringezu, 2010

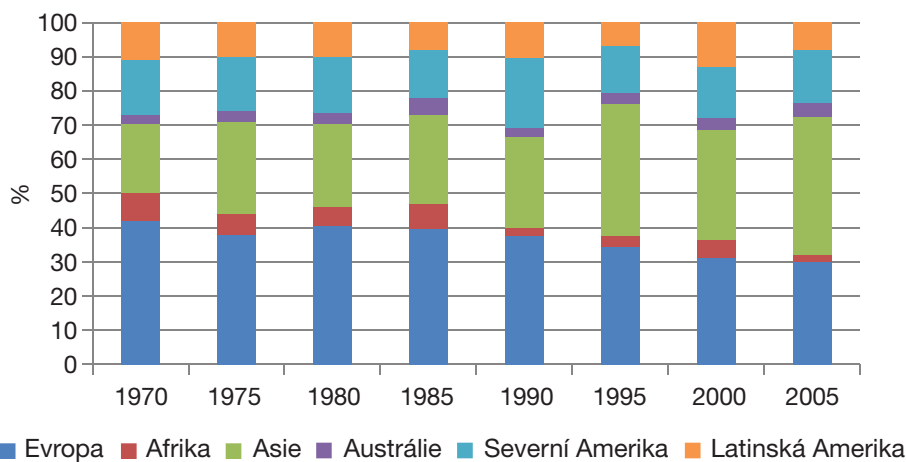
Poznámka: Zahraniční obchod nezahrnuje pouze suroviny, ale i zpracované produkty. Členění produktů do materiálových skupin bylo provedeno na základě převažujícího materiálu. Materiálová skupina Fosilní paliva tak zahrnuje např. koks a dehet, zatímco Rudy zahrnují dopravní prostředky a stroje a zařízení. Do materiálové skupiny Ostatní byly zahrnuty produkty, u kterých bylo obtížně převažující materiál identifikovat, např. chemické a farmaceutické výrobky, hnojiva, optické přístroje a hudební nástroje.

Objem zahraničního obchodu od roku 1970 vykazoval setrvalý nárůst, až dosáhl více než 19 miliard tun. Vzhledem k tomu, že celkový zahraniční obchod je podle definice uváděn jako součet dovozů a vývozu¹, množství zboží, které bylo v roce 2005 reálně obchodováno, činilo necelých 10 miliard tun. Tato hodnota odpovídala v roce 2005 ca 1/6 celkové globální těžby surovin. Z hlediska jednotlivých materiálových skupin byla nejvíce obchodována fosilní paliva, následovaná biomasou, rudami a nemetallickými minerály. Zastoupení těchto materiálových skupin se výrazněji neměnilo, jejich celkový objem však stoupal.

¹ Toto vyjádření je nutné pro členění zahraničního obchodu podle jednotlivých regionů či zemí. Vzhledem k tomu, že množství zboží dovážené do určité země není zpravidla rovno množství vyváženého zboží, není možné použít pouze dovozy, pouze vývozy nebo jejich průměr.

GRAF 6

Podíl světových regionů na globálním zahraničním obchodu, 1970–2005



Zdroj: Dittrich a Bringezu, 2010

Jak je patrné z grafu 6, v roce 1970 byla v globálním obchodu nejvýrazněji zastoupená Evropa, za kterou následovala Asie, Severní Amerika, Latinská Amerika, Afrika a Austrálie. V následujících třech a půl desetiletích se postupně snižoval význam Evropy a narůstal význam Asie. Podíl ostatních světových regionů na globálním zahraničním obchodu buď fluktoval (Afrika, Severní Amerika, Latinská Amerika) nebo zůstával na zhruba stejné úrovni (Austrálie).

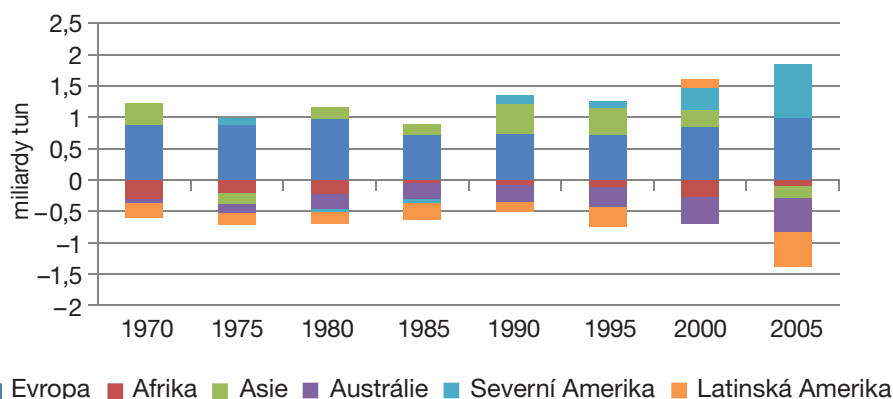
Na základě dat o zahraničním obchodu je možné vytvářet fyzické bilance zahraničního obchodu (*Physical Trade Balance, PTB*). Ty jsou vypočítávány jako dovozy mínus vývozy (agregovaně nebo pro jednotlivé produkty a materiálové skupiny) a vyjadřují, jestli je daný stát nebo region materiálově závislý na ostatních státech (větší dovozy než vývozy, tedy pozitivní fyzická bilance zahraničního obchodu) nebo je naopak poskytovatelem surovin pro ostatní části světa (negativní fyzická bilance zahraničního obchodu)². Fyzická bilance zahraničního obchodu může být také použita k posouzení, zda stát spíše přesunuje zátěž životního prostředí spojenou s výrobou obchodovaného zboží do zahraničí (pozitivní fyzická bilance zahraničního obchodu) nebo ostatní části světa přesunují svou zátěž do tohoto státu (negativní bilance zahraničního obchodu).

² Bilance zahraničního obchodu v monetárních jednotkách se vypočte jako vývozy mínus dovozy. Je to z toho důvodu, že monetární a fyzické toky mají opačný směr: plyne-li do určitého státu dovážené zboží, peníze placené za toto zboží plynou do zahraničí. Indikátor je vždy konstruovaný tak, aby nabýval kladných hodnot v případě, že v daném státě něco přibývá (zboží nebo peníze utržené za toto zboží).

V grafu 7 je uvedena fyzická bilance zahraničního obchodu podle jednotlivých světových regionů.

GRAF 7

Fyzická bilance zahraničního obchodu podle světových regionů, 1970–2005



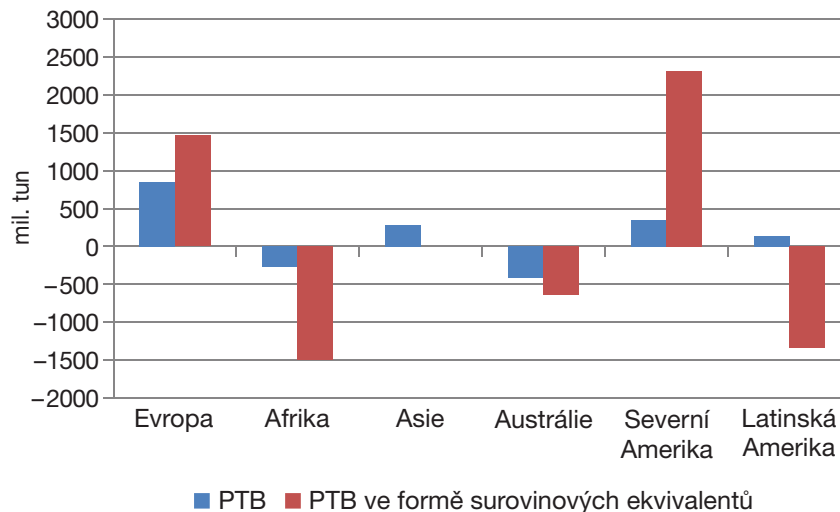
Zdroj: Dittrich a Bringezu, 2010

Výrazně největší pozitivní bilanci zahraničního obchodu a tedy největší materiálovou závislost na zahraničí a největší přesuny zátěže životního prostředí do ostatních zemí vykazuje Evropa. Spíše kladná fyzická bilance zahraničního obchodu (s výjimkou let 1975 a 2005) je charakteristická také pro Asii: některé státy tohoto regionu sice představují významné vývozce fosilních paliv (země Středního Východu), jiné ovšem musí velkou část spotřebovávaných surovin dovážet (Japonsko). Severní Amerika měla poměrně vyrovnanou fyzickou bilanci zahraničního obchodu do roku 1995, poté však začalo docházet k jejímu výraznému nárůstu. Pro ostatní regiony (Afrika, Austrálie, Latinská Amerika) je charakteristická spíše negativní bilance zahraničního obchodu, to znamená, že tyto části světa jsou poskytovatelem surovin a čistými dovozci environmentální zátěže.

Dva státy dovážející stejnou hmotnost komodit mohou indukovat rozdílné množství těžby, protože některé produkty jsou materiálově náročnější než jiné. Dovozy surovin tak nemusí indukovat o moc větší těžbu než je jejich vlastní hmotnost, zatímco na výrobu dovezeného automobilu o hmotnosti 1,6 tuny je třeba 70 tun surovin (Giljum et al., 2009). Z tohoto důvodu může být při využití klasických dovozů a vývozů problematické srovnávat přesuny zátěže mezi státy, které obchodují různý mix surovin a produktů. Aby se předešlo těmto nepřesnostem, je v posledních letech snahou započítávat dovozené a vyvezené komodity ve formě surovin potřebných na jejich výrobu, tzv. surovinových ekvivalentů, a tím rozdíly v mixu obchodovaných komodit smazávat. V grafu 8 je uvedeno srovnání fyzické bilance zahraničního obchodu sestavené na základě klasických dovozů a vývozů a na základě surovinových ekvivalentů dovozů a vývozů.

GRAF 8

Fyzická bilance zahraničního obchodu podle světových regionů sestavená na základě klasických dovozů a vývozů a na základě surovinových ekvivalentů dovozů a vývozů, 2000



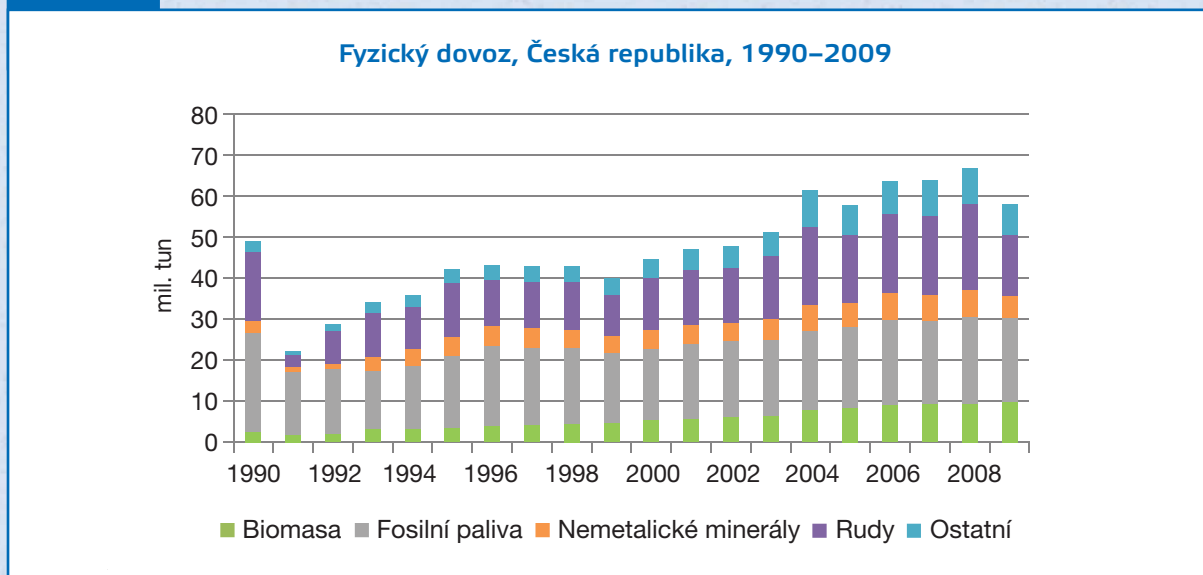
Zdroj: Dittrich a Bringezu, 2010; vlastní výpočet na základě Sustainable Europe Research Institute a Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, 2011 a Giljum et al., 2009

Při využití surovinových ekvivalentů dosahuje fyzická bilance zahraničního obchodu obecně extrémnějších hodnot. V Evropě a zejména v Severní Americe došlo k navýšení pozitivní bilance zahraničního obchodu, v Africe a Austrálii k snížení negativní bilance, v Asii se kladná fyzická bilance přiblížila nule a v Latinské Americe došlo k obrácení mírné pozitivní bilance na výraznou negativní bilanci. Důležitou roli při těchto změnách hrají kovy a produkty z kovů. Regiony, které kovy obecně spíše dovážejí, vykazují s využitím surovinových ekvivalentů vyšší fyzickou bilanci, u regionů vyvážející kovy naopak dochází ke snižování fyzické bilance. To je dáno tím, že obchodovány jsou většinou kovové koncentráty, které mají až o několik řádů nižší hmotnost než rudy, z kterých byly tyto koncentráty vyrobeny. Tato skutečnost může být blíže ořejmena na příkladu Chile, které těží velké množství měděných a stříbrných rud a vyváží měděné a stříbrné koncentráty. S využitím klasických dovozů a vývozů se fyzická bilance zahraničního obchodu Chile blíží nule, při započtení surovinových ekvivalentů však dosahuje ca mínus 630 mil. tun (Muñoz et al., 2009), protože dojde k odečtu veškerých rud potřebných na výrobu vyvážených měděných a stříbrných koncentrátů, které jsou naopak přičteny zemím např. v Severní Americe a Evropě, které tyto koncentráty dovážejí.

3.2. Vývoj v České republice

Vývoj fyzického dovozu v letech 1990–2009 v členění na jednotlivé druhy materiálů ilustruje graf 9.

GRAF 9



Zdroj: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad

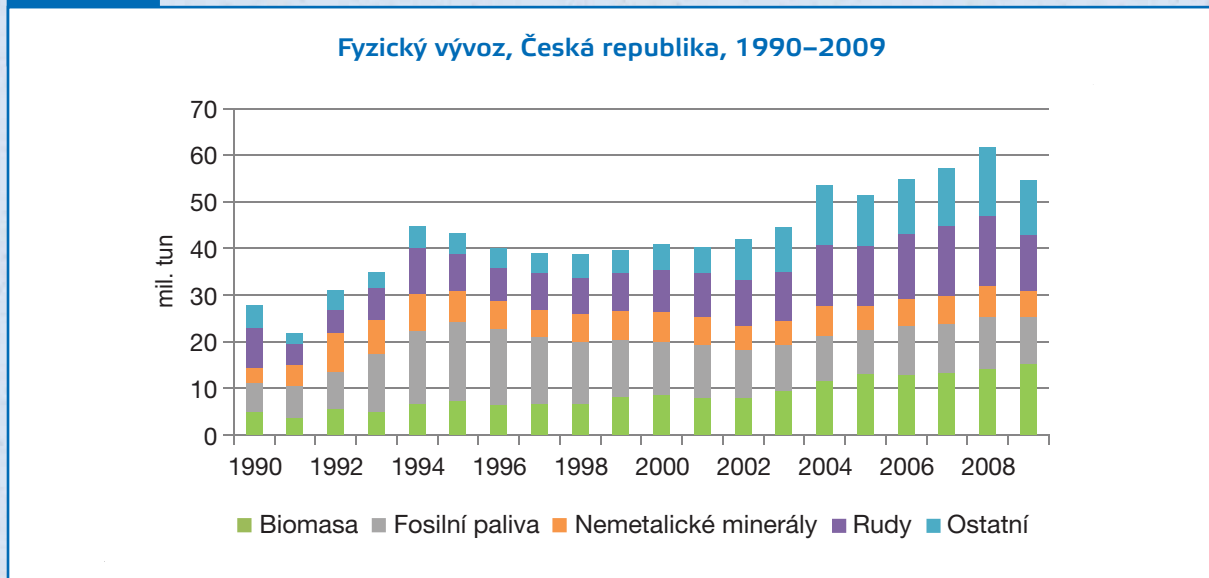
Poznámka: Zahraniční obchod nezahrnuje pouze suroviny, ale i zpracované produkty. Členění produktů do materiálových skupin bylo provedeno na základě převažujícího materiálu. Materiálová skupina Fosilní paliva tak zahrnuje např. koks a dehet, zatímco Rudy zahrnují dopravní prostředky a stroje a zařízení. Do materiálové skupiny Ostatní byly zahrnuty produkty, u kterých bylo obtížně převažující materiál identifikovat, např. chemické a farmaceutické výrobky, hnojiva, optické přístroje a hudební nástroje.

Fyzický dovoz zaznamenal na začátku 90. let minulého století výrazný pokles o 55 % (z 49,1 mil. tun v roce 1990 na 22,1 mil. tun v roce 1991). V následujícím období docházelo k růstu fyzického dovozu až na hodnotu 66,8 mil. tun v roce 2008 a poté k poklesu na 58,2 mil. tun v roce 2009. Celkový nárůst fyzického dovozu mezi lety 1990 a 2009 tak činil 18,4 %. Nejvýraznější nárůst byl zaznamenán v roce 2004 – ten je možné přičíst vstupu České republiky do Evropské unie, s kterým souviselo odbourání administrativních bariér v zahraničním obchodu (ekonomické bariéry – cla a dovozní/vývozní kvóty – byly postupně odbourávány již v letech předcházejících vstupu do Evropské Unie). Pokles v roce 2009 je možné přičíst globální ekonomické krizi.

Co se týče struktury fyzického dovozu, na začátku sledovaného období 49,1 % tvořily fosilní paliva, jejichž podíl vzrostl na 69,4 % v roce 1991 a poté postupně klesal až na 35,4 % v roce 2009. Dovážely se zejména ropa a zemní plyn, jejichž větší ložiska Česká republika postrádá. Druhou nejvýraznější položkou byly rudy, jejichž podíl poklesl z 34,1 % v roce 1990 na 12,9 % v roce 1991, vzápětí se však vrátil na úroveň ca 28 %, kolem které se pohyboval až do roku 2009, kdy poklesl na 25,6 %. Rudy se v České republice víceméně netěží, proto musí být jejich veškerá spotřeba kryta z dovozu. Podíl nemetallických minerálů byl kromě prvních třech let poměrně stabilní a pohyboval se kolem 10 %. Růst znamenal podíl biomasy (z 5 % v roce 1990 na 16,8 % v roce 2009) a podíl ostatních produktů (z 5,4 % na 12,8 %).

Vývoj fyzického vývozu v letech 1990–2009 je znázorněn v grafu 10.

GRAF 10



Zdroj: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad

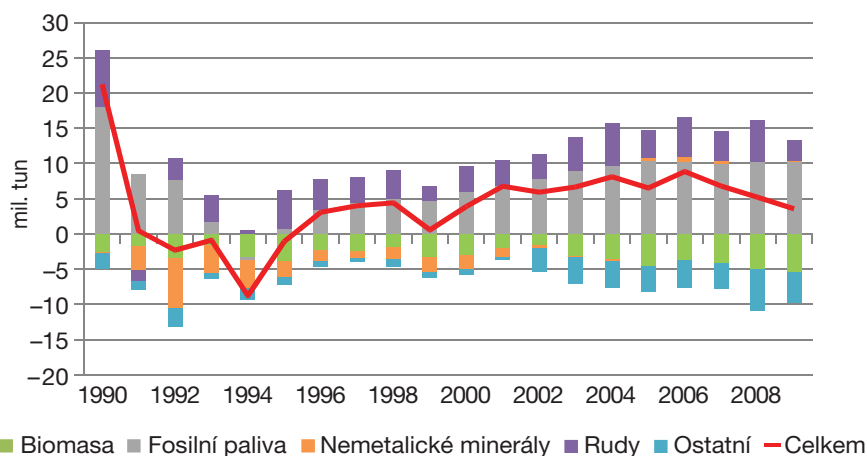
Poznámka: Zahraníční obchod nezahrnuje pouze suroviny, ale i zpracované produkty. Členění produktů do materiálových skupin bylo provedeno na základě převažujícího materiálu. Materiálová skupina Fosilní paliva tak zahrnuje např. koks a dehet, zatímco Rudy zahrnují dopravní prostředky a stroje a zařízení. Do materiálové skupiny Ostatní byly zahrnuty produkty, u kterých bylo obtížné převažující materiál identifikovat, např. chemické a farmaceutické výrobky, hnojiva, optické přístroje a hudební nástroje.

Časový vývoj a struktura fyzického vývozu se odlišují od fyzického dovozu. Vývoz sice také prodělal na začátku 90. let propad, ten však nebyl zdaleka tak významný jako v případě dovozu, které se propadly o více než 50 %. Vývoz poklesl „pouze“ o 22,2 % z 27,9 mil. tun v roce 1990 na 21,7 mil. tun v roce 1991. Poté následoval výrazný růst, který poprvé kulminoval v roce 1994. Pak vývoz poklesl, ovšem v roce 1999 opět začal růst, přičemž kromě let 2001, 2005 a 2009 rostl každým rokem. Za celé období fyzický vývoz vzrostl o více než 95 %. Obdobně jako v případě dovozů je možné spatřovat příčinu výrazného růstu vývozu v roce 2004 ve vstupu České republiky do Evropské unie a s tím spojeného odbourání administrativních bariér v zahraničním obchodu a pokles v roce 2009 přičítat nástupu globální ekonomické krize.

Největší podíl na vývozech tvořily za celé období fosilní paliva, zejména hnědé uhlí. Jejich podíl nejdříve prudce narostl z 21,6 % v roce 1990 na 40,5 % v roce 1996 a poté postupně klesal na 18,8 % v roce 2009. Na dalším místě jsou rudy, jejichž podíl poklesl z 31,3 % v roce 1990 na 16,1 % v roce 1992, poté postupně narůstal až na 26,3 % v roce 2007 a pak klesl na 21,9 % v roce 2009. Česká republika vyváží zejména výrobky z rud, jako jsou dopravní prostředky a stroje a zařízení. Poměrně výrazný nárůst zaznamenal podíl biomasy, když vzrostl z 18 % v roce 1990 na 27,8 % v roce 2009. Za tímto nárůstem stály zejména zvyšující se vývozy dřeva a obilovin. Podobný časový vývoj jako fosilní paliva zaznamenal podíl nemetalických minerálů (vzestup z 11,5 % na 27,2 % a poté pokles na 9,9 %), zatímco podíl ostatních produktů měl po poklesu v prvních třech letech více méně vzestupný charakter a v roce 2009 zakončil na 21,6 %.

GRAF 11

Fyzická bilance zahraničního obchodu, Česká republika, 1990–2009

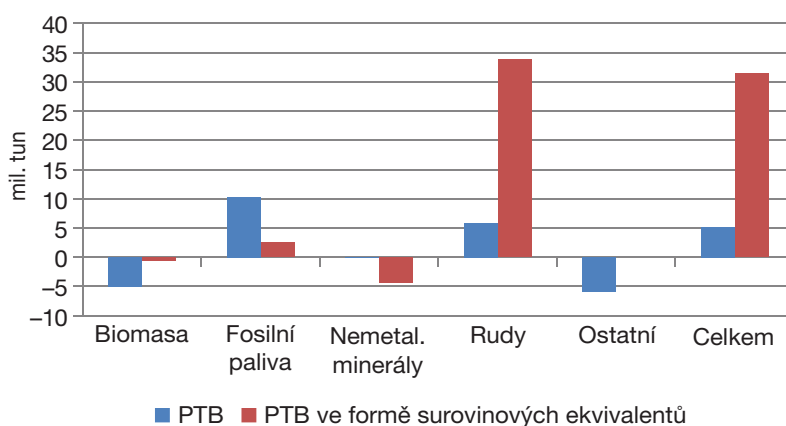


Zdroj: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad

Z fyzické bilance zahraničního obchodu vyplývá (graf 11), že Česká republika je materiálově závislá na dovozech fosilních paliv a rud a poskytovatelem surovin pro ostatní části světa v případě biomasy a ostatních produktů. U nemetalických minerálů byla Česká republika poskytovatelem surovin v první polovině sledovaného období, v posledních letech se však jejich fyzická bilance blíží nule. Celková fyzická bilance zahraničního obchodu klesla z velmi vysokých hodnot kolem 20 mil. tun v roce 1990 až na mínus 9 mil. tun v roce 1994, poté se však opět dostala do kladných hodnot. V posledních třech letech má fyzická bilance zahraničního obchodu klesající tendenci. Pro přesnější vyjádření přesunů zátěže spojených se zahraničním obchodem České republiky je v grafu 12 uvedeno srovnání fyzická bilance zahraničního obchodu založené na klasických dovozech a vývozech a na surovinových ekvivalentech dovozů a vývozů.

GRAF 12

Fyzická bilance zahraničního obchodu sestavená na základě klasických dovozů a vývozů a na základě surovinových ekvivalentů dovozů a vývozů, Česká republika, 2008



Zdroj: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad

Poznámka: PTB ve formě surovinových ekvivalentů je v případě kategorie Ostatní nulové, protože veškeré produkty z této kategorie jsou vyjádřeny ve formě surovin, které byly potřeba na jejich výrobu.



PTB ve formě surovinových ekvivalentů je výrazně vyšší v případě rud. Tento rozdíl je dán tím, že Česká republika netěží na svém území téměř žádné rudy a veškerou jejich spotřebu dováží ve formě koncentrátů a základních kovů (podrobněji k této problematice viz. kapitola věnovaná globálnímu kontextu zahraničnímu obchodu). Naopak v případě fosilních paliv je PTB ve formě surovinových ekvivalentů výrazně nižší. Tato skutečnost je způsobena tím, že PTB ve formě surovinových ekvivalentů nezahrnuje pouze vlastní obchodovaná fosilní paliva, ale i fosilní paliva potřebná na těžbu obchodovaných fosilních paliv a výrobu ostatního dováženého/vyváženého zboží. Česká republika dováží zejména ropu a zemní plyn, jejichž těžba je méně energeticky náročná než těžba uhlí, které tvoří hlavní část vývozu fosilních paliv. Kromě toho je ČR obchodně navázaná zejména na státy bývalé EU15, které mají nižší energetickou náročnost výroby než ČR, to znamená, že do jednotkového množství dováženého zboží je vtěleno obecně méně energie než do zboží vyváženého. Obdobná situace jako u fosilních paliv (snížení fyzické obchodní bilance) nastává s využitím surovinových ekvivalentů u nemetalických minerálů, zatímco u biomasy dochází ke zvýšení fyzické bilance zahraničního obchodu. Do jednotkového množství dováženého zboží je tedy vtěleno více biomasy než do vyváženého zboží.

Celková fyzická bilance zahraničního obchodu a tedy i environmentální zátěž spojená s výrobou obchodovaného zboží, kterou Česká republika přesouvá do zahraničí, je s využitím klasických dovozů a vývozu výrazně podhodnocena. Surovinové ekvivalenty dále naznačují, že tato zátěž vesměs souvisí s těžbou a zpracováním rud, protože pro ostatní materiálové skupiny je PTB ve formě surovinových ekvivalentů blízka nule nebo záporná.

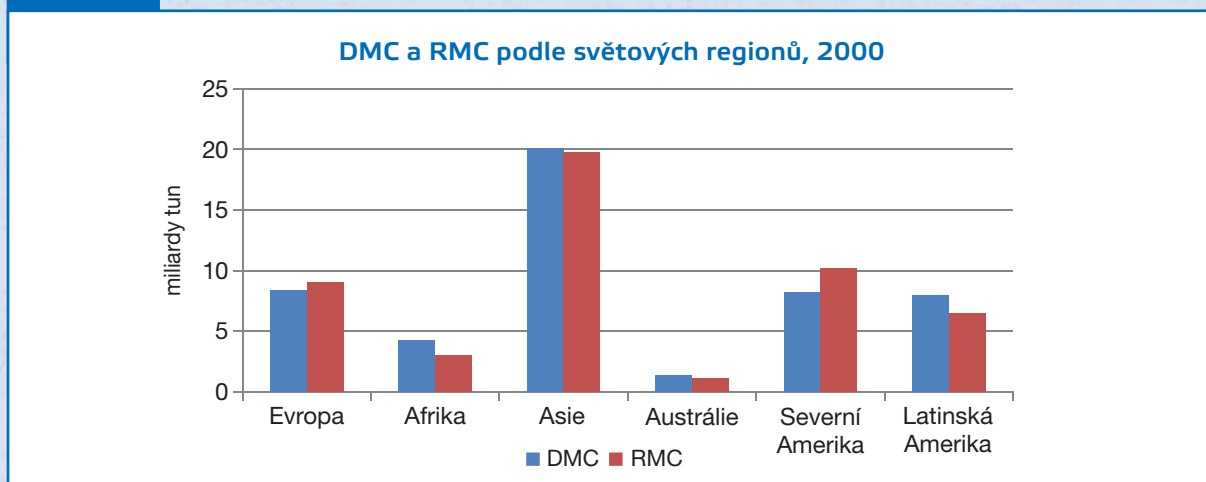
4. Materiálová spotřeba

Neméně velká zátěž životního prostředí ve srovnání s těžbou je spojena s dalším zpracováním surovin, výrobou produktů a jejich spotřebou. Tato spotřeba přispívá k řadě závažných environmentálních problémů. K nejpálčivějším problémům dneška patří globální změna klimatu, která je ve velké míře působena spotřebou fosilních paliv a výrobou některých produktů, např. cementu. Další problémy zahrnují acidifikaci, která taktéž souvisí se spalováním fosilních paliv, úbytek stratosférického ozónu, zábor a fragmentaci území v důsledku urbanizace a výstavby dopravní infrastruktury, produkci odpadů a uvolňování dalších znečišťujících látek do životního prostředí, včetně radioaktivního znečištění (Giljum et al., 2005). Vysoká zátěž životního prostředí spojená s materiálovou spotřebou je dána i tím, že zatímco počet surovin vstupujících do ekonomického systému je limitovaný, do životního prostředí je v důsledku využívání surovin vypouštěno stále se zvětšující množství různých látek (Spangenberg et al., 1999). Tyto látky navíc vstupují do prostředí velkým počtem nejrůznějších cest, které jsou často obtížně kontrolovatelné: za vstup je tak možné považovat každou skládku, každý komín či výfuk automobilu.

4.1. Globální kontext

Materiálová spotřeba je na globální úrovni rovna globální těžbě surovin. Materiálová spotřeba podle jednotlivých světových regionů je znázorněna v grafu 13. Tento ukazatel byl vypočten dvojitým způsobem: 1. Jako součet těžby surovin a celkových dovozů, od kterých byly odečteny celkové vývozy (tedy jako součet těžby surovin a fyzické bilance zahraničního obchodu) 2. Jako součet těžby surovin a fyzické bilance zahraničního obchodu ve formě surovinových ekvivalentů. Indikátor vypočtený prvním způsobem se nazývá domácí materiálová spotřeba (*Domestic Material Consumption, DMC*) a je v současné době plně standardizován (Eurostat, 2009). Indikátor vypočtený druhým způsobem bývá označován jako surovinová spotřeba (*Raw Material Consumption, RMC*) a jeho standardizace právě probíhá.

GRAF 13



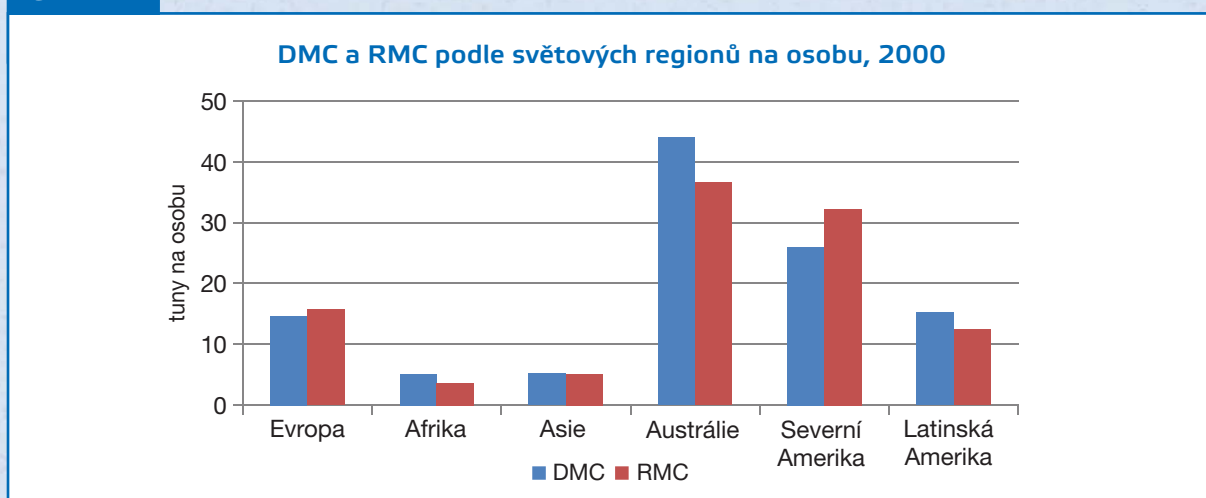
Zdroj: vlastní výpočet na základě Dittrich a Bringezu, 2010; Sustainable Europe Research Institute a Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, 2011 a Giljum et al., 2009

Za největší zátěž životního prostředí spojenou se spotřebou materiálů je v absolutních hodnotách odpovědná Asie následovaná Severní Amerikou, Evropou, Latinskou Amerikou, Afrikou a Austrálií. Stejně jako u přesunů zátěže je i u zátěže spojené s materiálovou spotřebou vhodnější vycházet z indikátoru RMC, který započítává zahraniční obchod ve formě surovinových ekvivalentů. Je totiž teoreticky možné snižovat DMC pouhým utlumováním těžby a výroby a dovozem potřebných komodit ze zahraničí, protože množství surovin potřebné na výrobu jednotkového množství produktů je obvykle výrazně nižší než hmotnost těchto produktů.

Jak je patrné z grafu 13, v rámci jednoho roku je rozdíl mezi DMC a RMC významnější pouze u regionů, kde je velký rozdíl mezi PTB a PTB ve formě surovinových ekvivalentů (viz. graf 8). To je dáno tím, že majoritní položku materiálové spotřeby všech regionů představuje těžba surovin, která tak určuje absolutní velikost celkové DMC i RMC. Význam vyjádření materiálové spotřeby ve formě RMC vynikne v časové řadě a je-li tento indikátor rozčleněn na jednotlivé materiálové skupiny. Ve své struktuře se může DMC a RMC významně lišit, například co se týče podílu rud (viz. další kapitola věnovaná České republice).

V grafu 14 je znázorněno DMC a RMC podle světových regionů v relativním vyjádření na osobu.

GRAF 14



Zdroj: vlastní výpočet na základě Dittrich a Bringezu, 2010; Sustainable Europe Research Institute a Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, 2011 a Giljum et al., 2009

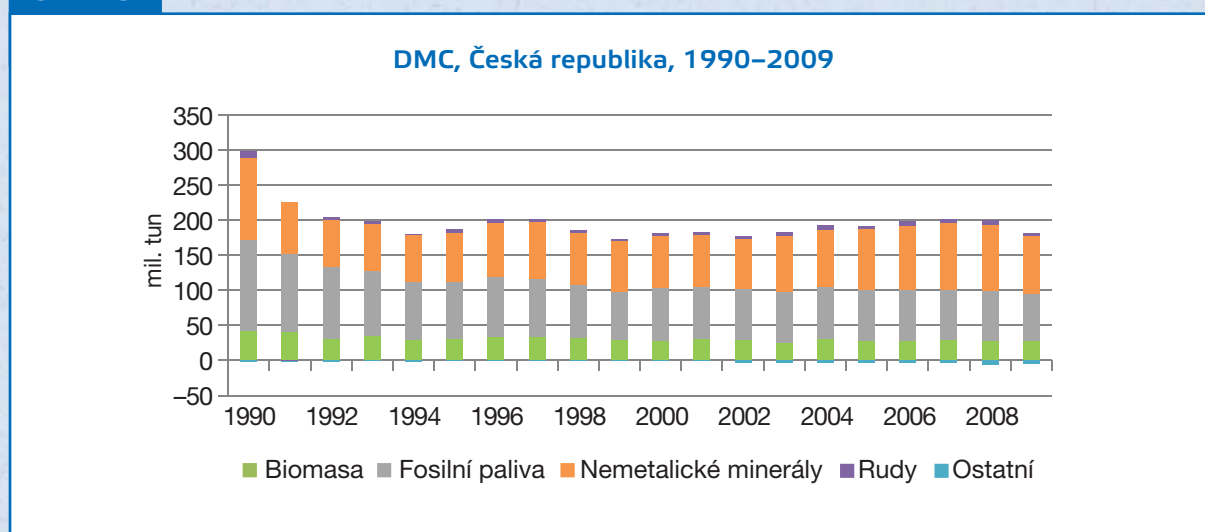
DMC a RMC na osobu prodělaly ve srovnání s absolutní materiálovou spotřebou obdobnou proměnu jako těžba surovin: na první dvě místa se přesunuly Austrálie a Severní Amerika, následované Evropou, Latinskou Amerikou, Asií a Afrikou. Je zřejmé, že vysoká materiálová spotřeba na osobu je typická zejména pro regiony s převahou průmyslově vyspělých států (Austrálie, Severní Amerika, Evropa), zatímco nízká materiálová spotřeba je charakteristická pro chudé regiony (Asie, Afrika). V Austrálii se tak spotřebovává ca 37 tun materiálů na osobu a rok (s využitím indikátoru RMC), což odpovídá 100 kg na osobu na den, v Severní Americe 88 kg na osobu a den a v Evropě 43 kg na osobu a den, zatímco v Asii pouze 14 kg na osobu a den a v Africe 10 kg na osobu a den.

Budou-li chtít chudé regiony dosáhnout obdobné životní úrovně jako vyspělé země a půjdou-li cestou zvýšení materiálové spotřeby na jejich úroveň, bude to například v případě Asie znamenat trojnásobné až sedminásobné zvýšení materiálové spotřeby na osobu. Vzhledem k tomu, jaký na Asii připadá podíl obyvatel, vedl by tento nárůst až k trojnásobnému navýšení celkové globální těžby a spotřeby surovin. Takové množství surovin by bylo možné zajistit jen s velkými obtížemi nemluvě o dodatečné zátěži životního prostředí (včetně globálního klimatického systému), která by byla s těžbou a spotřebou těchto surovin spojena.

4.2. Vývoj v České republice

Vývoj indikátoru domácí materiálová spotřeba v České republice je znázorněn v grafu 15.

GRAF 15



Zdroj: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad

Za celé sledované období poklesla domácí materiálová spotřeba v ČR o 40,3 %, a to 295,7 mil.tun v roce 1990 na 176,5 mil.tun v roce 2009. Došlo tedy ke snížení environmentální zátěže spojené se spotřebou materiálů. K poklesu docházelo zejména do roku 2002, poté materiálová spotřeba rostla až do roku 2007. V posledních dvou letech byl zaznamenán nejdříve nevýrazný a v roce 2009 markantní pokles materiálové spotřeby.

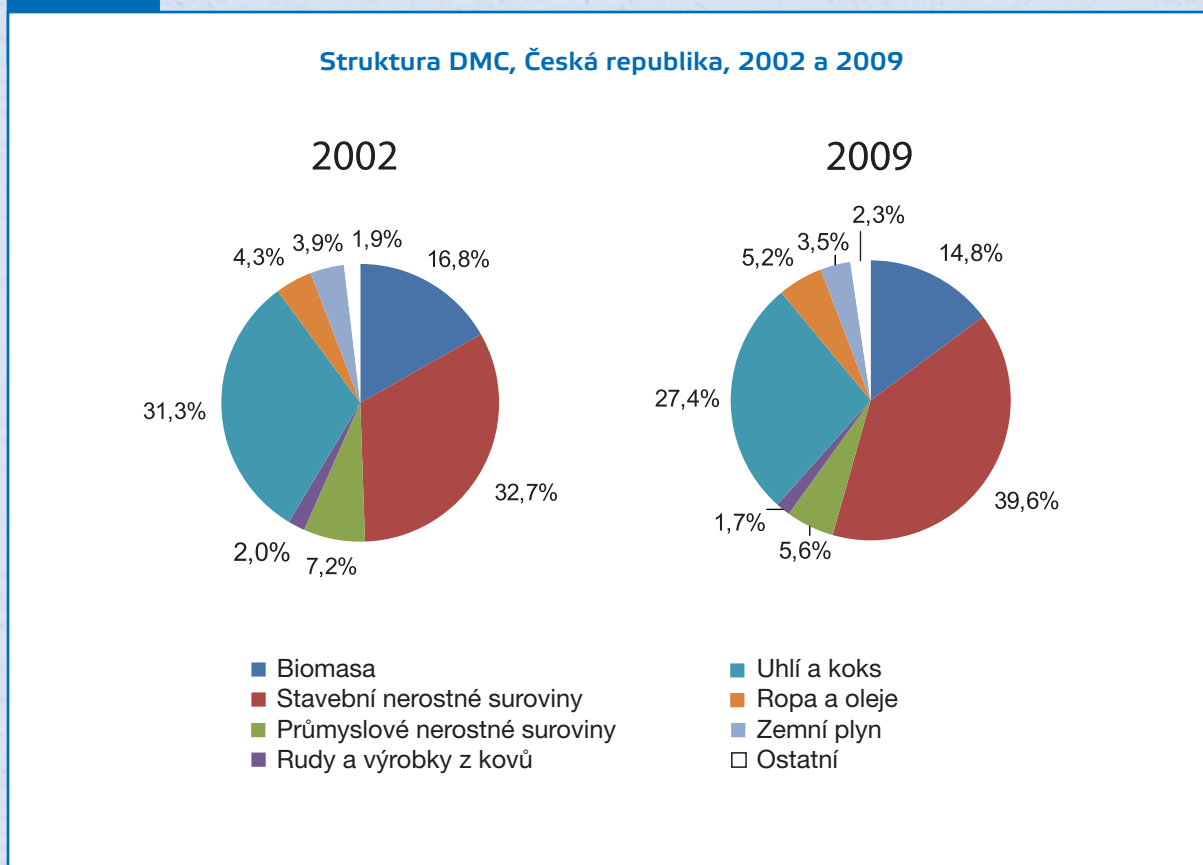
Pokles materiálové spotřeby v průběhu 90. let byl dán zejména poklesem spotřeby fosilních paliv, a to především hnědého a černého uhlí. Tento pokles byl umožněn útlumem energeticky náročných průmys-

slových odvětví, jako jsou například metalurgický a chemický průmysl, zvyšováním podílu služeb, substitucí tuhých paliv za kapalná a plynná paliva (která mají větší výhřevnost než tuhá paliva, proto se jich spotřebovává menší množství) a celkovým zvyšováním energetické účinnosti neboli růstem efektivity přeměny paliva na užitečnou práci v důsledku zavádění moderních technologií. Kolem roku 2000 se však výraznější pokles spotřeby fosilních paliv zastavil a od roku 2003 naopak začala narůstat spotřeba nemetalických minerálů, což souviselo s růstem stavební výroby v ČR. Pokles materiálové spotřeby v posledních dvou letech je možné přičítat globální ekonomické krizi, která se v ČR odrazila na nižším ekonomickém výkonu, zejména pokud jde o materiálově náročná odvětví, jako jsou stavebnictví, výroba strojů a zařízení a výroba motorových vozidel.

Nejvýznamnější položkou domácí materiálové spotřeby tvořily na začátku 90. let fosilní paliva (43,7 %) následovaná nemetalickými minerály (39,4 %). Na konci sledovaného období se pozice těchto dvou materiálových skupin prohodila, když podíl fosilních paliv klesl na 37,9 % a podíl nemetalických minerálů stoupl na 47,2 %. Podíl biomasy se pohyboval kolem 16 %, přičemž v první polovině sledovaného období docházelo spíše k jeho nárůstu a v druhé polovině k jeho poklesu. Nízkým podílem se vyznačovaly rudy (kolem 2–3 %) a ostatní produkty (-0,2–3 %). Záporný podíl ostatních produktů je dán zápornou fyzickou bilancí jejich zahraničního obchodu.

Změnu struktury domácí materiálové spotřeby mezi lety 2002 a 2009 ilustruje ve vyšší míře podrobnosti graf 16.

GRAF 16

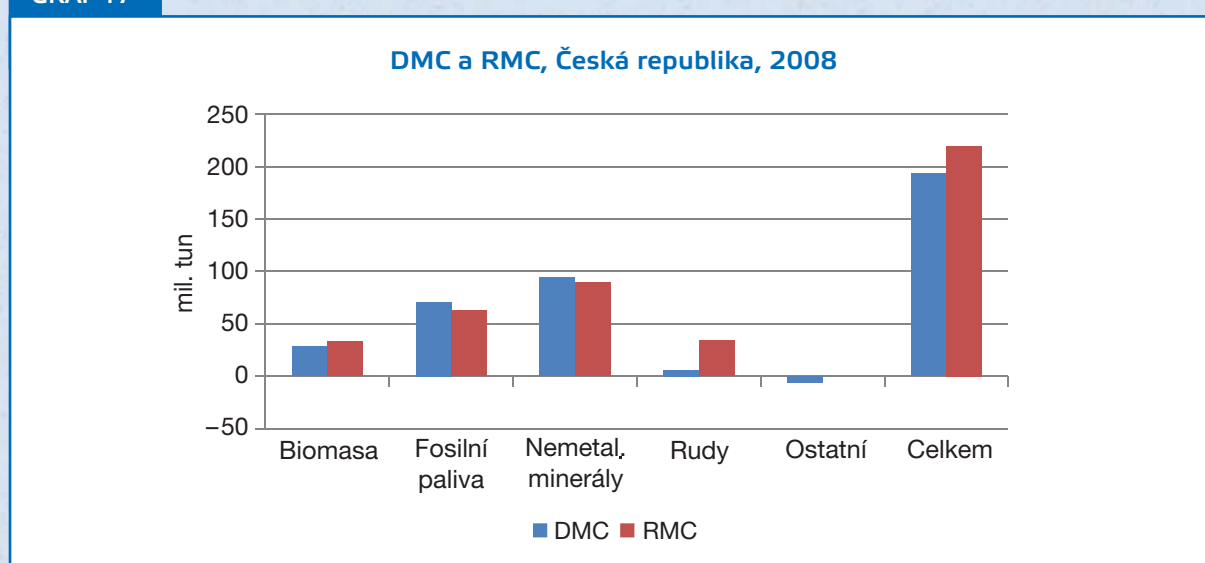


Zdroj: Univerzita Karlova v Praze; Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad

Mezi roky 2002 a 2009 došlo k poklesu podílu obnovitelných materiálů na DMC celkem z 16,8 % na 14,8 %. Vzhledem k tomu, že je na mezinárodní úrovni obecně přijímáno, že by udržitelná spotřeba materiálů měla být do jisté míry zajištěna prostřednictvím obnovitelných zdrojů, je takový výrazný pokles možné hodnotit negativně. Pozitivní je pokles rud a výrobků z rud, s kterými jsou spojeny výrazné dopady na životní prostředí a lidské zdraví, a pokles podílu uhlí, které patří k nejšpinavějším fosilním palivům. Negativní je naopak nárůst podílu ropy, jejíž spotřeba je spojena s výraznými emisemi CO₂ (především z dopravy) a pokles podílu zemního plynu, který patří k nejčistším zdrojům fosilní energie. Mimoto došlo mezi roky 2002 a 2009 k nárůstu podílu stavebních nerostných surovin a poklesu podílu průmyslových nerostných surovin.

V grafu 17 je pro Českou republiku uvedené srovnání indikátorů domácí materiálová spotřeba a surovinová spotřeba.

GRAF 17



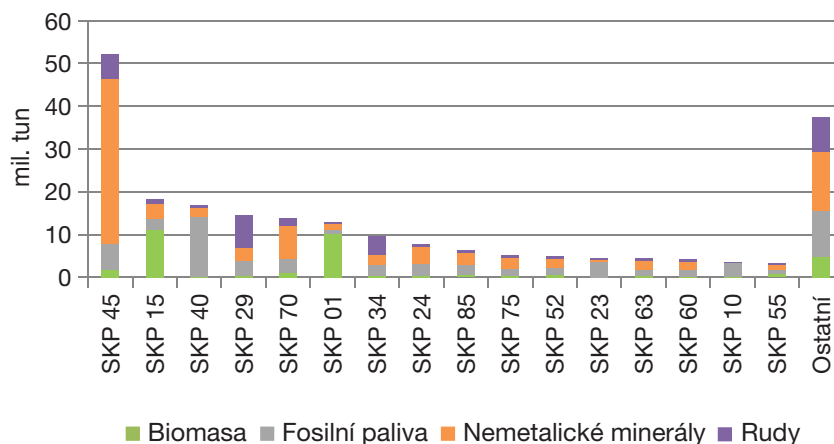
Zdroj: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad

RMC je ca o 12 % vyšší než DMC. Tento rozdíl je dán zejména položkou rudy, zatímco fosilní paliva a nemetalické minerály působí na snižování RMC. Ze srovnání indikátorů vyplývá, že pro posouzení celkové zátěže spojené se spotřebou materiálů nedochází u DMC k výraznějšímu podhodnocení. V případě rud je však zátěž životního prostředí podhodnocena téměř pětinašobně.

Způsob výpočtu indikátoru RMC umožňuje přisoudit surovinovou spotřebu jednotlivým skupinám výrobků a služeb, které jsou spotřebovávány domácnostmi, vládními a neziskovými organizacemi a které se podílejí na tvorbě hrubého fixního kapitálu (graf 18).

GRAF 18

RMC v členění podle skupin spotřebovávaných produktů, Česká republika, 2008



Zdroj: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad

Poznámka: SKP (standardní klasifikace produktů) 01 – zemědělské produkty, SKP 10 – uhlí a rašelina, SKP 15 – potraviny a nápoje, SKP 23 – ropné produkty, SKP 24 – chemické výrobky, SKP 29 – stroje a zařízení, SKP 34 – dvoustopá motorová vozidla, SKP 40 – elektřina a zemní plyn, SKP 45 – stavebnictví, SKP 52 – maloobchod, SKP 55 – pohostinství a ubytování, SKP 60 – pozemní doprava, SKP 63 – pomocné činnosti v dopravě, činnost cestovních kanceláří, SKP 70 – činnosti v oblasti nemovitostí, SKP 75 – veřejná správa, SKP 85 – zdravotnictví

Největší RMC je spojena se stavebnictvím, je ovšem dána zejména stavebními surovinami, jejichž spotřeba má obvykle nižší dopad na životní prostředí než spotřeba biomasy, fosilních paliv a rud. Na dalších místech jsou potraviny a nápoje, elektřina a zemní plyn, stroje a zařízení a činnosti v oblasti nemovitostí. RMC prozatím není standardně sestavován, což stěžuje jeho mezinárodní srovnání. Podobné zahraniční studie (např. studie Eurostatu od Moll a Watson, 2009) však naznačují, že stejně jako v České republice i v ostatních evropských zemích nejvíce přispívají k materiálové spotřebě tři skupiny produktů/služeb: zajištění bydlení (včetně energetických potřeb), potraviny a nápoje a zajištění dopravních potřeb (mobility).

5. Efektivita spotřeby surovin a materiálů

Suroviny a materiály představují vedle práce a kapitálu jeden ze základních vstupů do výroby, jejich spotřeba tedy není samoučelná. V rámci výrobního procesu dochází k jejich přeměně na potraviny, spotřební zboží a služby, které určují hospodářskou výkonnost států a utvářejí naši životní úroveň. Z důvodu minimalizace zátěže životního prostředí a zvyšování životní úrovně by tato přeměna měla být prováděna co nejefektivnějším způsobem, to znamená, že na jednotku spotřebovaných surovin bychom měli získávat stále více zboží a služeb. Jedním ze způsobů, jak vyjádřit efektivitu spotřeby surovin a materiálů je vztáhnout materiálovou spotřebu ku indikátoru hospodářské výkonnosti, kterým nejčastěji bývá hrubý domácí produkt (HDP). Tak je možné vyjádřit materiálovou náročnost (podíl materiálové spotřeby a HDP) nebo materiálovou produktivitu (podíl HDP a materiálové spotřeby) států, regionů či hospodářských odvětví. Cílem je dosáhnout snížení materiálové náročnosti a zvyšování materiálové produktivity. Vývoj těchto dvou ukazatelů je vzájemně provázaný – klesá-li materiálová náročnost, roste materiálová produktivita a naopak. K vyjádření efektivit spotřeby surovin a materiálů stačí tedy použít pouze jeden z nich.

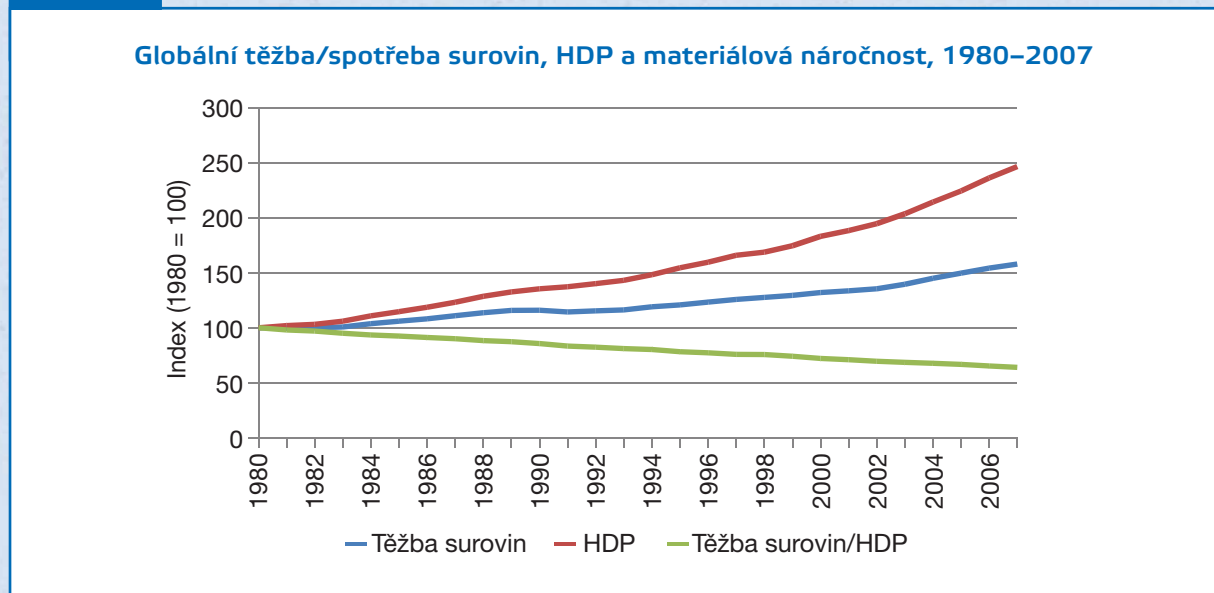
Se snahou o zvyšování efektivit spotřeby surovin a materiálů souvisí snaha o oddělení křivek zátěže životního prostředí a hospodářské výkonnosti (tzv. „decoupling“ z anglického „decoupling of environmental pressure from economic performance“ (OECD, 2002)). Zatímco předmětem zájmu materiálové náročnosti či produktivity je růst efektivit ekonomického systému přetvářet materiálový vstup na ekonomický výstup, cílem decoupling je růst ekonomické výkonnosti za současného poklesu zátěže životního prostředí, která je spojena s využíváním surovin a materiálů. Decoupling je buď relativní, nebo absolutní. Při relativním decouplingu dochází k nárůstu ekonomické výkonnosti, avšak materiálová spotřeba stále roste, i když pomalejším tempem než ekonomická výkonnost. Při absolutním decouplingu dochází k růstu ekonomické výkonnosti a k absolutnímu poklesu spotřeby surovin a materiálů. Cílem je dosáhnout absolutního decouplingu, protože celková zátěž životního prostředí je dána absolutním množstvím spotřebovávaných materiálů.



5.1. Globální kontext

V grafu 19 je uvedena globální těžba surovin, globální HDP a materiálová náročnost vyjádřená jako těžba surovin ku HDP.

GRAF 19



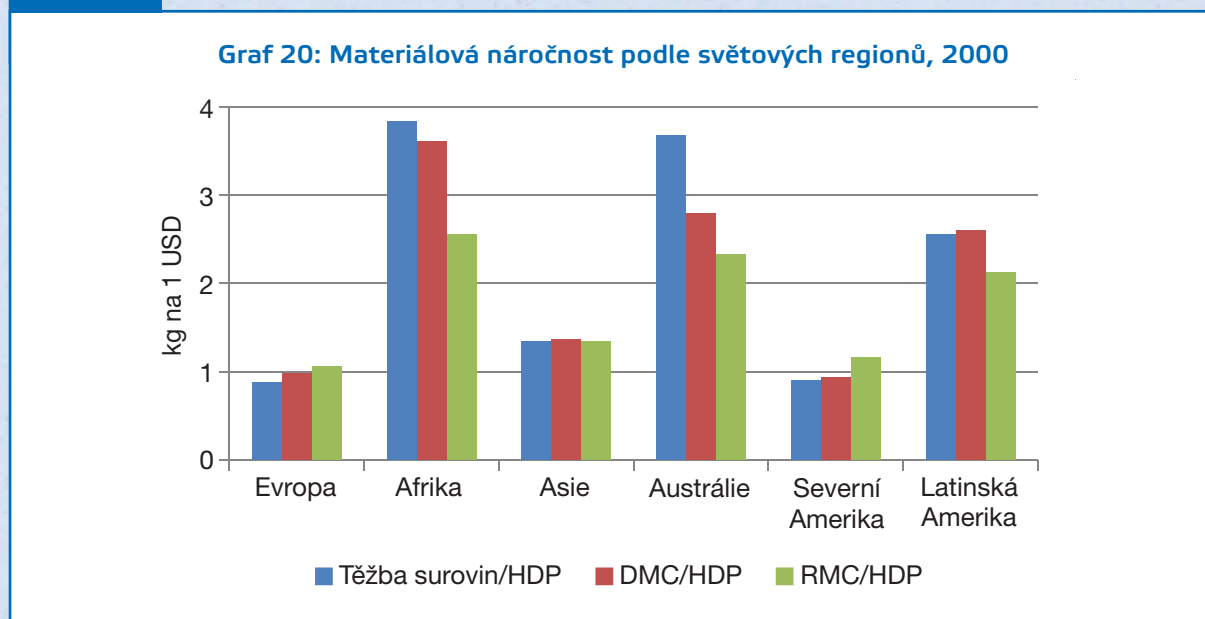
Zdroj: Sustainable Europe Research Institute a Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, 2011; Maddison, 2011

Poznámka: HDP je uvedeno v mezinárodních Gheary-khamis dolarech, které představují hypotetickou měnovou jednotku se stejnou kupní silou jako USD v roce 1990. Gheary-khamis dolary jsou založeny na konceptu parity kupní síly a mezinárodní průměrné ceny komodit a umožňují srovnání hospodářského výkonu jak mezi jednotlivými zeměmi, tak i v čase.

Jak bylo ukázáno v kapitole 2, globální těžba/spotřeba surovin narostla v letech 1980-2007 o ca 60 %, globální HDP ve stálých cenách však narostlo o 150 %. To znamená, že docházelo ke snižování množství materiálů, které bylo třeba na výrobu jednotkového množství HDP – ve sledovaném období se toto množství snížilo o ca 35 % (zelená linie). Efektivita přeměny materiálů na hospodářský výstup se tedy zvyšuje. Současně bylo dosaženo relativního decouplingu, ne však decouplingu absolutního. Z toho vyplývá, že celková zátěž životního prostředí spojená se spotřebou a využíváním surovin a materiálů neustále roste.

Efektivita přeměny surovin a materiálů na hospodářský výstup se výrazně liší napříč jednotlivými světovými regiony (graf 20).

GRAF 20



Zdroj: vlastní výpočet na základě Dittrich a Bringezu, 2010; Sustainable Europe Research Institute a Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, 2011, a Giljum et al., 2009; Maddison, 2011

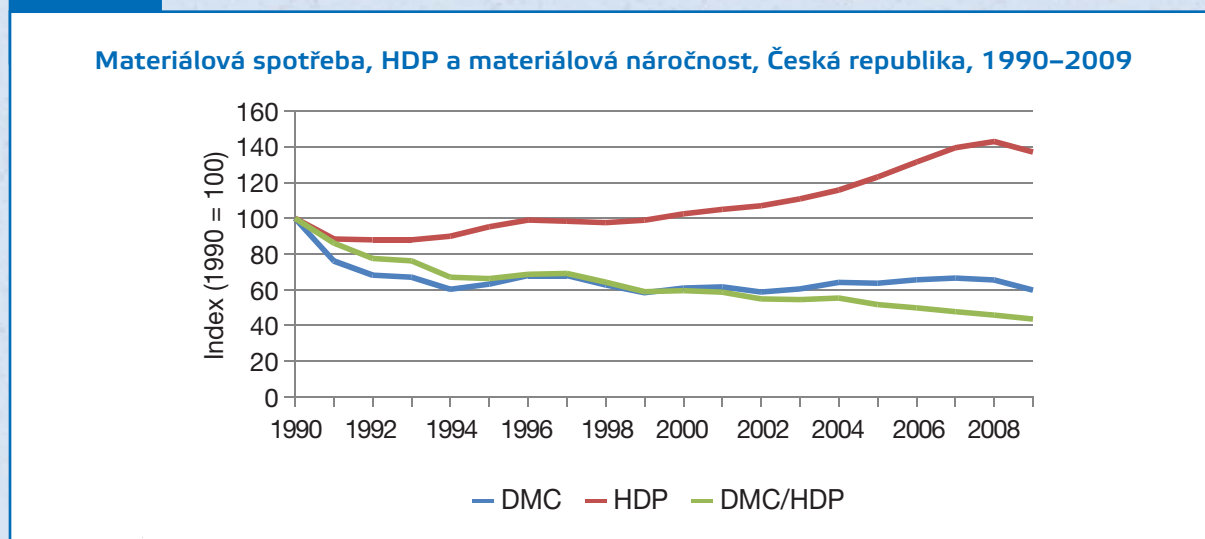
Poznámka: HDP je uvedeno v mezinárodních Gheary-khamis dolarech, které představují hypotetickou měnovou jednotku se stejnou kupní silou jako USD v roce 1990. Gheary-khamis dolary jsou založeny na konceptu parity kupní síly a mezinárodní průměrné ceny komodit a umožňují srovnání hospodářského výkonu jak mezi jednotlivými zeměmi, tak i v čase.

Největší materiálovou náročnost vykazuje Afrika, a to zejména co se týče těžby surovin ku HDP. Když se vezme v potaz zahraniční obchod, materiálová náročnost se snižuje, protože je Afrika čistým vývozcem surovin. Ke snížení dochází zejména tehdy, je-li zahraniční obchod započítán ve formě surovinových ekvivalentů (indikátor RMC). Pouze o něco nižší materiálovou náročnost než Afrika má Austrálie. Ačkoliv se jedná o region s převahou průmyslově vyspělých států, jeho hospodářství je podobné jako u Afriky založeno ve vysoké míře na těžbařském průmyslu, který nedosahuje vysoké přidané hodnoty. Navíc se jedná o oblast s velmi nízkou hustotou obyvatel, která vyžaduje vysokou materiálovou spotřebu na výstavbu dopravní i jiné infrastruktury. Analogicky k Africe dochází v Austrálii ke snížení materiálové náročnosti, je-li započten zahraniční obchod. Na dalších místech jsou Latinská Amerika, kde započtení zahraničního obchodu snižuje materiálovou náročnost u RMC (viz. příklad těžby měděných a stříbrných rud v Chile) a Asie, kde je materiálová náročnost vyjádřená prostřednictvím všech tří indikátorů obdobná, protože tento region těží zhruba stejné množství materiálů, jako spotřebovává. Nejnižší materiálovou náročnost vykazují průmyslově vyspělé regiony Evropy a Severní Ameriky. Zde naopak započtení zahraničního obchodu působí zvýšení materiálové náročnosti, protože tyto regiony představují čisté dovozce surovin a materiálů.

5.2. Vývoj v České republice

V grafu 21 je znázorněna materiálové spotřeba, HDP a materiálová náročnost v České republice v letech 1990–2009.

GRAF 21



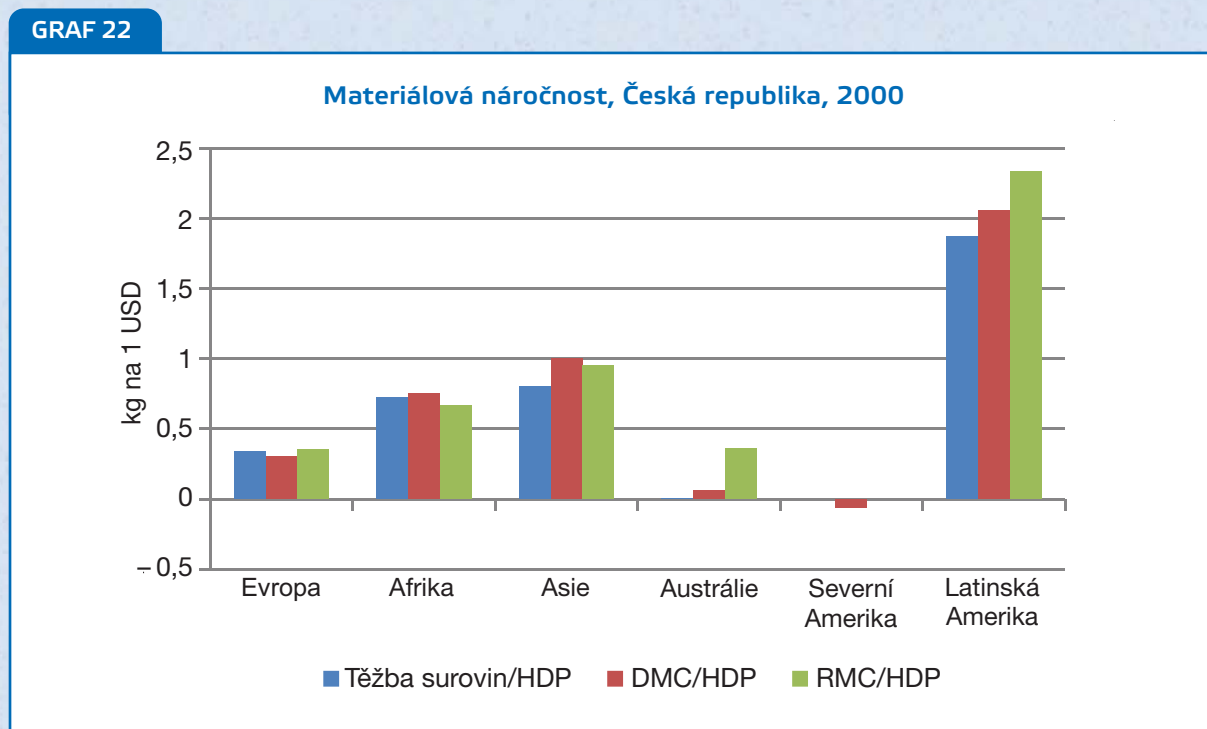
Zdroj: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad

Poznámka: HDP je uvedeno ve stálých cenách roku 2000. Časový vývoj tohoto indikátoru je identický s vývojem HDP uvedeného v Gheary-khamis dolarech

Materiálová náročnost vyjádřená jako DMC ku HDP v České republice v letech 1990–2009 téměř setrvale klesala. Na začátku 90. let byl tento pokles dán zejména snižováním materiálové spotřeby, poté se materiálová spotřeba stabilizovala a hnací silou zvyšování materiálové efektivity se stal růst HDP. Klesající materiálová náročnost byla udržena i v roce 2009, kdy DMC poklesla výrazněji než hrubý domácí produkt. Za celé sledované období bylo v ČR dosaženo absolutního decouplingu, to znamená, že se podařilo snížit celkovou zátěž životního prostředí spojenou se spotřebou materiálů a současně zvýšit hospodářskou výkonnost. Hodnocení decouplingu je však výrazně závislé na zvoleném období. K absolutnímu decouplingu tak docházelo zejména v některých letech do roku 2002, poté už se vesměs jednalo pouze o decoupling relativní.

Kromě materiálové spotřeby, jejíž vývoj byl popsán v kapitole 4, byl pokles materiálové náročnosti určován růstem HDP. Ten byl umožněn zvyšováním podílu sektorů s vysokou přidanou hodnotou, jako jsou výroba dvoustopých motorových vozidel a výroba strojů a zařízení, zvyšováním odbytu výrobků na zahraničních trzích (zde byl významným mezníkem vstup ČR do Evropské unie), růstem spotřeby domácností, vysokým objemem přímých zahraničních investic, růstem zaměstnanosti a v jejím důsledku růstem produktivity práce (Český statistický úřad, 2005, Kovanda a Háek (Eds.), in press).

Graf 22 zobrazuje srovnání materiálové náročnosti v ČR podle skupin materiálů s využitím těžby surovin, DMC a RMC.



Zdroj: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí; Český statistický úřad; Maddison, 2011

Poznámka: HDP je uvedeno v mezinárodních Gheary-khamis dolarech, které představují hypotetickou měnovou jednotku se stejnou kupní silou jako USD v roce 1990. Gheary-khamis dolary jsou založeny na konceptu parity kupní síly a mezinárodní průměrné ceny komodit a umožňují srovnání hospodářského výkonu jak mezi jednotlivými zeměmi, tak i v čase.

Materiálová náročnost v České republice je dána zejména nemetalickými minerály a fosilními palivy. Příspěvek biomasy je zhruba poloviční, zatímco rudy nabývají na významu pouze v případě indikátoru RMC. I když v České republice dochází k snižování materiálové náročnosti, její celková absolutní hodnota je stále poměrně vysoká a blíží se spíše Latinské Americe a Austrálii než Severní Americe a Evropě. Výrazný rozdíl mezi Evropou a Českou republikou je dán tím, že materiálová náročnost v Evropě je určována zejména průmyslově vyspělými zeměmi bývalé EU15, které se ve srovnání s ČR vyznačují velmi vysokou materiálovou efektivitou. To je způsobeno obdobnou mírou materiálové spotřeby na osobu, avšak výrazně nižším HDP v České republice.



6. Udržitelné materiálové hospodářství

Pro těžbu a spotřebu surovin a materiálů nebyly dosud vypočteny žádné referenční limity udržitelnosti. Zátěž životního prostředí spojená s materiálovou spotřebou je natolik různorodá a kauzální souvislosti mezi touto spotřebou a jednotlivými dopady na životní prostředí jsou natolik provázané a komplexní, že je velmi obtížné přesně stanovit, při jaké konkrétní míře agregované těžby a spotřeby surovin dochází k překročení nosné kapacity prostředí. Tato míra byla proto prozatím stanovena pouze pro čerpání obnovitelných zdrojů, u kterých by jejich spotřeba neměla přesáhnout jejich obnovovací kapacitu, a pro některé emise spojené se spotřebou surovin, například okyselující látky. V této souvislosti je znám koncept tzv. kritických zátěží. Principem je vyhodnocení kritické zátěže určitého území na základě znalosti kyselé depozice a neutralizační kapacity přírodního prostředí (Slootweg et al. (Eds.), 2010). Kritická zátěž je tak indikátorem udržitelnosti rozvoje ekosystému tím, že kvantifikuje maximální „bezpečnou“ dávku škodlivé látky. Dalším přístupem vycházejícím z kritických zátěží je koncept planetárních mezí, určujících bezpečný prostor pro lidské činnosti bez rizika ohrožení funkčnosti zemských geo-biofyzikálních systémů. Bylo identifikováno devět planetárních systémů, u kterých by překročení učitých mezí mělo pro lidstvo devastující dopady: klimatický systém, biodiverzita, cyklus dusíku, cyklus fosforu, stratosférická ozónová vrstva, okyselování oceánů, užívání sladké vody, využití území, chemická kontaminace a zatížení atmosféry aerosoly (Rockström et al., 2009).

I když nosná kapacita prostředí prozatím nebyla pro těžbu a spotřebu surovin přesně stanovena, koncepty jako planetární meze naznačují, že v řadě případů byla již překročena. Svědčí o tom změny v zemském klimatickém systému, úbytek biodiverzity, ubývání zásob surovin, a to i obnovitelných (například populací mořských ryb), snižování dostupnosti vodních zdrojů, a další. Vedle environmentálních aspektů souvisí spotřeba surovin i s ekonomickými a sociálními aspekty rozvoje. Jak bylo zdůrazněno v předchozí kapitole, suroviny představují jeden ze základních vstupů do výroby. Nedostatečné zajištění surovin pro výrobu může mít negativní dopad na hospodářskou výkonnost státu a tím i životní úroveň. Ze sociálního hlediska má využívání materiálů vazbu na zaměstnanost, lidské zdraví a na spravedlivé využívání dostupných zdrojů z hlediska času (mezigenerační spravedlivost) a prostoru (spravedlivý přístup ke zdrojům pro obyvatele jednotlivých států a sociálních skupin).

S cílem skloubit environmentální, ekonomické i sociální aspekty těžby a spotřeby surovin a materiálů a využívání dalších zdrojů, jako jsou území či biodiverzita, se v poslední době začíná hovořit o udržitelném materiálovém hospodářství či udržitelném využívání zdrojů. Podle publikace *Sustainable Resource Management* (Bringezu a Bleischwitz, 2009) by udržitelné materiálové hospodářství mělo vycházet ze 7 principů:

1. Zajistit adekvátní dodávku a efektivní využívání materiálů, energetických zdrojů a území, které představují bio-fyzikální základ tvorby bohatství a lidského blahobytu pro současné i budoucí generace

Tento princip souvisí zejména s ekonomickým rozvojem, pro který představují suroviny a materiály jeden ze základních vstupů.

2. Udržovat zásobovací, regulační a ostatní ekosystémové služby na odpovídající úrovni

Existence všech živých organismů včetně člověka má svůj základ v biosféře. Základní podmínky pro biologický život vytváří klima, hydrologický cyklus a tvorba půdy, roli prostředníka má atmosféra (svým složením) a koloběh prvků ve vzduchu a vodě. Do zásobovacích služeb patří poskytování statků, které lidé od ekosystémů získávají, jako je například potrava, palivové dřevo, vlákno, pitná voda a genetické zdroje. Regulační služby znamenají přínos, který vyplývá z regulovaných ekosystémových procesů, a zahrnuje udržování kvality ovzduší, vyrovnávání výkyvů podnebí, omezování záplav, snižování eroze, regulaci lidských nemocí a čištění vody. Významnou službou životního prostředí pro člověka jsou také estetické a kulturní hodnoty přírody. Jsou-li ekosystémy narušeny v důsledku využívání surovin, materiálů a dalších přírodních zdrojů, pak je narušena také schopnost ekosystémů poskytovat lidem veškeré služby. Změny v ekosystémech tak mají za následek ohrožení předpokladů pro život člověka i jeho kvalitu (Enviwiki, 2011).

Ucelenou koncepci vztahů mezi kvalitou lidského života a přírodním prostředím vypracoval rozsáhlý projekt Miléniové hodnocení ekosystémů (*Millennium Ecosystem Assessment, MA*). Základními kameny celé koncepce jsou vztahy mezi ekosystémovými službami, lidským blahobytem a přímými a nepřímými příčinami změn v ekosystémech. Z MA vyplývá, že v minulých 50 letech lidé využívali a měnili ekosystémy rychleji a rozsáhleji než kdykoliv jindy v lidské historii. Toto využití sice přispělo k růstu blahobytu, ale současně vedlo k degradaci řady ekosystémových služeb, která ohrožuje možnost budoucích generací ekosystémové služby efektivně využívat. Současně hrozí nebezpečí, že degradace ekosystémových služeb bude dále akcelarovat (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

3. Zabezpečit koexistenci lidské společnosti a přírody

Tento princip reflektuje skutečnost, že ekosystémy poskytují lidem řadu služeb, ale současně i příroda sama o sobě má právo na existenci, aniž se tyto služby berou v potaz. S tím souvisí například vymírání druhů, které ještě nebyly objeveny, a tudíž neposkytují člověku žádný přímý užitek.

4. Minimalizovat bezpečnostní rizika a rizika ekonomických nepokojů vyplývajících z materiálové závislosti na zahraničí

V důsledku rostoucí spotřeby zdrojů roste i nebezpečí mezinárodních i vnitrostátních nepokojů souvisejících s přístupem ke zdrojům. Krátkodobý nedostatek zdrojů může způsobit zbrzdění ekonomického vývoje, z dlouhodobého hlediska však může vést i k vojenským konfliktům. Z toho důvodu je vhodné minimalizovat materiálovou závislost na zahraničí, například prostřednictvím poskytování informací o domácí dostupnosti zdrojů.

5. Přispívat ke spravedlivé globální distribuci využívání zdrojů a sdílení environmentální zátěže

Na obecné rovině by podle principů udržitelného rozvoje měli lidé mít rovná práva spotřebovávat přírodní zdroje a využívat životní prostředí k asimilaci a rozkladu odpadních látek (Moldan (ed.), 1993). To znamená, že by vysoká spotřeba surovin a materiálů v jedné části světa neměla snižovat možnosti ostatních zemí uspokojovat své materiálové potřeby.



6. Minimalizovat přesuny problémů mezi environmentálními médii, typy zdrojů, ekonomickými sektory, regiony a generacemi

V důsledku nevhodných opatření se může snížit zátěž určitého environmentálního média, například půdy (díky snížení množství skládkovaných odpadů), současně však narůstá zátěž jiného environmentálního média, například ovzduší (v důsledku zvýšeného spalování odpadů). Celková environmentální zátěž se tak výrazněji nemění. Řešením je v tomto případě implementace opatření, která povedou k prevenci vzniku odpadu jako takového. V případě zdrojů mohou být určitá surovina, produkt nebo látka s vysokými dopady na životní prostředí nahrazeny jinými, u kterých se později ukáže, že jejich zvýšená spotřeba s sebou nese obdobně závažné dopady na životní prostředí nebo jiné aspekty rozvoje lidské společnosti (například nahrazení fosilních paliv za biopaliva první generace). U sektorů se může potlačit jeden sektor s výraznými negativními dopady na životní prostředí (například chemický průmysl) a současně naroste význam jiného sektoru, jehož dopady na životní prostředí jsou obdobné (například strojírenský průmysl).

Přesuny environmentální zátěže mezi regiony souvisí se zahraničním obchodem, o kterém bylo podrobněji pojednáno v kapitole 3. Nejzřejmějším příkladem přesunů problémů mezi generacemi je vyčerpání určitého zdroje, který už nebude pro budoucí generace dostupný. Důležitým faktorem je také kontinuální rozrůstání sídelní, dopravní, průmyslové i jiné infrastruktury. Objem této infrastruktury jednak určuje množství materiálů, které je třeba spotřebovat na její údržbu a uchování, to znamená, že vysoký objem tlačí budoucí generace k vysoké materiálové spotřebě. Současně tento objem určuje množství odpadů spojené s údržbou a případným vyřazením infrastruktury s provozu, s kterým se budou muset budoucí generace vypořádat. Dalším příkladem přesunu problémů napříč generacemi je dlouhodobé skladování nebezpečných odpadů, například vyhořelého radioaktivního paliva.

7. Zvyšovat efektivitu využívání zdrojů ve vyšší míře než je růst HDP

Tento princip je velmi přímočarý, neboť vyžaduje absolutní decoupling, to znamená absolutní snižování využívání surovin, materiálů a dalších zdrojů.

V globálním kontextu dosahuje Česká republika vysoké spotřeby surovin a materiálů. Jak bylo ukázáno v předchozích kapitolách, tato vysoká spotřeba je v přímém konfliktu s výše uvedenými principy. Možné postupy vedoucí ke snižování materiálové spotřeby a zvyšování efektivity přeměny materiálů na hospodářský výstup shrnuje Giljum et al. (2009):

1. Zajistit měření spotřeby materiálů a posuzování nových politik z hlediska jejich dopadu na spotřebu surovin

Vyčíslování spotřeby materiálů je prvním krokem k tomu, aby bylo možné určit, dochází-li k jejímu snižování. Posuzování politik z hlediska jejich dopadu na spotřebu materiálů napomáhá určit, nedochází-li k přesunům problémů, to znamená, jestli například politika zvyšující zaměstnanost současně nezvyšuje zátěž životního prostředí související s materiálovou spotřebou. Kromě spotřeby biotických a abiotických surovin je vhodné měřit spotřebu dalších zdrojů, jako jsou voda a prostor. Tato měření by měla brát v potaz celý životní cyklus surovin a produktů, to znamená, že indikátory by měly být vyjadřovány ve formě surovinových ekvivalentů.

2. Zvyšovat recyklaci surovin a materiálů

Zvyšování recyklace je jedním z nejzřejmějších způsobů, jak zvyšovat efektivitu materiálového hospodářství a snižovat zátěž životního prostředí. Čím více materiálů je cyklicky využíváno, tím méně je třeba těžit

primárních surovin a zatěžovat životní prostředí těžbou. Vysoká míra recyklace navíc snižuje množství odpadů, které je třeba odstranit a s kterými jsou spojeny další dopady na životní prostředí (například zábor území a úniky toxických látek spojené se skládkováním a emise do ovzduší spojené se spalováním). Míra recyklace se mezi jednotlivými zeměmi a podniky výrazně liší, v některých případech je na velmi vysoké úrovni, jindy i cenné materiály jako hliník končí na skládkách nebo ve spalovnách. V tomto směru je tedy stále prostor k zlepšování.

Zvyšování recyklačních toků může přiblížit socio-ekonomické systémy některým přírodním systémům, které jsou z dlouhodobého hlediska velmi stabilní. Příkladem může být ekosystém tropického deštného lesa. V jeho případě je využívána obnovitelná sluneční energie a primární materiálové vstupy i výstupy odpadních látek jsou velmi malé, i když recyklační toky mezi jednotlivými složkami celého ekosystému zůstávají na vysoké úrovni. Obdobně stabilní jako tropický deštný les by mohl být i socio-ekonomický systém, bude-li využívat obnovitelné zdroje energie a dosáhneme-li u něho srovnatelného poměru mezi vstupy primárních materiálů a recyklačními toky.

3. Zvýšit cenu surovin

Vyšší cena surovin povzbudí podniky, aby zvyšovaly materiálovou efektivitu a investovaly do nových méně materiálově náročných technologií. Vyšší ceny surovin také povedou k tomu, že spotřebitelé budou dávat přednost méně materiálově náročným produktům. Vyšší ceny surovin se dále promítnou do zdražení dopravy a mezinárodní zahraniční obchod se stane více regionálním. To znamená, že obyvatelé budou v menší míře spotřebovávat suroviny a materiály vyrobené v zemích vzdálených tisíce kilometrů daleko, čím se sníží dopady dopravy na životní prostředí a přesuny environmentální zátěže v důsledku zahraničního obchodu.

Zvýšení cen surovin bude mít negativní dopad na chudší části společnosti, a to i v Evropě. Tyto dopady musejí být brány v potaz a alespoň do jisté míry kompenzovány. Zvýšení cen surovin by mělo být také doprovázeno snížením jiných výdajů, například zdanění lidské práce. Přesun daňového zatížení od lidské práce směrem ke zdanění surovin, výrobků a služeb, jejichž výroba a/nebo spotřeba má negativní vliv na životní prostředí a lidské zdraví, je principem tzv. ekologické daňové reformy (Ministerstvo životního prostředí ČR, 2011).

4. Prozkoumat možnosti zvyšování materiálové efektivity na úrovni podniků

Řada podniků nemá detailní znalost, jaké množství surovin a materiálů prochází jejich výrobou a jaká je jejich cena. Není tak využita řada příležitostní nejen k úsporám spotřeby surovin a energie, ale také k finančním úsporám. Produkce s vysokou materiálovou efektivitou bude mít zvyšující se důležitost pro udržení konkurenceschopnosti na národních i mezinárodních trzích. Vzhledem k růstu cen surovin a energií bude snižování materiálové náročnosti jednou z hlavních strategií pro snižování výrobních nákladů. Podniky by měly brát v potaz celý životní cyklus surovin a produktů a rozšířit svou odpovědnost na materiály, které nakupují od svých dodavatelů. To znamená vyžadovat od nakoupeného zboží nízkou materiálově-energetickou náročnost výroby.

5. Dbát na to, aby veřejné zakázky a nakupování zboží státní správou cílilo na produkty a služby s nízkou materiálovou náročností

Veřejná správa představuje důležitého spotřebitele zboží a služeb. Nakupování zboží s nízkou materiálovou náročností tak může výrazně přispět k snižování materiálové spotřeby státu. Mimoto chování státní správy slouží jako důležitý příklad pro ostatní a může tak přispět ke snižování materiálové spotřeby podniků a domácností.



6. Informovat spotřebitele o materiálové náročnosti produktů

V této oblasti se informovanost v minulých letech výrazně zvýšila, zejména co se týče informací o energetické náročnosti výrobků. Obdobně může být uvedena informace o materiálové náročnosti v průběhu celého životního cyklu výrobků.

7. Změnit životní styl a spotřební vzorce

Životní styl a spotřební vzorce v hospodářsky vyspělých zemích jsou ve vysoké míře zaměřeny na materiálově náročné produkty a služby, jako jsou dopravní prostředky, elektronika, strava s vysokým podílem masa či cestování letadlem na velké vzdálenosti. Spotřebu těchto statků je možné omezovat, ovšem neděje se to snadno, protože mnohé z nich symbolizují to, co je v dnešním světě považováno za důležité: společenské postavení, pohodlí, nezávislost, materiální zajištění sebe a svých dětí do budoucnosti. Vzhledem k tomu, že cílem rozvoje chudých zemí je mnohdy dosáhnout právě těchto „moderních vymožeností“, může být změna těchto spotřebních vzorců mnohem složitější než změna více technických aspektů výroby, jako je aplikace moderních technologií pro snižování materiálové a odpadové náročnosti jednotlivých produktů.

Použitá literatura:

- Adriaanse, A., Bringezu, S., Hammond, A., Moriguchi, Y., Rodenburg, E., Rogich, D., Schütz, H., 1997.* Resource flows – The material basis of industrial economies. World Resource Institute, Washington, D.C.
- Ayres, R. U., Simonis, L., 1994.* Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development. UNU Press, Tokyo.
- Baccini, P., Brunner, P. H., 1991.* Metabolism of the anthroposphere. Springer Verlag, Berlin, New York, Tokio.
- Bringezu, S., 2006.* Materializing policies for sustainable use and economy-wide management of resources: Biophysical perspectives, socio-economic options and a dual approach for the European Union. Wuppertal Paper No. 160, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal.
- Bringezu, S., Bleischwitz, R., 2009.* Sustainable resource management. Global trends, visions and policies. Greenleaf Publishing, Sheffield.
- Bringezu, S., Schütz, H., Moll, S., 2003.* Rationale for and interpretation of economy-wide material flow analysis and derived indicators. *Journal of Industrial Ecology* 2 (7), 43–64.
- Český statistický úřad, 2005.* Zdroje HDP a jejich užití v letech 1995 až 2005. Český statistický úřad, Praha.
- Dittrich, M., Bringezu, S., 2010.* The physical dimension of international trade. Part 1: Direct global flows between 1962 and 2005. *Ecological Economics* 69 (9), 1838–1847.
- Enviwiki, 2011.* Ekosystémové služby.
http://www.enviwiki.cz/wiki/Ekosyst%C3%A9mov%C3%A9_sl%C5%BEby [navštíveno 25 července 2011].
- Eurostat, 2009.* Economy-wide material flow accounts: Compilation guidelines for reporting to the 2009 Eurostat questionnaire. Eurostat, Luxembourg.
- Fischer-Kowalski, M., Haberl, H., 1993.* Metabolism and colonization. Modes of production and the physical exchange between societies and nature. *Innovation: The European Journal of Social Sciences* 6 (4), 415–442.
- Fischer-Kowalski, M., Swilling, M., von Weizsäcker, E.U., Ren, Y., Moriguchi, Y., Crane, W., Krausmann, F., Eisenmenger, N., Giljum, S., Hennicke, P., Romero Lankao, P., Siriban Manalang, A., 2011.* Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Geneva.
- Giljum, S., Hinterberger, F., Bruckner, M., Burger, E., Frühman, J., Lutter, S., Pirgmaier, E., Polzin, Ch., Waxwender, H., Kernegger, L., Warhurst, M., 2009.* Overconsumption? Our use of the world's natural resources. SERI, GLOBAL 2000 and Friends of the Earth Europe, Vienna.
- IPCC, 2007.* Climate change 2007: The physical science basis. IPCC, Geneva.
- Kovanda, J., Háek, T. (Eds.), in press.* Situační zpráva ke Strategickému rámci udržitelného rozvoje. Rada vláda pro udržitelný rozvoj, Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- Kovanda, J., Háek, T., 2007.* What are the possibilities for graphical presentation of decoupling? An example of economy-wide material flow indicators in the Czech Republic. *Ecological Indicators* 7(1), 123–132.
- Kovanda, J., Háek, T., 2008.* Changes in material use in transition economies. *Journal of Industrial Ecology*. *Journal of Industrial Ecology* 12(5/6), 721–738.
- Kovanda, J., Háek, T., 2011.* Historical perspectives of material use in Czechoslovakia in 1855–2007. *Ecological Indicators* 11 (5), 1375–1384.
- Kovanda, J., Háek, T., Janáček, J., 2008.* Economy-wide material flow indicators in the Czech Republic: trends, decoupling analysis and uncertainties. *Int. J. of Environment and Pollution* 35(1), 25–41.
- Kovanda, J., Havránek, M., Háek, T., 2007.* Calculation of the „net additions to stock“ indicator for the Czech Republic using a direct method. *Journal of Industrial Ecology* 11(4), 140–154.



- Kovanda, J., Weinzettel, J., Hák, T., 2009.* Analysis of regional material flows: The case of the Czech Republic. *Resources, Conservation and Recycling* 53 (5), 243–254.
- Kovanda, J., Weinzettel, J., Hák, T., 2010.* Material flow indicators in the Czech Republic in light of the accession to the European Union. *Journal of Industrial Ecology* 14(4), 650–665.
- Maddison, A., 2011.* Statistics on World Population, GDP and Per Capita GDP, 1-2008 AD. <http://www.ggdc.net/MADDISON/oriindex.htm> [navštíveno 25 července 2011].
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005.* Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Ministerstvo životního prostředí ČR, 2011.* Principy a harmonogram ekologické daňové reformy. http://www.mzp.cz/cz/principy_harmonogram [navštíveno 25 července 2011].
- Moldan, B. (ed.), 1993.* Konference OSN o životním prostředí a rozvoji. Dokumenty a komentáře. Management Press, Praha.
- Moll, S., Watson, D., 2009.* Environmental pressures from European consumption and production. A study in integrated environmental and economic analysis. European Environment Agency, Copenhagen.
- Munoz, P., Giljum, S., Roca, J., 2009.* The raw material equivalents of international trade. *Journal of Industrial Ecology* 13(6), 881–897.
- Neužil, M., 2001.* Vliv hlubinné těžby černého uhlí na životní prostředí. *Zpravodaj EIA VI* (3), 5–9.
- OECD, 2002.* Indicators to measure decoupling of environmental pressures from economic growth. OECD, Paris.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., et. al., 2009.* Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2), 32.
- Schmidt-Bleek, F., 1994.* Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS – Das Mass für ökologisches Wirtschaften. Birkhäuser Verlag, Berlin, Basel, Boston.
- Schütz, H., Moll, S., Bringezu, S., 2004.* Globalisation and the shifting environmental burden. Material trade flows of the European Union. Wuppertal Paper No. 134, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal.
- Slootweg, J., Posch, M., Hettelingh, J.-P. (eds), 2010.* Progress in the modelling of critical thresholds and dynamic modelling, including impacts on vegetation in Europe. CCE Status Report 2010. Coordination Centre for Effects, Bilthoven.
- Spangenberg, J. H., Femia, A., Hinterberger, F., Schütz, H., 1999.* Material flow-based indicators in environmental reporting. European Environment Agency, Copenhagen.
- Sustainable Europe Research Institute a Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, 2011.* Internetová aplikace pro data o materiálových tocích. <http://www.materialflows.net/> [navštíveno 25 července 2011].
- Ščasný, M., Kovanda, J., Hák, T., 2003.* Material flow accounts, balances and derived indicators for the Czech Republic during the 1990s: results and recommendations for methodological improvement. *Ecological Economics* 45(1), 41–57.
- Weinzettel, J., Kovanda, J., 2009.* Assessing socioeconomic metabolism through hybrid life cycle assessment: The case of the Czech Republic. *Journal of Industrial Ecology* 13(4), 607–621.
- Weizsäcker, E. U., Hargroves, K., Smith, M. H., Desha, C., Stasinopoulos, P., 2009.* Factor five. Transforming the global economy through 80% improvements in resource productivity. Earthscan, London.
- Weizsäcker, E. U., Lovins, A.B., Lovins, L. H., 1996.* Factor four. Doubling wealth, halving resource use. New report of the Rome Club. Earthscan, London.

