

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

FAKULTA HUMANITNÍCH STUDIÍ

Katedra sociální a kulturní ekologie

Bc. Pavel Kovalský

Decoupling vybraných indikátorů zátěže a dopadu na životní prostředí

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Jan Kovanda, Ph.D.

Praha 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracoval/a samostatně a použil/a jen uvedené prameny a literaturu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato práce byla zpřístupněna v příslušné knihovně UK a prostřednictvím elektronické databáze vysokoškolských kvalifikačních prací v repozitáři Univerzity Karlovy a používána ke studijním účelům v souladu s autorským právem.

V Praze dne 26.6.2012

Pavel Kovalský

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce Janu Kovandovi za metodické vedení.

Obsah

Shrnutí	6
Abstract.....	7
I. Úvod.....	8
Použitá metodika	9
II. Teoretická část	11
1 Decoupling	11
1.1 Vymezení termínu	11
1.2 Defínice.....	12
1.3 Problematické body	15
1.4 Dvojí decoupling	16
2 Indikátory	20
2.1 Vymezení termínu	20
2.2 Rámec DPSIR.....	22
2.3 Indikátor zátěže životního prostředí	24
2.4 Indikátor dopadu na životní prostředí.....	34
2.5 Hrubý domácí produkt	46
III. Empirická část	51
1 Výzkumné otázky / hypotézy.....	51
2 Výsledky	51
2.1 Decoupling zátěže životního prostředí a HDP ve sledovaném období.....	51
2.2 Decoupling dopadů na životní prostředí a HDP ve sledovaném období	52
2.3 Dvojí decoupling ve sledovaném období.....	55
3 Diskuse výsledků.....	57
IV. Závěr	62

V.	Seznam grafů, schémat a tabulek.....	64
1	Seznam grafů.....	64
2	Seznam schémat.....	65
3	Seznam tabulek.....	66
VI.	Seznam použité literatury.....	67
VII.	Přílohy.....	Chyba! Záložka není definována. 71
1	Seznam příloh.....	Chyba! Záložka není definována. 71
2	Tabulky dat.....	Chyba! Záložka není definována. 72
3	Projekt diplomové práce.....	Chyba! Záložka není definována. 79

Shrnutí

Práce analyzuje vývoj dvou aspektů životního prostředí na území České republiky od jejího vzniku až do roku 2010: zátěže životního prostředí vyjádřeného emisemi okyselujících látek a dopady na životní prostředí vyjádřené defoliací korun stromů. Protože mezi vybranými aspekty existují kauzální vazby, analyzuje práce také vzájemné vztahy ve vývoji obou aspektů a posuzuje výsledky podle konceptu decouplingu jakožto oddělení křivek zátěže životního prostředí od ekonomického růstu. Mezi základní body zjištění patří, že relativní snížení zátěže životního prostředí vyjádřeného emisemi okyselujících látek je sice obrovské, ale ke snížení dopadů na životní prostředí vyjádřené defoliací docházelo ve velmi malé míře. K decouplingu ve sledovaném období docházelo, ale cíle zlomit vzájemnou vazbu mezi „environmentálním zlem“ a „ekonomickým dobrem“ se na sledovaném území nepodařilo zcela dosáhnout. Práce popisuje faktory, které tuto skutečnost ovlivňovaly. Porovnává také jednotlivé koncepty decouplingu a diskutuje, který je vhodnější pro sledování oddělení křivek ekonomického růstu a zátěže životního prostředí v širších souvislostech.

Klíčová slova: trvale udržitelný rozvoj, udržitelnost, decoupling, emise okyselujících látek, defoliace, hrubý domácí produkt.

Abstract

The thesis analyses trends of two environmental aspects in spatial terms of the Czech Republic and timal terms since 1993 till 2010. The two aspects are acid deposition as environmental pressure and defoliation of forest crown as environmental impact. Since one aspect is cause of the other the thesis also analyses trends of relationship between these aspects and comapares the results with the concept of decoupling of environmental pressure from economic growth. Important findings are that despite huge relative decrease of environmental pressure expressed by acid deposition the decrease of environmental impact expressed by forest crown defoliation is very low. Although decoupling ocured during the analyzed period it's not possible to say that linkage between "environmental bads" and "economic goods" was broken. The thesis reveals factors that had influence on these findings. The thesis also compares particular concepts of decoupling being used and provides author's input on which of these concepts suits the best analyzing the breakage of the links between environmental pressure from economic growth in all of its aspects.

Key words: sustainable development, sustainability, decoupling of environmental pressure from economic growth, acid deposition, defoliation, gross domestic product.

I. Úvod

Ve 20. století významně rostly materiálové a energetické vstupy do socio-ekonomického systému; vyspělé státy si proto v rámci snahy o dosažení udržitelnosti položily za cíl zlomit vzájemnou závislost mezi zátěží životního prostředí a ekonomickým růstem. Tento jev – osvobození ekonomického růstu od rostoucí zátěže životního prostředí – se nazývá decoupling (z anglického „decoupling of environmental pressure from economic growth“), a byl přijat jako základní kámen do všech významných politických doktrín; ve vyspělých státech pak na základě přijatých opatření k decouplingu v různé míře docházelo. Tato vzájemná vazba, respektive její rozlomení, však nevypadá stejně, vezmeme-li a s ekonomickým růstem porovnáme indikátory z různých částí kauzálního rámce DPSIR (DPSIR je zkratka odvozená z anglických výrazů pro jednotlivé kategorie modelu „hnací síly – zátěž – stav – dopad – odezva“, tedy „Driving forces – Pressure – State – Impact – Respons“).

Předložená práce se v širším rámci zabývá vzájemným vztahem ekonomického růstu a kvalitou životního prostředí, respektive vlivem ekonomického růstu na kvalitu životního prostředí. K zachycení tohoto vztahu používá indikátory obou aspektů: pro indikaci ekonomického růstu je použit nejpoužívanější indikátor hrubý domácí produkt; pro indikaci zátěže životního prostředí jsou využity indikátory množství emisí okyselujících látek do ovzduší a pro indikaci dopadů na životní prostředí používá defoliaci korun stromů. Tyto klíčové pojmy, jejich vzájemné vztahy i obecný kontext jsou popsány v teoretické části práce. Práce se opírá o rámec DPSIR vzájemné souvislosti indikátorů popisujících životní prostředí, který je také popsán v teoretické kapitole. Hlavním tématem práce je koncept decouplingu jakožto snahy o oddělení ekonomického růstu a poškozování životního prostředí, který je v teoretické části představen a posléze zkoumán a na základě konkrétních dat podrobněji ukázán a diskutován v empirické části práce.

Konkrétní data jsou v empirické části analyzována pro území České republiky a pro časové období od jejího vzniku v roce 1993 až do roku 2010, po kterém již nejsou data dostupná. V práci je použit jednak základní koncept decouplingu, jednak i rozvinutější koncept dvojího decouplingu a v závěru je diskutováno, který z těchto dvou je vhodnější pro analýzu oddělení ekonomického růstu a poškozování životního prostředí v širších souvislostech.

Použitá metodika

Práce je rešerší odborné literatury – jednak na téma decouplingu, jednak o konkrétních indikátorech a jejich vztazích. Dále sestává ze sběru, analýzy, interpretace a diskuse sebraných dat pro dané období na území ČR.

Literární rešerše sestávala ze studia obecně koncepčních textů k tématu decouplingu – odborného a také politického rázu, dále ze studia textů odborných k tematice jednotlivých indikátorů i indikátorové tematiky obecně. V rešerši bylo využíváno zdrojů jak zahraničních, tak i domácích. Zdroje byly vyhledávány buď na základě referencí vedoucího práce a ostatních odborníků, se kterými byla práce konzultována, nebo byly vyhledávány v mezinárodních databázích článků, nejčastěji přes Web of Knowledge na základě kombinace klíčových slov a relevance pro téma vlastní práce.

Odkazy na literaturu jsou v této práci uvedeny za citovanou nebo odkazovanou pasáží v závorkách a odkazují na konkrétní titul uvedený na konci práce v sekci Literatura, který je označen stejným způsobem jako citace v textu: např. (ČSÚ, 2012). Zdroje uvedené v sekci Literatura jsou řazeny dle abecedního pořádku pro snazší orientaci.

Data pro empirickou část práce byla sebrána z oficiálních publikací nebo internetových databází organizací jako Český statistický úřad, ICP Forests, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo životního prostředí, Český hydrometeorologický ústav. Data byla dále na základě rešerše analyzována, interpretována a diskutována za pomoci literatury obsažené v rešerši. Vztah vývoje indikátorů týkajících se životního prostředí byl dán do souvislosti se socio-ekonomickým indikátorem vyjadřujícím růst HDP.

Nejpřímější metodou zobrazení decouplingu environmentální zátěže od ekonomických hnacích sil je jejich společné zobrazení v grafu na časové ose se stanoveným referenčním rámcem (např. arbitrárně stanovíme hodnoty z počátečního roku jako 100% a nanášíme křivku, kterou od něj indikátory prodělaly). Z takového grafu je pak okamžitě jasné, zda k decouplingu vůbec docházelo, případně kdy k němu docházelo a k jaké z jeho forem docházelo – absolutní, či relativní (OECD, 2002: 19). Grafy a jejich podklady byly vytvořeny v programu Microsoft Excel.

Pro vyjádření číselných hodnot míry decouplingu se používá jednoduchý lomený vzorec, kde v čitateli je poměr jednotek environmentální zátěže ku hnacím silám v době počátku sledovaného období, ve jmenovateli je pak ten samý poměr jednotek environmentální zátěže ku hnacím silám z konce sledovaného období (OECD, 2002: 19). Viz Schéma 1. Pokud je výsledná hodnota míry decouplingu menší než 1, pak k decouplingu ve sledovaném období docházelo – ačkoliv z výpočtu není jasné, zda k absolutnímu, či relativnímu (OECD, 2002: 20).

Schéma 1 Vyjádření číselné hodnoty míry decouplingu

$$\text{Poměr} = \frac{(EP / DF)_{\text{konec sledovaného období}}}{(EP / DF)_{\text{počátek sledovaného období}}}$$

kde
 EP = environmentální zátěž
 (environmental pressure)
 DF = hnací síla
 (driving force)

(OECD, 2002)

Použití tohoto vzorce v práci vyžadovalo určité změny: jako hnací síla je uvažován indikátor ekonomického růstu vyjádřený hrubým domácím produktem ve stálých cenách; environmentální zátěž je vyjádřena vždy konkrétním indikátorem environmentálních dopadů a zátěže – mírou defoliace jehličnatých a listnatých stromů a emisemi okyselujících látek.

II. Teoretická část

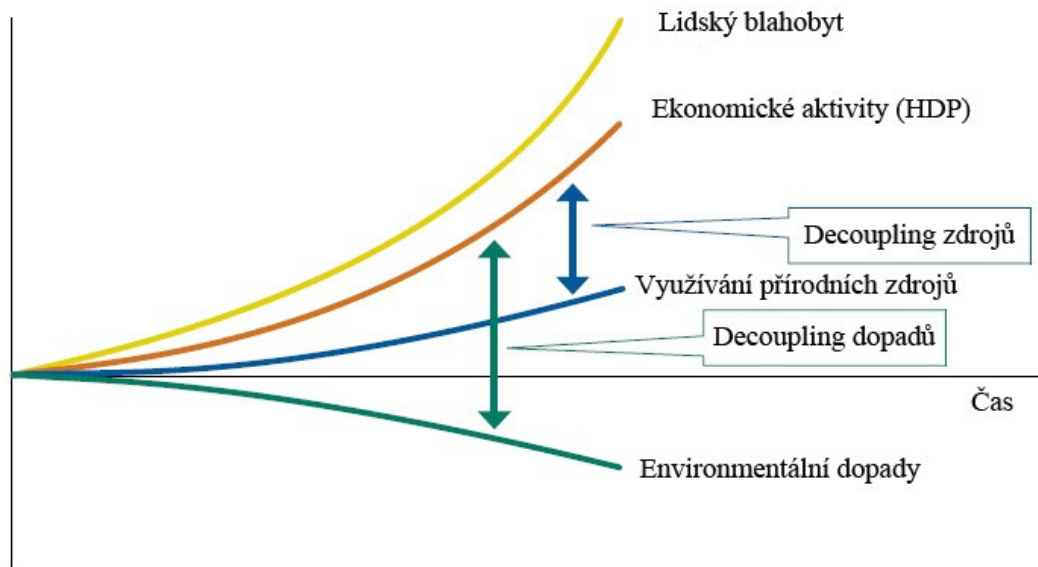
1 *Decoupling*

1.1 Vymezení termínu

Jedním z hlavních cílů Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) je dosažení udržitelného ekonomického rozvoje. Tento cíl se však dlouho nedařilo naplnit, protože ekonomický rozvoj byl pevně svázán se zhoršováním stavu životního prostředí. Zlomení této vazby se stalo jedním z hlavních úkolů členských států OECD. Organizace začala usilovat o to, aby vyspělé státy začaly zavádět kroky vedoucí k oddělení zátěže životního prostředí od ekonomického růstu – tento jev, toto oddělení „ekonomického dobra“ vyjádřeného ekonomickým růstem a „environmentálního zla“ vyjádřeného zhoršováním stavu životního prostředí, byl nazván „decoupling“ a v roce 2001 byl přijat jako jeden z hlavních cílů Environmentální strategie OECD (OECD, 2002: 4).

Zachování současných vzorců spotřeby by mohlo do roku 2050 ztrojnásobit lidské nároky na zdroje, a proto se jeví koncept decouplingu jako klíčový pro udržitelný rozvoj (UNEP, 2011: xi). Udržitelná ekonomika vyžaduje na globální úrovni absolutní snížení míry čerpání přírodních zdrojů, aby lidský blahobyt, který závisí na ekonomických aktivitách, mohl i nadále růst při současném snižování negativních dopadů na životní prostředí (UNEP, 2011: xv). Decoupling tak vlastně znamená čerpání menšího množství zdrojů na jednotku ekonomického výstupu a zároveň snižování environmentálních dopadů na zdroje, které jsou v ekonomických aktivitách užívány (UNEP, 2011: xv). Viz Schéma 2. Když si uvědomíme, že rostoucí ekonomika je hlavním cílem soudobé společnosti, jedinou možností jak snížit environmentální zátěž spojenou s ekonomickými cíly je oddělení negativních dopadů na životní prostředí od čerpání přírodních zdrojů spojené s ekonomickým růstem, tedy decoupling (EK, 2005, Annex 3).

Schéma 2 Decoupling jako cíl environmentálních strategií



Zdroj: (UNEP, 2011)

Dosáhnout decouplingu a oddělit zátěž životního prostředí od ekonomického rozvoje lze efektivnějším využíváním zdrojů, vytvářením větší ekonomické hodnoty na jednotku použitých zdrojů (Eurostat, 2011: 88). Sledováním trendů decouplingu využívání přírodních zdrojů ve výrobě se pak dá měřit pokrok směrem k udržitelnému rozvoji (OECD, 2011: 51).

1.2 Definice

Ještě před vznikem termínu decoupling byla na světové úrovni přiznána nutnost zavést politická opatření vedoucí ke změně vzorců spotřeby a výroby. V následujících pár řádcích se pokusíme shrnout tyto kořeny, ze kterých koncept decouplingu vzešel.

Počátky konceptu „decouplingu“ ještě před vznikem tohoto názvu můžeme nalézt pod pojmem „eko-efektivita“, která bylo na půdě Světové obchodní rady pro udržitelný rozvoj (WBSCD) definována jako dodávání konkurenceschopného zboží a služeb, které uspokojuje lidské potřeby a poskytuje kvalitu života za snížené zátěže

životního prostředí a sníženého nároku na přírodní zdroje během celého životního cyklu dodávaného produktu (UNEP, 2011: 4).

Pro koncept decouplingu bylo dále důležité, že Komise OSN pro ekonomiku států Latinské Ameriky a Karibiku (ECLAC) deklarovala, že udržitelného rozvoje mohou rozvojové země nejnáze dosáhnout zavedením strategie „nemateriálního ekonomického růstu“ (UNEP, 2011: 4).

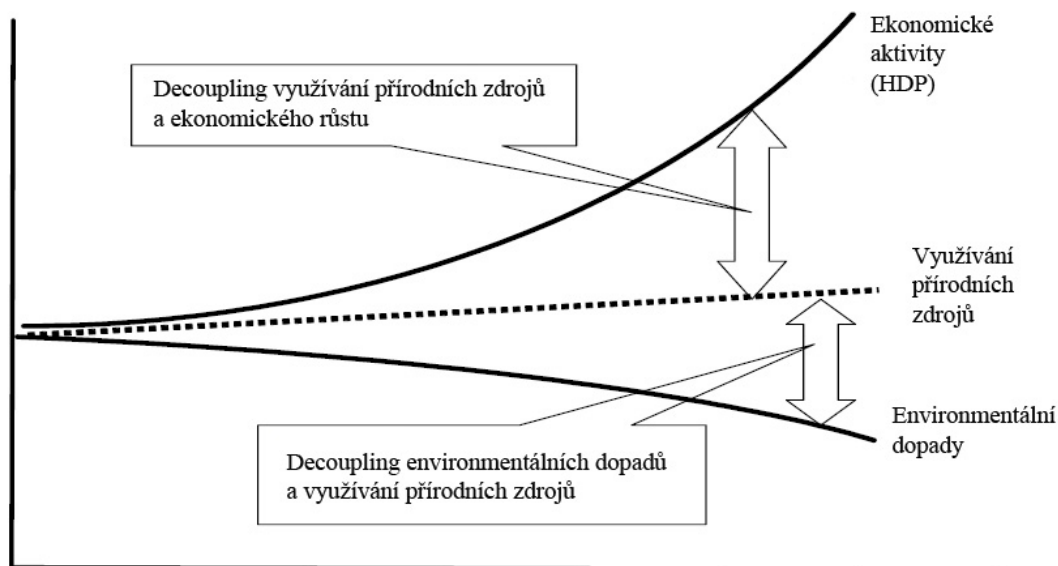
Na půdě OECD byl decoupling poprvé definován v roce 2001 jednoduše jako oddělení „environmentálního zla“ od „ekonomického dobra“ (OECD, 2002: 10). „Decoupling“ je zkratkou anglického opisného výrazu oddělení křivek zátěže životního prostředí a ekonomické výkonnosti: „decoupling of environmental pressure from economic performance“ (OECD, 2002).

Evropská unie se k prosazování konceptu decouplingu přidala v 6. Environmentálním akčním programu (6. EAP) v roce 2005 definováním Tematické strategie udržitelného využívání přírodních zdrojů, jejímž cílem je obecně prosadit čerpání přírodních zdrojů se sníženými environmentálními dopady za udržení stejné míry ekonomického rozvoje (UNEP, 2011: 4). Jak bude ukázáno dále, tato strategie je také klíčová proto, že definovala dvojí decoupling – jednak využívání zdrojů a ekonomického růstu, jednak environmentálních dopadů a ekonomického růstu (EK, 2005, Annex 3). První jmenovaný, „decoupling zdrojů“, můžeme prozatím popsat jako zvyšující se „výtežnost ze zdrojů“ (tedy snižování množství použitých zdrojů na jednotku ekonomické činnosti) a druhý jmenovaný „decoupling dopadů“ jako zvyšování „eko-efektivity“ (tedy snižování negativních environmentálních dopadů na jednotku ekonomické činnosti) (UNEP, 2011: 4). Viz Schéma 3. Za zmínku ještě stojí, že decoupling je jedním z hlavních cílů Strategie udržitelného rozvoje EU (EU SDS) v rámci klíčové výzvy „udržitelná spotřeba a výroba“ a také strategie Evropa 2020, která nahradila tzv. Lisabonskou strategii (Eurostat, 2011: 88).

Termínem **decoupling** je označován **proces oddělení křivky environmentální zátěže a ekonomického růstu** (OECD, 2002: 11). Jako cíl přijímaných politických opatření je decoupling chápán jako **snížení negativní zátěže životního prostředí** (které jsou způsobeny využíváním přírodních zdrojů) **za stálého ekonomického růstu** (EK,

2005: 5). Jinými slovy decoupling nastává, když je růstová míra environmentální zátěže menší než míra ekonomického růstu za určitý časový úsek.

Schéma 3 Decoupling zdrojů a decoupling dopadů



Zdroj: (EK, 2005)

Obecně se ve většině literatury decoupling rozděluje na relativní a absolutní. **Relativní decoupling** znamená, že **míra nárůstu negativní environmentální zátěže je nižší než míra ekonomického růstu**. Jinými slovy k relativnímu decouplingu dochází, když ekonomika roste rychleji, než se zvyšuje zátěž životního prostředí (OECD, 2002: 10). Vzájemná vazba mezi těmito činiteli tedy stále existuje, ale její elasticita je menší než 1 (Mudgal a kol., 2010). Takovýto relativní decoupling můžeme sledovat na mnoha aspektech životního prostředí (OECD, 2002: 13). V případě **absolutního decouplingu dochází k úplnému oddělení závislosti ekonomického růstu na environmentální zátěži**. K tomuto absolutnímu decouplingu však dochází zřídka, pouze v případech, kdy environmentální zátěž je stabilní nebo klesá, zatímco ekonomika roste (OECD, 2002: 10), neboli když „výtěžnost ze zdrojů“ převyšuje míru ekonomického růstu (Steger a Bleischwitz, 2009).

1.3 Problematické body

Koncept decouplingu je pro politické účely přitažlivý svou jednoduchostí, na druhou stranu má několik nedostatků, které se pokusíme shrnout v následující podkapitole.

Obecně se indikátory decouplingu stejně jako každé jiné indikátory zaměřují pouze na určitou část skutečnosti a vyzdvihují jen některé aspekty, zatímco jiné ponechávají bez povšimnutí (OECD, 2002: 5). To je zcela přirozený efekt tvorby vědeckého poznání – je třeba jej ale zmiňovat, neboť účelem koncepce decouplingu je jakási základna pro politické rozhodování, a to, že decoupling vyzdvihuje některé aspekty skutečnosti, může ovlivňovat podobu přijímaných politických opatření.

Jednoduchost konceptu může být také někdy zavádějící, protože do jeho sdělení se také promítají změny v ekonomice, které nemusí být příjemci sdělení zohledněny. Pokud například ekonomika roste velmi rychle, relativní decoupling není možné zcela považovat za úspěch, protože zátěž životního prostředí stále roste. A opačně ani decoupling absolutní, když nastane při ekonomické recesi, není možné považovat za ukazatel pozitivní, protože prostě jenom ve sledovaném období nedocházelo k ekonomickému růstu (OECD, 2002: 17).

Nejen sdělení, ale i koncept decouplingu je třeba nadále vylepšovat. Jako předpoklad pro správné uchopení konceptu je třeba pokračovat ve vyplňování mezer v dostupnosti některých dat (OECD, 2002: 4). Pro některé jiné oblasti je naopak k dispozici dat dostatek, avšak nejsou pro ně vytvořeny indikátory, které by se dalo využít z pohledu decouplingového přístupu (OECD, 2002: 20). Vedle mezer v dostupnosti některých dat je třeba také zmínit nedostatečné vědecké poznání v některých oblastech. Pochopení vazeb uvnitř ekologických systémů stále není úplné. Těžké je zejména odhadovat meze, za kterými se už systém nedokáže s environmentální zátěží vypořádat, a dojde k jeho nevratnému poškození (OECD, 2002: 20). Celkově vzato je obtížné analyzovat vztahy mezi hnacími silami a environmentální zátěží. Každá hnací síla způsobuje různorodou zátěž životního prostředí (kterou lze měřit různými indikátory) a naopak většina environmentální zátěže je způsobena více než jen jednou hnací silou. Oboje je navíc ovlivňováno společenskými odezvami (OECD, 2002: 17). Také proto jsme v práci zvolili indikátory, mezi kterými je prokázáný silný vliv.

V konceptu decouplingu zcela chybí zohlednění schopnosti prostředí se s environmentální zátěží vyrovnat – a to buď odolat emisím, či je dokonce asimilovat a využít. Třeba v případě čerpání obnovitelných zdrojů nestačí informace o tom, jaké množství je čerpáno, ale také je důležité, jestli je míra čerpání nižší nebo srovnatelná s mírou obnovy zdroje (OECD, 2002: 5). Tyto informace se z indikátorů decouplingu nedozvíme.

Slabinou decouplingového přístupu je dále to, že neobsahuje údaje o cenách zdrojů. Přitom cena je důležitým faktorem, který ovlivňuje využívání zdrojů a s tím spojenou environmentální zátěž. Faktor ceny je zohledněn pouze částečně v rámci DPSIR, při vyhodnocování politické odezvy (OECD, 2002: 17).

Další nevýhodou je, že pokud analyzujeme indikátory na úrovni jednotlivých států, nejsme schopni do nich započítat přeshraniční toky např. emisí znečišťujících látek do ovzduší, ale také třeba důsledky mezinárodního obchodu a tak dále (OECD, 2002: 5).

Při přijímání politických opatření může být ještě problémem určit, zda je u konkrétní environmentální zátěže cílem dosáhnout pouze relativního, nebo absolutního decouplingu. Tyto otázky jsou vázány na problematiku mezí – např. na jakou mez je třeba snížit konkrétní environmentální zátěž či do jakého stropu je možné nechat ji růst a s opatřením vyčkat. Zde pak pomáhá stanovení vědecky podložených cílů pomocných: třeba pro znečišťování životního prostředí bývají stanoveny standardy kvality životního prostředí a/nebo kvantitativně vyjádřené emisní limity, které nesmí být překračovány. Na úrovni národní i mezinárodní se pak stanovují cíle pro snižování vypouštění škodlivých látek do prostředí (OECD, 2002: 19).

1.4 Dvojitý decoupling

Decoupling je možné rozdělit na dva fenomény: decoupling využívání zdrojů a ekonomické aktivity, a decoupling environmentálních dopadů a využívání zdrojů. Viz Schéma 3. První jmenovaný je ve vyspělých státech zcela běžným jevem v závislosti na tom, jak je ekonomická aktivita přesouvána směrem od průmyslu do sektoru služeb. Druhý jmenovaný souvisí s využíváním efektivnějších a environmentálně šetrnějších

postupů v ekonomických aktivitách – v podstatě dochází ke zvyšování eko-efektivity, která s decouplingem úzce souvisí (EK, 2005).

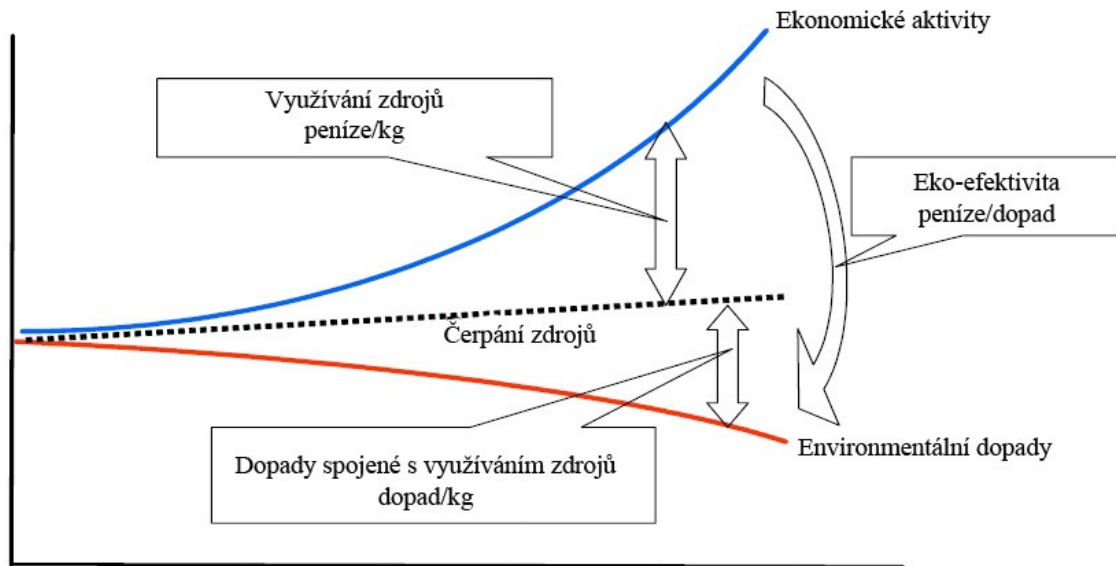
Dosažení „decouplingu zdrojů“ je snahou dosáhnout co největší výtěžnosti ze zdrojů. V podstatě se jedná o snížení míry čerpání primárních zdrojů na jednotku ekonomické aktivity (EK, 2005). Dá se také označit jako „dematerializace“ ekonomiky, čímž je míněno, že na jednotku ekonomického výstupu bude stručně řečeno spotřebovááno méně zdrojů (materiálu, energie, ale třeba i plochy atd.). Decoupling zdrojů tedy usiluje o zvýšení efektivity využívání zdrojů. Vyjadřuje se jako poměr ekonomického výstupu (většinou vyjádřeného hrubým domácím produktem) ku vstupu zdrojů. Po stanovení vhodných indikátorů je možné jej přesně měřit na různých úrovních: pro národní ekonomiku, pro konkrétní průmyslové odvětví nebo dokonce i pro určitý ekonomický proces (UNEP, 2011: 4).

„Decoupling dopadů“ je zase snahou minimalizovat dopady na životní prostředí na jednotku ekonomického výstupu (EK, 2005). Nebo lépe řečeno k decouplingu dopadů dochází tehdy, když se u ekonomických aktivit environmentální dopady snižují, zatímco ekonomická přidaná hodnota stoupá. Pro výpočet těchto dopadů se používají různé metody, za zmínku stojí především posuzování životního cyklu (LCA – life cycle analysis) (UNEP, 2011: 5).

Toto dělení decouplingu (Schémata 2 a 3) se používá spíše pro stanovení politických cílů, každý aspekt decouplingu nabývá totiž na důležitosti v jiných situacích: o dosažení decouplingu zdrojů je zejména důležité usilovat v případech, kdy jsou čerpány vzácné zdroje, jejichž úplné vyčerpání by mohlo zpomalit rozvoj lidské společnosti (např. ropa), zatímco decoupling dopadů je zejména důležitý v případech významného ohrožení stavu ekosystémů nebo lidského zdraví (většinou se jedná o emise toxických látek apod.) (UNEP, 2011: 6). Společně se pak oba fenomény podílí na dosažení cíle snížení environmentálních dopadů při rostoucí ekonomice, tedy na zvýšení eko-efektivity (EK, 2005). Viz Schéma 4.

Dosahování decouplingu tak můžeme měřit třemi typy indikátorů: buď sledovaný problém rozložit na využívání zdrojů („resource productivity“) a dopady spojené s využíváním zdrojů („resource specific impact“), nebo jej hodnotit jako celek dosahování eko-efektivity („eco-efficiency“). Viz Schéma 4.

Schéma 4 Dvojitý decoupling



Zdroj: (EK, 2005)

Všechny tyto tři indikátory měří to, zda dochází k decouplingu, a v jaké míře (EK, 2005). Indikátor využívání zdrojů měří ekonomickou produktivitu ku množství zdrojů spotřebovaných na její vytvoření (vyjadřuje decoupling využívání zdrojů a ekonomického růstu). Převrácená hodnota tohoto indikátoru (množství materiálu ku ekonomické produktivitě) se nazývá materiálová náročnost ekonomiky, a pokud dojde ke snížení této materiálové náročnosti, dochází k tzv. dematerializaci. Druhý jmenovaný, indikátor dopadů (vyjadřuje decoupling environmentálních dopadů a využívání zdrojů), měří množství environmentálních dopadů v celém životním cyklu ku množství použitých zdrojů v nějaké ekonomické aktivitě. Indikátor eko-efektivity pak oba dva předchozí spojuje, měří poměr využívání zdrojů ku dopadům (vyjadřuje decoupling environmentálních dopadů a ekonomického růstu) (EK, 2005). Viz Schéma 5.

Schéma 5 Eko-efektivita

$$\text{Eko-efektivita (peníze/dopad)} = \frac{\text{Využívání zdrojů (peníze/kg)}}{\text{Dopady spojené s využíváním zdrojů (dopad/kg)}}$$

Zdroj: (EK, 2005)

Jak je z předchozího textu patrné, koncept dvojího decouplingu představený v této podkapitole byl primárně vyvinut pro spotřebu zdrojů. V této práci bude dvojitý decoupling použit trochu odlišným způsobem, kdy spotřeba zdrojů bude nahrazena zátěží životního prostředí vyjádřenou emisemi okyselujících látek. Druhý aspekt konceptu dvojího decouplingu, environmentální dopady, bude sledován na jevu defoliace korun stromů. Tyto jevy byly vybrány proto, že je mezi nimi zřejmá kauzální souvislost a současně dostupná data jak pro indikátory zátěže, tak dopadů.

Předložená práce je tak aplikací teoretického konceptu dvojího decouplingu na konkrétní problematiku vztahu zátěže životního prostředí a dopadů na životní prostředí.

2 *Indikátory*

2.1 **Vymezení termínu**

Jak již bylo zmíněno výše, tato práce stojí na indikátorovém přístupu. V této podkapitole je proto shrnuto, co jsou indikátory a jak se dají využívat.

Indikátory jsou obecně ukazatele, jakési nástroje, které pomáhají analyzovat a interpretovat data. S ohledem na téma práce se jedná o interpretaci a zprostředkování dat, která určitým způsobem mapují životní prostředí.

Environmentální indikátory jsou výsledkem dlouhodobé snahy o srozumitelné zprostředkování informací o životním prostředí. Tyto indikátory mohou být využívané širokým spektrem lidí, kteří se zajímají o stav životního prostředí, tedy například politiky, zaměstnanci nevládních organizací, ale i širší veřejností. Environmentální indikátory byly vyvinuty proto, aby informovaly o stavu životního prostředí, měřily výkonnost životního prostředí (tj. schopnost prostředí poskytovat statky a služby) a informovaly o pokroku, který byl státem či větším nadstátním celkem učiněn směrem k udržitelnému rozvoji (OECD, 2003: 4). Jejich funkcí je v podstatě snížit množství měření a započítávání parametrů, které by bylo třeba k přesnému vyjádření daného stavu životního prostředí, a zjednodušit a učinit srozumitelnějšími tyto informace, aby byly snáze komunikovatelné svým příjemcům (OECD, 2003: 5).

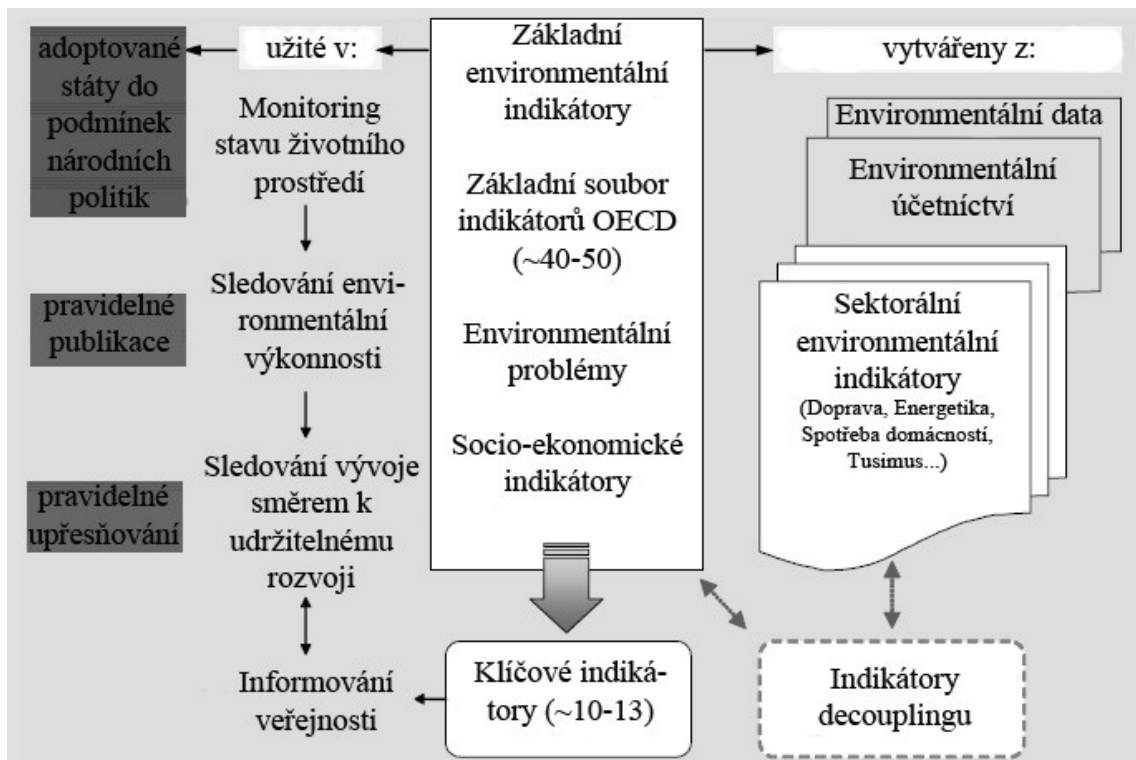
Environmentální indikátor je tedy parametrem (nebo hodnotou odvozenou z těchto parametrů), který poskytuje informace o stavu životního prostředí (nebo některého z jeho aspektů), s významem přesahujícím hodnotu spojenou pouze s hodnotou tohoto naměřeného parametru (OECD, 2003: 5). Jinými slovy **environmentální indikátor je ukazatelem stavu životního prostředí** nebo některého z jeho aspektů, **kteřý svou informační hodnotou převyšuje** informační hodnotu, kterou by mělo **sdělení naměřené hodnoty** nějaké fyzikální veličiny svázané s aspektem životního prostředí. Jako příklad zde může posloužit indikátor sledovaný v této práci: defoliace jako dopad na životní prostředí je vyjádřena kategorizací stromů do pěti skupin podle stupně poškození stromových korun – čtenáři tak poskytuje pouze informace, kolik procent stromů je zastoupeno v jednotlivých skupinách. Indikátor míry defoliace, který vyjadřuje poměr poškozených stromů vůči všem stromům, má vyšší

informační hodnotu a dává čtenáři možnost rychleji se zorientovat v tom, jaký je celkový stav lesních porostů z hlediska defoliace.

Každý environmentální indikátor by měl splňovat dvě obecná zásadní kritéria: měl by dávat možnost dostatečně sledovat a hodnotit nějaký aspekt stavu životního prostředí a trendy vývoje tohoto stavu; měl by také dávat možnost průběžně vyhodnocovat, nakolik se stavy a trendy aspektu životního prostředí blíží nebo naopak vzdalují některému ze stanovených národních či nadnárodních cílů (OECD, 2003: 4). Environmentální indikátory byly vytvořeny nejen proto, aby poskytovaly informace o stavu životního prostředí, ale aby také na politické úrovni umožňovaly stanovení (environmentálních) cílů a plánování opatření, která k těmto cílům mají vést, a mohly měřit míru úspěšnosti naplňování těchto cílů a poskytnout základnu pro mezinárodní srovnávání rozvoje směrem k udržitelnosti. Proto mezi kritéria výběru indikátorů patří politická relevance a použitelnost indikátorů v praxi, analytická spolehlivost a měřitelnost (OECD, 2003: 5).

Decoupling zátěže životního prostředí a ekonomického růstu se měří pomocí **indikátorů decouplingu**, což jsou složené indikátory, u kterých je určitá **environmentální proměnná čitatelem** a **ekonomická proměnná** (nejčastěji bývá vyjádřena hrubým domácím produktem) **jmenovatelem**. Tyto indikátory mají v rámci rozdělení indikátorů podle OECD vlastní kategorii (OECD, 2003: 6), nicméně jsou běžně používány v kombinaci s indikátory z ostatních kategorií, ze kterých jsou také odvozeny (především ze základních a sektorálních kategorií indikátorů a ze systému environmentálního účetnictví). Viz Schéma 6. Spolu s indikátory z ostatních kategorií jsou hodnotným nástrojem pro posouzení toho, zda jsou státní či nadstátní útvary na dobré cestě k udržitelnému rozvoji, či nikoli (OECD, 2003: 6). Indikátory decouplingu popisují vztah mezi určitou environmentální zátěží a určitou hnací silou (tyto pojmy vychází z rámce DPSIR vysvětleného v následující podkapitole). Indikátory decouplingu se také často používají v konceptech eko-efektivity (OECD, 2002: 16).

Schéma 6 Rozdělení indikátorů podle OECD



Zdroj: (OECD, 2003)

Primárním účelem indikátorů decouplingu je mapovat změny vzájemných vztahů mezi environmentální zátěží a hnacími silami v čase pro jednotlivé státy (OECD, 2002: 16). Při srovnávání jednotlivých států na základě indikátorů decouplingu je však vždy třeba zohlednit státní specifika: např. velikost, hustotu obyvatelstva, energetickou politiku, ekonomickou strukturu a míru ekonomického rozvoje (OECD, 2002: 17). Jelikož by analýzy těchto faktorů musely být velmi obsáhlé, jednotlivá srovnání, která zde uvádím (třeba celoevropský kontext), jsou vždy citována z uvedené literatury a nebyla předmětem této práce. Proto jsme také zvolili jako předmět zkoumání pouze jeden stát, Českou republiku.

2.2 Rámec DPSIR

Pro téma práce je kritické rozdělení indikátorů do funkčního rámce DPSIR, který vzniknul kategorizací jednotlivých indikátorů pro potřeby Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) a Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD).

Indikátory týkající se životního prostředí zachycují různé environmentální aspekty: některé se zabývají množstvím vypouštěných škodlivin, jiné se zabývají množstvím škodlivin ve složkách životního prostředí, jiné jsou orientovány na dopady, které lidská činnost na životní prostředí má, a tak dále. Ve většině literatury jsou proto indikátory odlišovány podle příslušnosti do kategorií kauzálního rámce DPSIR. DPSIR je zkratka odvozená z anglických výrazů pro jednotlivé kategorie modelu „hnací síly – zátěž – stav – dopad – odezva“ (Driving forces – Pressure – State – Impact – Response). Mezi jednotlivými kategoriemi existují přímé vazby (hnací síla – např. doprava – způsobuje zátěž – emise, které způsobují snižování kvality ovzduší – stav, což působí negativně na lidské zdraví – dopad, který může vyvolat politické opatření snižující množství dopravy – odezva) a celý rámec vystupuje jako uzavřený cyklus. Viz Schéma 7. Rámec DPSIR se vyvinul z jednoduššího rámce PSR „zátěž – stav – odezva“ (anglicky Pressure – State – Response), který byl využíván dříve (OECD, 2002: 10).

Schéma 7 Rámec DPSIR



Zdroj: (EEA, 2000)

Kategorizace indikátorů na základě tohoto modelu usnadňuje jejich pochopení a obecně práci s nimi. Rámec DPSIR vyjadřuje vztah příčina – důsledek mezi různými lidskými aktivitami a jevy v životním prostředí. Tím upozorňuje na to, jak jsou různé

environmentální a ekonomické problémy propojeny a usnadňuje pochopení těchto jevů politickým představitelům a široké veřejnosti (OECD, 2003: 21). Indikátory decouplingu jsou s rámcem přímo spjaty: jsou vytvořeny tak, aby popisovaly vzájemné vztahy mezi jednotlivými kategoriemi (OECD, 2003: 13).

Z hlediska vyjadřování decouplingu jsou politicky nejrelevantnější indikátory z kategorií hnacích sil (D) a zátěže životního prostředí (P). Pro účely některých zpráv se ještě někdy používají indikátory zachycující stav životního prostředí (S) (EEA, 2000).

Použití pro účely decouplingu indikátor zátěže životního prostředí (P) je tedy běžnou praxí. Avšak to, že jsme se rozhodli pro účely decouplingu použít indikátor dopadu na životní prostředí (I), tolik obvyklé není. Učinili jsme tak zejména z toho důvodu, že se v případě emisí okyselujících látek (P) a defoliace (I) jedná o jeden z mála fenoménů, mezi kterými je prokazatelná kauzální souvislost, a současně jsou pro oba jevy dostupná data. Využití indikátoru dopadů je také nezbytné pro testování dvojího decouplingu, což je jeden z hlavních cílů této práce.

2.3 Indikátor zátěže životního prostředí

Jako indikátor zátěže životního prostředí jsme zvolili emise okyselujících látek. Emise okyselujících látek mají na životní prostředí řadu negativních dopadů, jedním z nich je i defoliace korun stromů, kterou jsme vybrali jako indikátor environmentálních dopadů. V této podkapitole je popsán kontext, ve kterém k okyselování prostředí dochází, dále je představen indikátor zátěže a krátce shrnuty trendy vývoje zátěže v minulosti, a to v České republice i v celoevropském měřítku. Podrobnější analýza trendů na území České republiky ve sledovaném období je uvedena v příslušné podkapitole.

Emise okyselujících látek vznikají (s výjimkou amoniaku) spalovacími procesy zejména z fosilních paliv a souvisí tak se strukturou průmyslové výroby, intenzitou dopravy a výroby energie a úspěšností zavádění opatření pro snížení znečištění ovzduší. Emise amoniaku, pocházející z velké části ze zemědělství, jsou jedním z parametrů zátěže, kterou působí zemědělská výroba na životní prostředí. V důsledku restrukturalizace ekonomiky a zavedení opatření na ochranu ovzduší celkové emise v České republice poklesly v porovnání s úrovní v roce 1990 o téměř 79 %. Přesto patří

acidifikace (okyselování) prostředí stále mezi hlavní problémy životního prostředí. Acidifikující látky zvyšují kyselost vody a půdy, v důsledku čehož jsou nepříznivě ovlivněny vodní ekosystémy (pokles biodiverzity) a lesní porosty (narušení toku živin, poškození kořenových systémů, přímý vliv těchto látek z ovzduší). Úbytek lesních porostů může ve svém důsledku vést i k narušení odtokového režimu a ke zvýšené erozi. Obnovení poškozených půdních i vodních ekosystémů je složité a dlouhodobé. (Cenia E1, 2012)

Indikátor emisí okyselujících látek je založen na agregovaných emisích SO₂, NO_x a NH₃ přepočítaných (podle metodiky používané v EEA) **na ekvivalent kyselosti** (někdy je také používáno „**ekvivalent okyselení**“). Indikátor vyjadřuje celkové (agregované) emise okyselujících látek vycházejících z emisní bilance ČHMÚ. Jedná se o celkové roční národní emise znečišťujících látek, které mají nejvýznamnější potenciál pro acidifikaci: oxidy dusíku (NO_x), amoniak (NH₃) a oxid siřičitý (SO₂). Hodnota agregované emise okyselujících látek se získá součtem celkových ročních emisí jednotlivých látek v tunách násobených jejich faktorem potenciálu acidifikace (acid equivalent). Faktory potenciálu acidifikace jsou pro uvedené znečišťující látky následující: pro NO_x = 0,02174; pro SO₂ = 0,03125 a pro NH₃ = 0,05882. Indikátor, kromě souhrnných hodnot emisí vyjádřených v kt.rok⁻¹ (ekvivalent kyselosti), podává informaci o produkci emisí okyselujících látek z jednotlivých zdrojů, podílu jednotlivých látek na celkových emisích okyselujících látek a plnění legislativních závazků (národních emisních stropů) (Cenia E1, 2012).

Oxidy dusíku NO_x, oxid siřičitý SO₂ a amoniak NH₃ jsou látky, které mají největší vliv na okyselování prostředí (půdní a vodní ekosystémy). Na emisích okyselujících látek (na základě dat z roku 2009) se oxid siřičitý a oxidy dusíku podílejí téměř stejně (35,8 % a 35,6 %). Zbývající část (28,6 %) připadá na NH₃ (Zpráva o ŽP, 2009: 20).

Hlavními zdroji emisí okyselujících látek (na základě dat z roku 2008) je veřejná energetika (přes 33 % celkových emisí okyselujících látek, tj. 5,37 kt.rok⁻¹ v ekvivalentu okyselení), zpracování mrvy (přes 28 %, tj. 4,52 kt.rok⁻¹) a doprava (přes 12 %, tj. 2,03 kt.rok⁻¹). Oproti roku 2000 nedošlo ve struktuře zdrojů k žádné významné změně (Zpráva o ŽP, 2009: 21). S výraznějším poklesem emisí SO₂ (téměř o 90 % oproti roku 1990) narůstá význam NO_x (pokles o necelých 50 %), jejichž hlavním zdrojem je

energetika (výroba elektřiny a tepla) a silniční doprava, jejíž výkon stoupá. Kritické zátěže pro nutriční dusík jsou překračovány na 2/3 území lesních ekosystémů v ČR. K roku 2020 budou proto stanoveny nové, mnohem přísnější, emisní limity těchto látek (Cenia E1, 2012).

Silná pozitivní korelace je dokázána na základě analýzy dlouhých časových řad dat mezi emisemi SO₂ a koncentracemi sulfátů ve srážkách. Při snížení emisí SO₂ dochází ke snížení koncentrace sulfátů ve srážkách v oblasti původu emisí. Půda okyselená srážkami se zvýšeným obsahem sulfátů má sníženou schopnost neutralizovat kyselé prostředí a vegetace v ní má zhoršené podmínky. Léta vystavení soustavnému okyselování tak činí ekosystémy náchylnějšími k dalšímu okyselování (Driscoll a kol., 2003: 328). Vystavení kyselým depozicím má za výsledek akumulaci síry a dusíku v lesní půdě. Jak se sloučeniny síry uvolňují z půdy, okyselují povrchovou vodu a celý proces tak pokračuje a způsobuje zpoždění mezi snížením množství emisí okyselujících látek a snížením efektu okyselení (Driscoll a kol., 2003: 330).

Výskyt okyselujících látek v atmosféře je hlavní příčinou okyselení půd v evropském měřítku. Míra okyselování půd stoupala až do roku 1990. Podle modelů z roku 2009 bude postupně docházet k zotavení půd z této nadměrné acidifikace až do roku 2030 (ICP, 2009: 9). Znečištění ovzduší okyselujícími látkami tak poškozuje lesní ekosystémy (ICP, 2009).

Hlavním důvodem defoliace je tedy znečištění ovzduší. Existují rovněž jasné vzájemné vztahy mezi chemickou povahou lesních půd a depozicemi okyselujících látek a těžkých kovů. (Situační zpráva, 2009: 91) Emise okyselujících látek jsou proto sledovány v souvislosti s tzv. atmosférickou depozicí oxidů síry a oxidů dusíku, což je způsob, jakým přecházejí okyselující látky do prostředí. Z atmosféry se na zemský povrch dostávají okyselující látky dvěma mechanismy. Prvním je vlastní kyselý déšť, správněji „mokrý depozice“, druhým je takzvaná „suchá depozice“. Ta se uplatňuje v oblastech s vysokými koncentracemi SO₂ a NO_x v ovzduší (tj. průměrné roční koncentrace vyšší než 3-5 mg/m³). Mechanismus suché depozice je zhruba následující: plyny a aerosol z atmosféry se sorbují na povrch vegetace, kde oxidují na kyseliny, které jsou při nejbližším dešti opláchnuty do půdy. (Acidifikace, 2001: 85)

Podkladem pro národní emisní bilanci České republiky, ze které je posléze vypočten indikátor emisí okyselujících látek, je Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO), který je od r. 1980 metodicky vedený a od r. 1993 provozovaný (včetně archivních dat od r. 1980) Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Zdroje znečišťování ovzduší jsou v databázi REZZO evidovány v souladu s platnou legislativou v jednotlivých kategoriích – zvláště velké a velké, střední, malé a mobilní zdroje. Jednotlivé soustavy databází REZZO se neliší pouze typem a počtem zdrojů, ale zejména způsobem sběru a pořizování dat. Aktualizace ročních emisních údajů bodově sledovaných zdrojů (zvláště velké, velké a střední zdroje) je prováděna z údajů Souhrnné provozní evidence předaných provozovateli zvláště velkých a velkých zdrojů České inspekci životního prostředí (ČIŽP) a provozovateli středních zdrojů úřadům obcí s rozšířenou působností. Aktualizace plošně a liniově sledovaných zdrojů (malé a mobilní zdroje) je prováděna na základě meziročního vývoje příslušných socioekonomických ukazatelů. V rámci emisní části Integrovaného systému kvality ovzduší (ISKO) je zajišťována archivace ročních ohlašovaných a vypočtených emisních údajů a doprovodných technických údajů asi z 3700 zvláště velkých a velkých zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO 1) a více než 30 000 středních zdrojů (REZZO 2), údajů o emisích a palivové skladbě malých zdrojů na úrovni jednotlivých obcí a městských částí (REZZO 3) a údajů o emisích mobilních zdrojů (REZZO 4), včetně datového servisu (Statistická ročenka, 2009: 147).

Pro zpracování emisní bilance hlavních znečišťujících látek zvláště velkých, velkých a středních zdrojů jsou využívány výhradně údaje ohlášené provozovateli zdrojů. Pro emisní bilanci malých spalovacích zdrojů (vytápění bytů) je používána metodika zpracování údajů ze Sčítání lidu, domů a bytů (SLDB), jejímž výstupem jsou údaje o spotřebě základních druhů paliv spalovaných v domácnostech. Tyto údaje jsou každoročně aktualizovány ve spolupráci s regionálními dodavateli paliv a energií. Celková bilance malých zdrojů nezahrnuje údaje o emisích drobných provozoven, evidovaných, popř. zpoplatňovaných obecními a městskými úřady. Pro emisní bilanci NH₃ z chovů hospodářských zvířat je používána kombinovaná metodika spojující zpracování ohlášených údajů s výpočtem emisí pomocí emisních faktorů a vykázaných provozních nebo statistických údajů (např. spotřeby paliv, výroby, počty hospodářských zvířat). Výpočet emisní bilance mobilních zdrojů pro dopravu osob a přepravu zboží

zajišťují pracovníci CDV Brno podle metodiky stanovení emisí znečišťujících látek z dopravy, výpočet emisí z dalších mobilních zdrojů (zemědělské, lesní a stavební stroje, vozidla armády apod.) je prováděn s využitím údajů o spotřebě pohonných hmot a emisních faktorů. Měrné emise jsou emise znečišťujících látek za určité časové období, připadající na jednotku plochy území (Statistická ročenka, 2009: 148).

Stanovení množství depozice acidifikujících látek se provádí měřením koncentrací látek v dešťových a sněhových srážkách. Depozice jsou monitorovány na volné ploše v blízkosti monitorovací plochy (bulk) a pod porostem (throughfall). V bukových porostech je navíc sledován stok po kmeni (stemflow), který významně přispívá k depozici látek do porostu. **Celková „mokrá“ depozice acidifikujících látek se vypočítá jako součin koncentrace látek ve srážkové vodě a celkového množství srážek** v daném měsíci. Jako měřicí zařízení pro sledování depozic pod porostem se používají v letním období polyetylenová koryta, v zimním období sněhoměry. V bukových porostech je instalováno zařízení pro sběr vody stékající po kmenech vybraných stromů. Také na volných plochách jsou v letním období umístěny záchytné nádoby na srážky a v zimním období sněhoměry. Vzorky srážkové vody se odebírají v desetidenním intervalu a v pravidelných intervalech jsou vyhodnocovány laboratořemi Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti a upravovány k analýze dle metodiky ICP Forests (Futmon, 2010: 8).

Vedle depozic se také sleduje přímo chemismus půdního roztoku. Monitoring chemického složení půdního roztoku probíhá v současné době na jedenácti plochách zahrnutých do projektu Fut-Mon (dříve ICP Forests/Forest Focus). K odběrům slouží lyzimetry, které zachycují gravitační vodu ve dvou hloubkách, pod horizontem nadložního humusu a v minerální půdě v hloubce 30 cm. Voda je sváděna do zásobních nádob, umístěných v zemní sondě. Na vybraných plochách jsou lyzimetry umístěny ve třech opakováních, což slouží ke sledování prostorové variability půdní vody porostu, případně jsou také ve stejných hloubkách jako gravitační lyzimetry instalovány sukční tenzometry, které odebírají kapilární půdní vodu. Vzorky se odebírají třikrát měsíčně zároveň s odběrem vzorků srážek. Analyzují se v laboratořích Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti (Futmon, 2010: 8).

Samotné množství emisí za rok a depozice okyselujících látek však nejsou plnohodnotnou informací k posouzení vlivu okyselujících látek na lesní ekosystémy: je třeba zohledňovat také kritické emisní zatížení, což je emisní mez, jejíž překročení může způsobit poškození ekosystému (ICP, 2009: 9). O kritické zátěži hovoříme, pokud je do systému dodáváno větší množství prvků, než je systém schopen asimilovat. Lépe řečeno se jedná o nejvyšší dávku znečišťující látky, která ještě nezpůsobí chemické změny vedoucí k dlouhotrvajícím škodlivým účinkům na strukturu a funkci ekosystému (Acidifikace, 2001: 54). Překročení kritických zátěží se vypočte jako rozdíl mezi aktuální depozicí síry nebo dusíku a vypočtenou kritickou zátěží. Pokud je aktuální depozice vyšší, je kritická zátěž překročena a je nutno provést kroky k jejímu snížení. Pokud je aktuální depozice nižší než hodnoty kritické zátěže, ekosystém by neměl být dlouhodobě poškozován depozicí síry nebo dusíku (Acidifikace, 2001: 55). Kritické překračování emisí okyselujících látek má vazbu na defoliaci lesních porostů (ICP, 2009).

Zatímco v případě emisí sloučenin síry bylo toto kritické překračování emisních limitů od roku 1990 na evropském území výrazně sníženo (v současnosti už na 75% sledovaných území nedochází k překračování těchto limitů), v případě emisí sloučenin dusíku došlo k nárůstu míst, kde dochází ke kritickému překračování emisních limitů na 65% sledovaných území – zejména ve střední Evropě (ICP, 2009: 9).

Pro analyzování emisí okyselujících látek je důležité vzít v potaz, že až do roku 2008 nebyly do emisní bilance indikátoru okyselujících látek započítávány emise NH_3 z použití dusíkatých hnojiv v zemědělství. V důsledku tohoto došlo k navýšení emisí NH_3 , celkových emisí okyselujících látek a snížení poklesů emisí v období let 1990-2008 a 2000-2008 v porovnání s hodnocením ve Zprávě o životním prostředí ČR 2008 (Zpráva o ŽP, 2009: 20). Výpočet emisí NH_3 z chovu hospodářských zvířat je od r. 2003 prováděn s využitím nových emisních faktorů (nařízení vlády č. 353/2002 Sb.) a upravené metodiky zjišťování statistických údajů (zahrnující např. chovy králíků). Emise NH_3 nevykazované zvláště velkými, velkými a středními zdroji (tj. menší chovy hospodářských zvířat a plošné emise z manipulací a aplikací hnojiv a exkrementů zvířat) jsou dopočítány pomocí statistických údajů a emisních faktorů a vykázané jako malé zdroje (Statistická ročenka, 2009: 155).

Roční emise síry klesly na celoevropské úrovni oproti roku 1981 o 70%. Mezi lety 2001 a 2006 pak zhruba o 20%. Depozice síry je obecně vyšší ve střední Evropě než v Evropě severní, nebo jižní. Od roku 2001 se depozice dusíku nijak výrazně nezměnila (ICP, 2009: 8). Také v České republice emise okyselujících látek do ovzduší (SO_2 , NO_x a NH_3) stále klesají. Na počátku 90. let mělo největší vliv odsíření velkých zdrojů SO_2 , které bylo dokončeno v roce 1999, což vedlo ke snížení celkových emisí síry na úroveň 10% začátku 90. let (Acidifikace, 2001: 6). Na počátku dvacátého prvního století se stala nejvýznamnějším zdrojem emisí NO_x doprava. Nejsilněji zasaženými oblastmi emisemi sloučenin dusíku jsou tak okolí větších městských aglomerací (Acidifikace, 2001: 7). Po roce 1999 byly vyčerpány meze dalšího dramatického snižování emisí obou těchto polutantů, jakého bylo dosaženo v 90. letech, a tyto emise tak spíše stagnují (Acidifikace, 2001: 6). V současnosti je pokles emisí okyselujících látek výsledkem poklesu výroby elektrické energie v uhelných elektrárnách, poklesu průmyslové produkce a pokračující obnovy vozového parku. Podíl jednotlivých látek na celkové sumě okyselujících látek se vyrovnává, SO_2 a NO_x mají téměř stejný podíl (35,8 % a 35,6 %) (Zpráva o ŽP, 2009: 19).

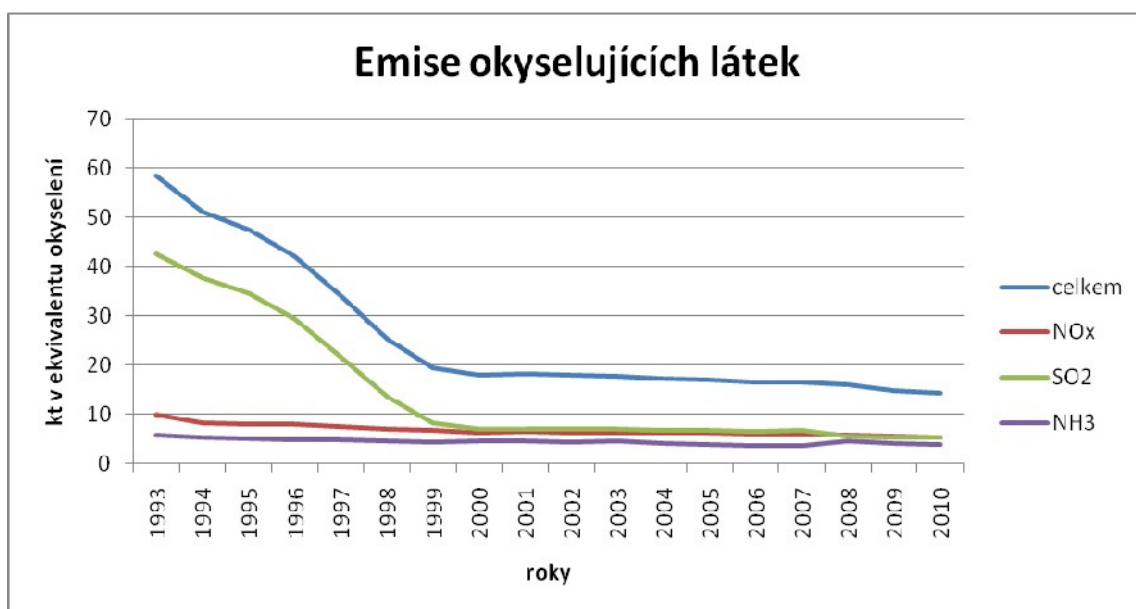
Vývoj emisí okyselujících látek tak do jisté míry lze spojovat s vývojem ekonomiky a průmyslové výroby (Zpráva o ŽP, 2009: 21). Na Evropské úrovni ale můžeme snížení množství okyselujících sloučenin síry v atmosféře brát jako přímý efekt politik přijatých Evropskou hospodářskou komisí OSN (UNECE) a Evropskou komisí. To bohužel není případ sloučenin dusíku, jejichž množství v atmosféře zůstalo takřka nezměněno a často dochází překračování emisních limitů u těchto látek (ICP, 2009: 12). I v České republice bylo samozřejmě snižování emisí významně ovlivněno přijetím mezinárodních závazků k Úmluvě o dálkovém přenosu znečištění ovzduší přes hranice států (CLR-TAP) konkretizovaných v dílčích protokolech k jednotlivým okyselujícím látkám (Acidifikace, 2001: 9).

2.3.1 Vývoj indikátoru zátěže životního prostředí ve sledovaném období

Pro zobrazení vývoje emisí okyselujících látek jsme vytvořili grafy na základě dat z Českého hydrometeorologického ústavu zpracovaných Českou informační agenturou životního prostředí. Tabulka 1 s daty je připojena v Přílohách.

Jak již bylo uvedeno v obecném přiblížení, emise okyselujících látek mají na území České republiky již od počátku devadesátých let klesající tendenci. Viz Graf 1, na kterém je znázorněn pokles emisí v absolutních hodnotách od roku 1993.

Graf 1 Vývoj emisí okyselujících látek v absolutních hodnotách

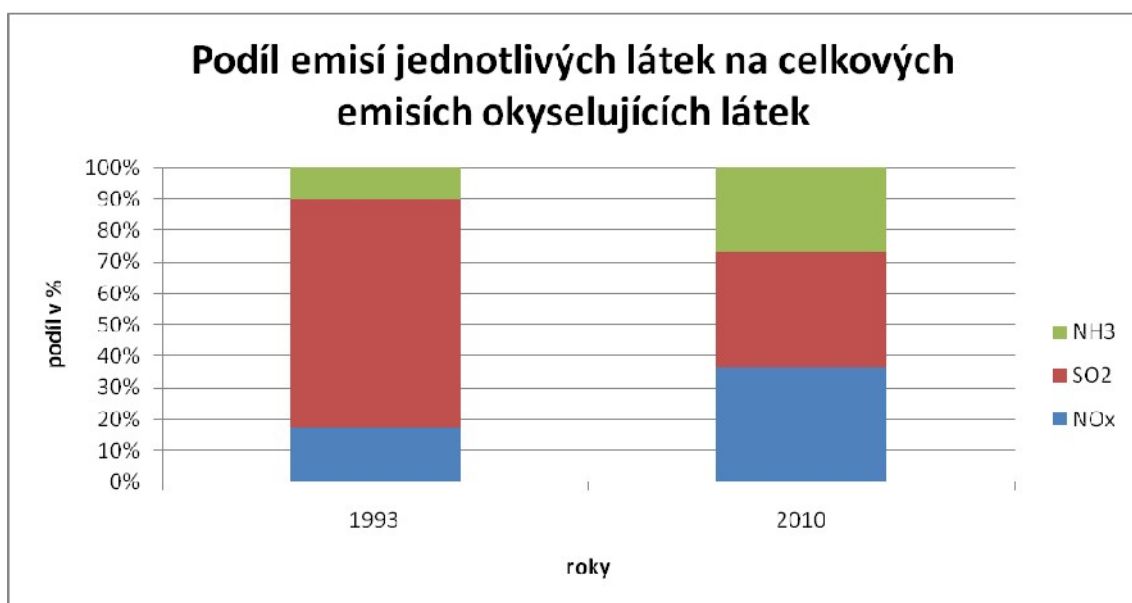


Graf 1 zobrazuje trendy jednotlivých složek emisí okyselujících látek a trend agregovaného indikátoru v ekvivalentu okyselení. Vývoj celkových emisí okyselujících látek byl významně ovlivněn emisemi oxidu siřičitého: graficky znázorněná křivka celkových emisí okyselujících látek vyjádřených v ekvivalentu okyselení v podstatě kopíruje průběh emisí oxidu siřičitého.

V České republice došlo v letech 1990-2010 ke snížení agregovaných emisí okyselujících látek o více než 81 % (ze 78,97 na 14,47 kt/rok v ekvivalentu okyselení) v důsledku restrukturalizace národní ekonomiky, zpřísnění právních předpisů a následných realizací opatření na ochranu ovzduší (odsiřování, denitrifikace a odprašení

hlavních zdrojů, změna paliv). Snížení emisí okyselujících látek je výsledkem zejména poklesu SO₂, jeho emise se od roku 1990 snížily o 91 %. Emise ostatních jednotlivých okyselujících látek tak poklesly, ale v menším rozsahu (NO_x o 56 % a NH₃ o 57 %). Redukce emisí SO₂ přispěla tedy k poklesu celkových agregovaných emisí nejvíce, a to 81 %. Oxidy dusíku přispěly 10% podílem, amoniak 8% podílem (tj. celkový 82% pokles). V roce 1990 SO₂ tak tvořil téměř tři čtvrtiny celkových emisí okyselujících látek. Ve srovnání se situací v roce 2009 došlo k poklesu podílu a významu SO₂ a naopak k vzestupu významu NO_x a NH₃ na celkových emisích agregovaných okyselujících látek (Cenia E2, 2012). Tuto změnu ilustruje Graf 2.

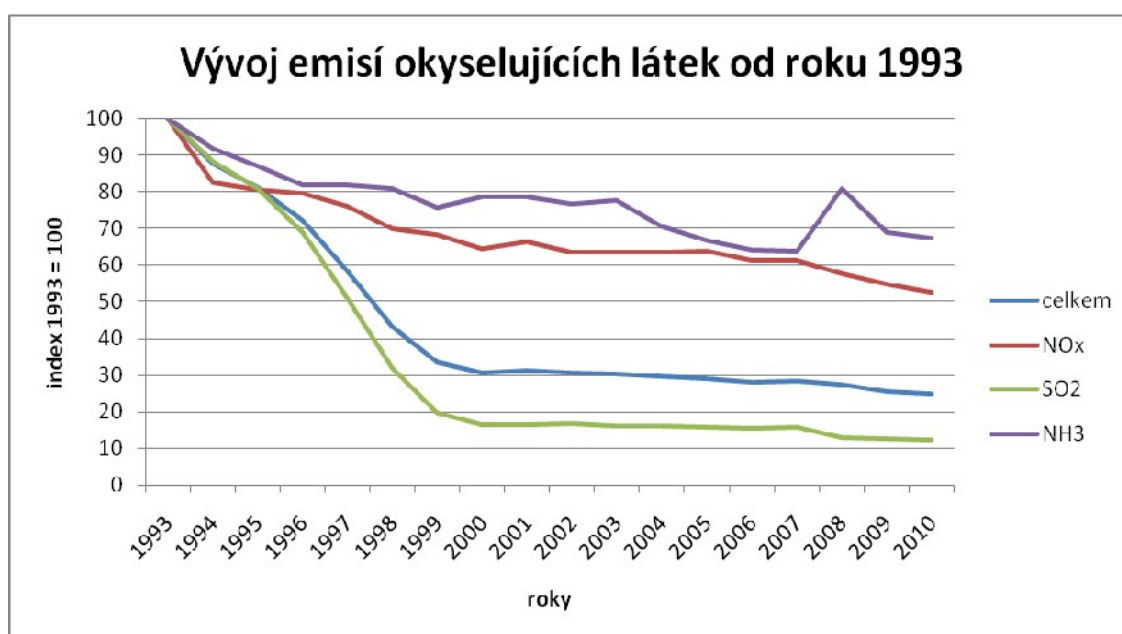
Graf 2 Podíl emisí jednotlivých látek na celkových emisích okyselujících látek



Grafy 3 a 4 zobrazují vývoj emisí v relativních hodnotách. Graf 3 zobrazuje velký relativní pokles celkových emisí okyselujících látek způsobených zejména poklesem emisí oxidu siřičitého v důsledku odsíření velkých zdrojů znečištění, jak je popsáno výše. Míra poklesu celkových emisí se však rapidně snížila po roce 1999, kdy byl dokončen proces odsíření hlavních zdrojů emisí siřičitanů, uhelných elektráren, a od té doby emise okyselujících látek spíše stagnují. Zajímavé je pak srovnání vývoje v celém sledovaném období (Graf 3) a podrobnější znázornění vývoje emisí po roce 1999 v Grafu 4, kde je jako referenční bod vybrán rok 2000. Rychlost poklesu se na

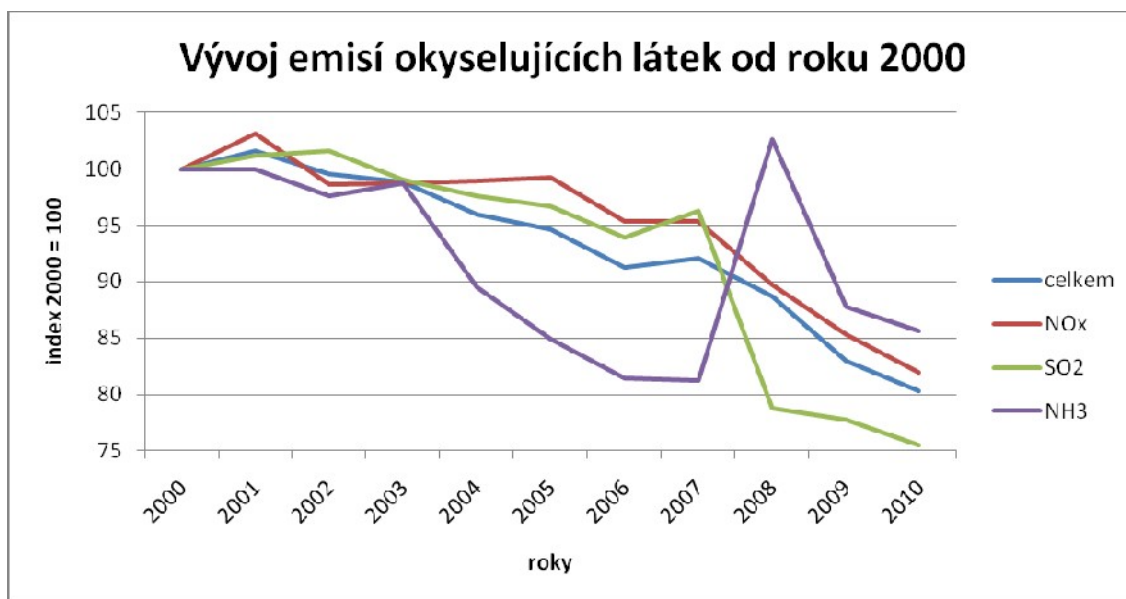
začátku 21. století zpomalila a produkce emisí klesala jen mírně, v letech 2008 a 2009 je pokles emisí opět výraznější v souvislosti s ekonomickou krizí. Pokles emisí v letech 2000–2009 činil 14 % z 18,02 na 15,41 kt za rok v ekvivalentu okyselení. V souvislosti s poměrně výrazným růstem ekonomiky v tomto období, dokumentovaným meziročními růsty HDP do roku 2008, lze i tento trend vnímat pozitivně (Zpráva o ŽP, 2009: 20).

Graf 3 Vývoj emisí okyselujících látek (index 1993 = 100)



Z Grafu 4 je patrné, že i přes občasné kolísavé tendence po roce 2000 k poklesu emisí okyselujících látek docházelo, ale že se pokles produkce emisí na začátku 21. století zpomalil. Pokles emisí v letech 2000–2010 činil téměř 20 % z 18,02 na 14,47 kt za rok v ekvivalentu okyselení (Cenia E2, 2012).

Graf 4 Vývoj emisí okyselujících látek (index 2000 = 100)



2.4 Indikátor dopadu na životní prostředí

Jako indikátor dopadu na životní prostředí jsme zvolili míru defoliace. V této podkapitole indikátor představíme a krátce shrneme trendy jeho vývoje v minulosti a v celoevropském měřítku. Podrobnější analýza trendů indikátoru ve sledovaném období na území České republiky bude uvedena v příslušné podkapitole.

Defoliace charakterizuje zdravotní stav stromů a odráží vliv nepříznivých změn prostředí lesních ekosystémů, jako důsledku dlouhodobého a nadměrného znečištění ovzduší různými škodlivinami z energetiky, průmyslu a dopravy. Lesní porosty jsou významné pro udržitelný rozvoj a hrají klíčovou roli v uchování biologické rozmanitosti. Z tohoto důvodu je nezbytné monitorovat a vyhodnocovat jejich zdravotní stav, jehož ukazatelem je právě defoliace. (Situační zpráva, 2012: 132).

Defoliace je jeden z nejdůležitějších parametrů sledovaných při monitorování stavu lesa. **Defoliace je definována jako relativní ztráta asimilačního aparátu v koruně stromu v porovnání se zdravým stromem**, rostoucím ve stejných porostních a stanovištních podmínkách. Je to ztráta, která je způsobena především vlivem nepříznivých změn prostředí lesních ekosystémů jako důsledku dlouhodobého a nadměrného znečištění ovzduší škodlivinami jako SO₂, NO_x, F, Cl, O₃, těžké kovy,

prachové částice aj. (Futmon, 2010: 15). Výzkumy ukázaly, že hlavním důvodem defoliace je znečištění ovzduší (Situační zpráva, 2009: 91). Přímo tak souvisí se zvoleným indikátorem zátěže životního prostředí.

Proces, kterým k defoliaci dochází, je důsledkem vstupu okyselujících látek z ovzduší do půdního systému. Jak kyselé látky ochuzují půdu o bazické prvky, hlavně o vápník, hořčík a draslík, převádějí je na rozpustné sloučeniny, které pak odplavuje z půd podzemní voda. Zvýšená kyselost způsobuje chemické uvolňování těžkých kovů a hlavně hliníku, které jsou pro dřeviny jedovaté. Vysoká kyselost poškozuje mykorhizní houby žijící v symbióze s dřevinami. Způsobuje i úhyn půdních organismů, následně dochází ke zpomalení provzdušňování lesních půd. Dochází tak k zhutňování a zamokřování půd. Zmíněné poškození se projevuje žloutnutím a následně opadem listů a jehličí. Defoliace je nespecifický symptom poškození způsobeného zpravidla více škodlivými faktory, které mohou působit samostatně nebo společně a přitom navíc vstupovat do vzájemných interakcí (Cenia D1, 2012). Míra defoliace je ovlivněna faktory jednak přírodními (věk stromů a sucho) a jednak antropogenními (emise SO_2 a NO_x) (Klap a kol., 2000: 414). Odhaduje se, že antropogenní faktor míry defoliace (škody na lesních porostech způsobených člověkem, tedy v důsledku nadměrných emisí okyselujících látek) se na celkových škodách v lesích podílejí až třemi čtvrtinami (Cenia D1, 2012).

Vztah mezi množstvím stresu (emise SO_2 a okyselování půdy) a mírou defoliace je silný. Na druhou stranu se ale ukázalo, že vztah mezi nárůstem míry stresu a nárůstem míry defoliace není příliš silný: s rostoucí zátěží přibývá počet stromů, u nichž dochází k defoliaci, pomaleji, než je míra zvyšování stresu. V případě emisí sloučenin dusíku je tento vztah podobný (Klap a kol., 2000: 407).

Je třeba si však uvědomit, že faktory ovlivňující zátěž životního prostředí (množství emisí) se v čase mění a nemají okamžitý přímý vliv na dopady na životní prostředí. Konkrétní událost krátkodobého nárůstu emisí nemusí nutně vést k okamžitému zhoršení stavu korun stromů. A zároveň pokud tento nárůst emisí způsobí přímé dopady na životní prostředí, tyto budou stejně prokazatelné pouze po určitý časový úsek (Klap a kol., 2000: 395).

Případů defoliace přibývá s rostoucím stářím stromů: dochází k ní výrazně častěji u stromů starších 50-80 let (závisí na druhu) a naopak mladší stromy jsou obecně nejméně postiženy. Tento jev je samozřejmě ovlivněn i tím, že jednotlivé faktory stresu působící na stromy se sčítají: např. pokud se ke stresu způsobenému přírodními jevy přidá stejně silný stres původu antropogenního, výsledkem bude větší míra defoliace u starších stromů než u mladších stromů. U stresu způsobeného emisemi SO₂ je tento jev obzvláště markantní, neboť zranitelnost stromů v důsledku vystavování emisím SO₂ se s rostoucím stářím zvyšuje. Pravděpodobnost dosažení kritických hodnot defoliace v důsledku vystavování emisím SO₂ roste se stářím stromu rychleji, než samotný věk stromu (Klap a kol., 2000: 401).

Metodika sledování defoliace je ustálená již po desítky let. Sledování defoliace se provádí od roku 1986 na monitorovacích plochách v rámci programu Evropské hospodářské komise při OSN zkráceně označovaného jako ICP Forests, který se zabývá sledováním a vyhodnocováním vlivu znečištění ovzduší na lesy. Od roku 2004 na program ICP Forests souběžně navázal nový projekt evropské spolupráce „Forest Focus“ vyplývající z nařízení č. 2152/2003 Evropského parlamentu a Rady ze dne 17.12.2003 týkající se monitoringu lesů a environmentálních vlivů v lesích Evropského společenství (Cenia D1, 2012).

V současné době se pravidelné šetření programu Forest Focus v České republice provádí na monitorovacích plochách základní sítě 16 × 16 km a vybraných plochách ze sítě 8 × 8 km v celkovém počtu 306 ploch, které jsou rozmístěny rovnoměrně podle lesnatosti po celém území ČR. Plochy jsou umístěny v lesních porostech tak, aby dobře charakterizovaly dané stanovištní a porostní podmínky. V nadmořských výškách od 150 m do 1300 m se hodnotí každým rokem více než 14 tisíc stromů, reprezentujících 28 druhů lesních dřevin v různých věkových třídách. Na každé monitorovací ploše jsou zjišťovány základní stanovištní a porostní charakteristiky (Cenia D1, 2012).

V pravidelných intervalech (1–5 let) se provádí tato odborná šetření: hodnocení stavu koruny (defoliace, barevné změny aj.), měření dendrometrických parametrů a fytoecologické snímkování. V nepravidelných intervalech se jako doplňující šetření provádí listové, letokruhové a půdní analýzy. Na monitorovacích plochách se sleduje

především defoliace korun jednotlivých stromů (11–13 tisíc stromů ročně) (Cenia D1, 2012).

Při hodnocení defoliace se do ní nezahrnuje ztráta způsobená mechanickou defoliací a jinými škodlivými činiteli (vítr, sníh, námraza, těžba), ale je obtížné vyloučit vliv dlouhodobých suchých období. Defoliace je nespecifický symptom poškození způsobeného zpravidla více škodlivými faktory, které mohou působit samostatně nebo společně a přitom navíc vstupovat do vzájemných interakcí (Cenia D1, 2012).

Defoliace se hodnotí vizuálně a vyjadřuje procenticky v intervalech po 5 %. Metodika je uplatňována jak v národním, tak mezinárodním měřítku. **Hodnoty defoliace se rozdělují do pěti základních tříd**, přičemž významně poškozené stromy spadají do 3.–5. třídy defoliace. Standardní evropská škála má 5 tříd, resp. stupňů: 0 – zdravý (0–10 %), 1 – slabě odlistěný (10–25 %), 2 – středně odlistěný (25–60 %), 3 – silně odlistěný (60–100 %) a 4 – odumřelý (100 %) (Cenia D1, 2012).

Jako **indikátor** defoliace se používá „**míra defoliace**“, která vyjadřuje **poměr poškozených stromů vůči všem stromům**. Vychází tedy z výše zmíněného členění defoliace, tj. procenta odlistění celé koruny stromu, podle tříd, resp. stupňů odlistění. Indikátor vyjadřuje podíl 3.–5. třídy defoliace u jehličnatých a listnatých porostů k celkovému počtu stromů. Vyjadřuje se procentuelně s přesností na 5 procent (Cenia D1, 2012).

Stav korun stromů nejčastěji zastoupených druhů stromů se na celoevropské úrovni postupně zlepšuje od let 2004-2005, kdy byla zaznamenána nejvyšší míra defoliace (ICP, 2009: 5).

V Evropě je na různých místech defoliace způsobena různými prvky znečišťujícími ovzduší: zatímco v západní Evropě je způsobena spíše zvýšenou koncentrací emisí sloučenin dusíku, ve střední Evropě je způsobena spíše nadměrnými imisemi a depozicemi sloučenin síry (Klap a kol., 2000: 388).

Na celoevropské úrovni lze říct, že emise okyselujících látek do ovzduší způsobují defoliaci spíše u listnatých stromů (Klap a kol., 2000: 418). Dubové lesy ve střední Evropě byly vážně zasaženy suchem v létě 2003 a začaly se vzpamatovávat až

po vlhčím létě v roce 2006 (ICP, 2009: 7). Postupná obnova stavu korun stromů je ve střední Evropě zaznamenávána od roku 2003 (ICP, 2009: 12).

Obecně lze o trendech defoliace na území České republiky říci, že při vzájemném srovnání vykazují jehličnany dlouhodobě vyšší úroveň defoliace než listnáče, mladší porosty (zejména jehličnanů) u obou kategorií nižší úroveň než starší porosty. Dlouhodobě nejvyšší úroveň defoliace má z hlavních jehličnatých druhů borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a z listnatých druhů dub (*Quercus* sp.). V roce 2006 bylo u těchto druhů (navíc také u modřínu) zjištěno největší zastoupení tříd defoliace 3–4, které reprezentují tzv. nevratné poškození (Cenia D2, 2012).

Vývoj defoliace jehličnatých porostů starších 59 let v období 1986–2006 je v České republice nepříznivý – zřetelně narůstá zastoupení porostů ve druhé třídě defoliace na úkor nulté a první třídy. Tento trend pokračuje i po roce 2000 navzdory tomu, že imisní zatížení ovzduší, které škodí lesním porostům, se v těchto letech výrazně snížilo. Přisuzuje se to především vlivu abiotických faktorů a lesních škůdců na porosty oslabené z minulosti různými škodlivinami v ovzduší (SO_2 , NO_x , F, Cl, O_3 , těžké kovy, prachové částice aj.) (Cenia D2, 2012). Koncem osmdesátých let došlo k prudkému nárůstu defoliace, v následujícím období devadesátých let tato dynamika vývoje defoliace výrazně poklesla a po roce 2000 následovaly jen velmi mírné změny. V období 1986–2009 dosáhla průměrná hodnota defoliace smrku a borovice výrazného kulminačního bodu v roce 1992. Následovala stagnace, v roce 1996 průměrná defoliace těchto dřevin opět stoupla a dosáhla maximální hodnoty (smrk 33,9 %, borovice 38,3 %). V dalších letech následoval pokles a počínaje rokem 1999 průměrná defoliace velmi mírně stoupá (hodnoty stále nad 30 %) (Zelená zpráva, 2009: 23).

Dlouhodobý vývoj defoliace u listnáčů stejné věkové kategorie (porosty starší než 59 let) je trochu odlišný. V období 1991–2009 dosáhla defoliace listnáčů nejvyšší úrovně v roce 1993 (průměrná defoliace dubu 43,0 % a buku 22,5 %), v dalších letech klesala až na nejnižší úroveň v roce 1998 (průměrná defoliace dubu 27,8 % a buku 14,6 %). Následoval zřetelný vzestup defoliace do roku 2000 a v dalším období až do roku 2009 defoliace starších listnáčů s nevýraznými výkyvy velmi mírně stoupá. Mezi jednotlivými druhy jsou výrazné rozdíly. Dub má z pohledu dlouhodobého vývoje větší rozkolísanost a vyšší úroveň defoliace než buk (Zelená zpráva, 2009: 23).

Mladší porosty (do 59 let) jehličnatých i listnatých dřevin dosahují všeobecně nižších hodnot defoliace. Nejvýraznější je tento rozdíl u smrku a naopak nejméně výrazný je u borovice. V období let 1998–2009 defoliace (zastoupení třídy 2–4) u mladších jehličnanů mírně stoupala, v posledním roce ale zřetelně poklesla (zastoupení třídy 2–4 pokleslo z 34,3 % v roce 2008 na 28,4 % v roce 2009). U stejné věkové kategorie listnáčů byl ve stejném období dlouhodobý pokles výraznější, ale rovněž i příznivá změna v roce 2009 v porovnání s rokem předcházejícím byla u mladších listnáčů výraznější než u jehličnanů (zastoupení třídy 2–4 pokleslo z 25,0 % v roce 2008 na 15,4 % v roce 2009) (Zelená zpráva, 2009: 23).

I přes zpomalení tempa nárůstu je defoliace v ČR stále velmi vysoká (Zpráva o ŽP, 2009: 10). Rozsahem imisního poškození porostů tak patří Česká republika stále k nejpostiženějším v Evropě. V roce 2006 byla v rámci EU27 nejvyšší míra defoliace shledána v České republice, Lucembursku a v Bulharsku, kde bylo poškozeno více než 40 % stromů. Míra defoliace nižší než 10 % byla v Estonsku, Dánsku, Irsku a Finsku (Cenia D2, 2012). Z hlediska mezinárodního kontextu zůstává i nadále stav českých lesů, navzdory výraznému poklesu emisí během 90. let, špatný, dokonce nejhorší v Evropě. V roce 2009 měla ČR v rámci EU27 nejvyšší zastoupení dřevin v 2.–4. třídě defoliace (56,8 %), následoval Kypr (36,2 %), Itálie (35,8 %), Slovinsko (35,5 %) a Francie (33,5 %), méně než 10 % pak bylo v Estonsku, Dánsku, Finsku, Rusku a Ukrajině. Průměrná defoliace v EU27 se v období let 1998–2009 prokazatelně zvýšila na 24,4 % území (nejvíce v oblasti Středomoří a České republice), zatímco pouze na 14,9 % území se snížila. V období let 1995–1999 klesla z 26 % na 21,2 %, po roce 2000 se opět zvýšila a v posledních letech začala mírně klesat až na 19,2 % v roce 2009 (Zpráva o ŽP, 2009: 55).

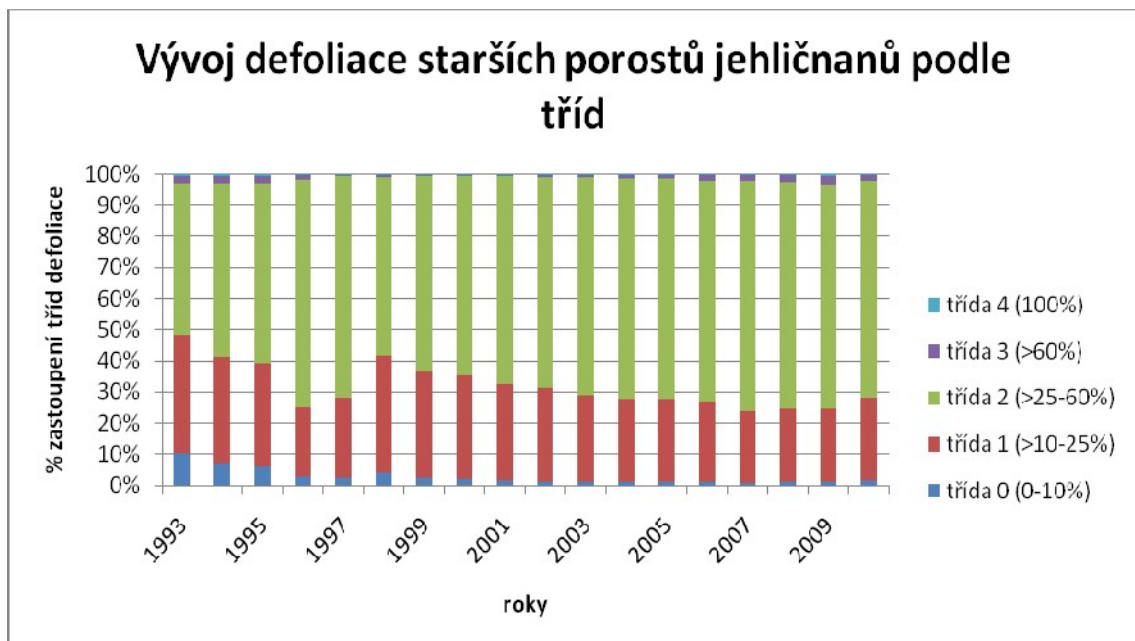
2.4.1 Vývoj indikátoru dopadů na životní prostředí ve sledovaném období

Zlepšení celkové dynamiky vývoje zdravotního stavu lesních porostů za uplynulá dvě desetiletí je reakcí na příznivou změnu imisních podmínek. V důsledku setrvačnosti chemických procesů v půdě tato reakce probíhá přirozeně s určitým časovým zpožděním, s jakým lesní porosty na změny prostředí reagují. I nadále se však vyskytují

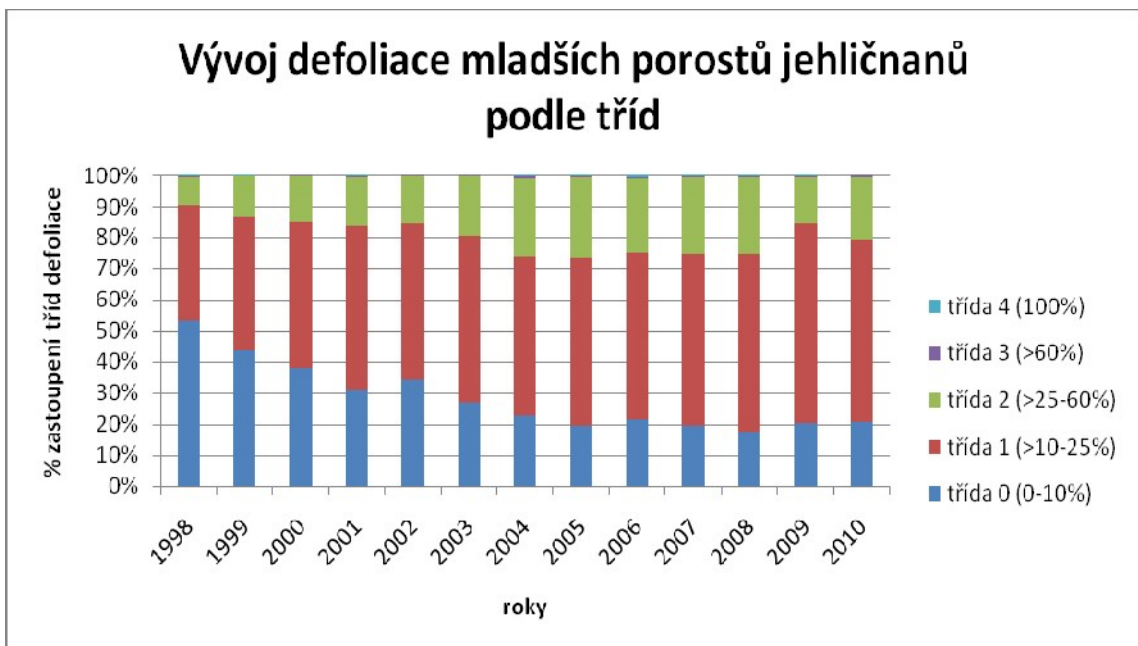
v některých regionech takové koncentrace škodlivin, které dokáží výrazným způsobem ohrožovat celkovou stabilitu lesních ekosystémů, jejichž schopnost odolávat dalšímu zatížení je v některých oblastech vyčerpána. (Cenia D3, 2012)

Pro zobrazení vývoje defoliace jsme vytvořili grafy na základě dat poskytnutých Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti. Tabulky 2, 3, 4, 5 a 6 s daty jsou připojeny v Přílohách. Pro porosty starší než šedesát let jsou dostupné delší časové řady dat (od r. 1991 pro listnáče i jehličnany), pro porosty mladší než šedesát let jsou data sbírána až od roku 1998. Vývoj defoliace se dá rozdělit jednak podle stáří stromů a jednak podle kategorie listnáč/jehličnan. Mezi jednotlivými skupinami se pak defoliace liší kvůli povaze a stáří stromů, jak bylo vysvětleno v teoretické části. Vyjádření jednotlivých tříd defoliace ukazují následující Grafy 5, 6, 7 a 8.

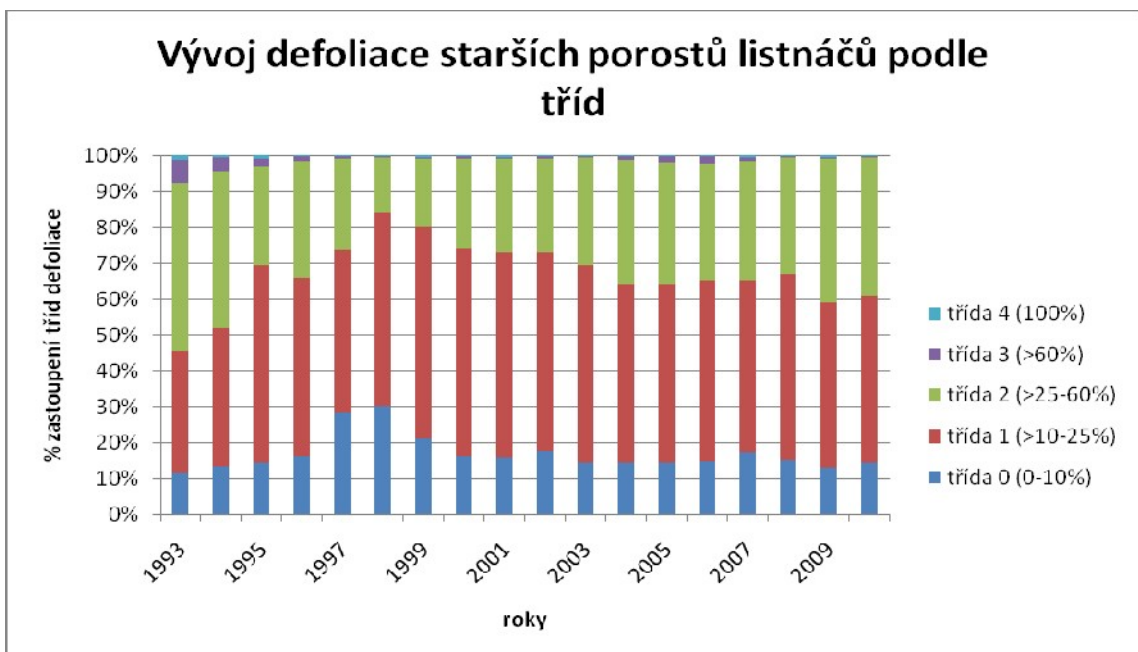
Graf 5 Vývoj defoliace starších porostů jehličnanů podle tříd



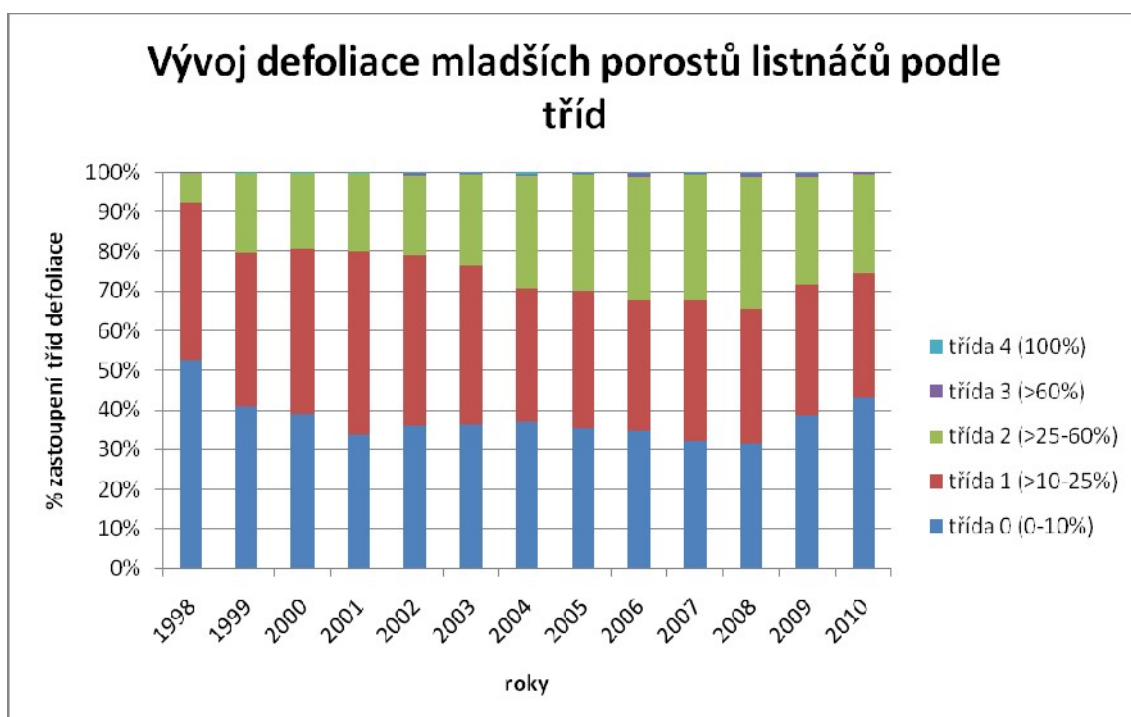
Graf 6 Vývoj defoliace mladších porostů jehličnanů podle tříd



Graf 7 Vývoj defoliace starších porostů listnáčů podle tříd



Graf 8 Vývoj defoliace mladších porostů listnáčů podle tříd



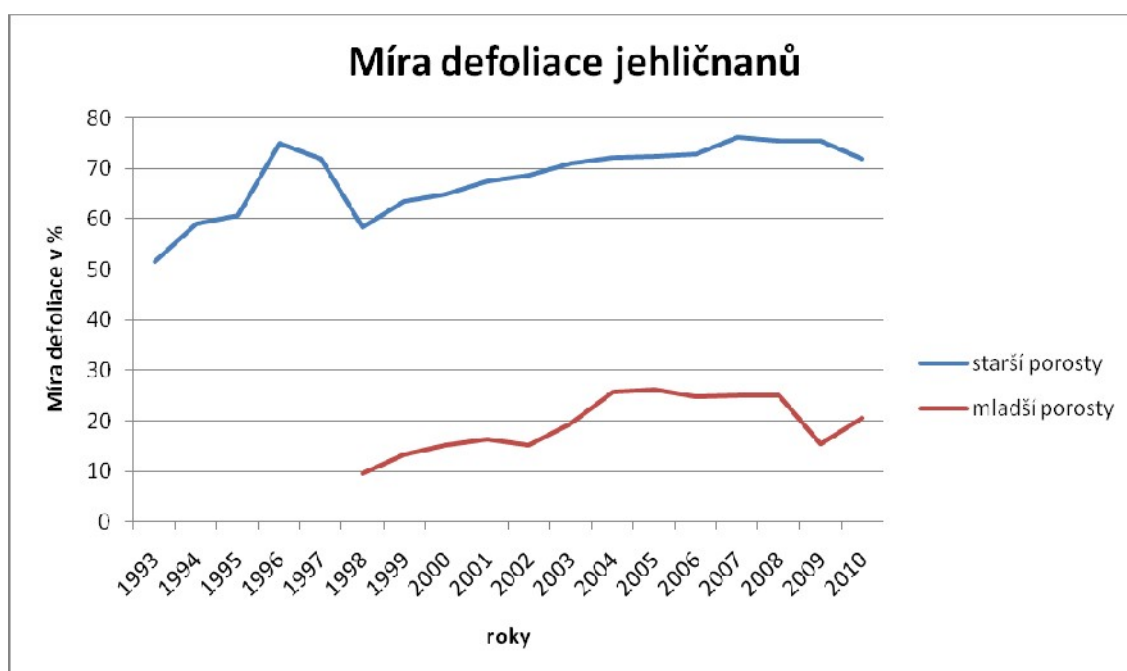
Jak je patrné z předchozích grafů, mladší porosty (do 59 let) jehličnatých i listnatých dřevin dosahují všeobecně nižších hodnot defoliace než je tomu u porostů starších (nad 59 let), přitom tento rozdíl ve srovnání se staršími porosty je výraznější u jehličnanů. Jehličnany do 59 let vykazují v dlouhodobém trendu nižší defoliaci než porosty mladších listnáčů. U starších porostů je však toto srovnání opačné – starší jehličnany mají výrazně vyšší defoliaci než porosty starších listnáčů (Cenia D3, 2012).

U starších jehličnatých porostů (nad 59 let) byla nejvyšší míra defoliace zaznamenána v letech 1992 a 1996. V dalších letech následoval pokles a počínaje rokem 1999 průměrná defoliace velmi mírně stoupá (hodnoty stále nad 30 %) (Zelená zpráva, 2009: 23). K růstu defoliace po roce 1999 dochází zvyšováním zastoupení porostů v 2. – 4. třídě (od roku 2000 o 8,1 %) na úkor 0. a 1. třídy. U mladších jehličnatých porostů (do 59 let) docházelo v dlouhodobém trendu k nárůstu zastoupení porostů v 2. třídě defoliace (od roku 2000 o 4,7 %) na úkor 0. a 1. třídy, což mohlo být způsobeno vlivem nepříznivých abiotických faktorů a škůdců na porosty oslabené imisní zátěží. Od roku 2008 do roku 2010 bylo ale zaznamenáno zlepšení ve formě poklesu zastoupení porostů ve 2.–4. třídě defoliace (o 10,2 % do roku 2010) a nárůstu 0. třídy defoliace (o 13,6 % do roku 2010) (Cenia D3, 2012).

U starších porostů listnáčů (nad 59 let) dosáhla defoliace nejvyšší úrovně v roce 1993 (průměrná defoliace dubu 43,0 % a buku 22,5 %), v dalších letech klesala až na nejnižší úroveň v roce 1998 (průměrná defoliace dubu 27,8 % a buku 14,6 %). Následoval zřetelný vzestup defoliace do roku 2000 a v dalším období až do roku 2009 defoliace starších listnáčů s nevýraznými výkyvy velmi mírně stoupá (Zelená zpráva, 2009: 23). Ke zhoršování stupně defoliace dochází zvyšováním zastoupení porostů ve 2. třídě (o 13,1 % oproti roku 2000) na úkor 0. a 1. třídy. Stejně tak u mladších porostů (do 59 let) narůstá v dlouhodobém trendu stupeň defoliace (Cenia D3, 2012).

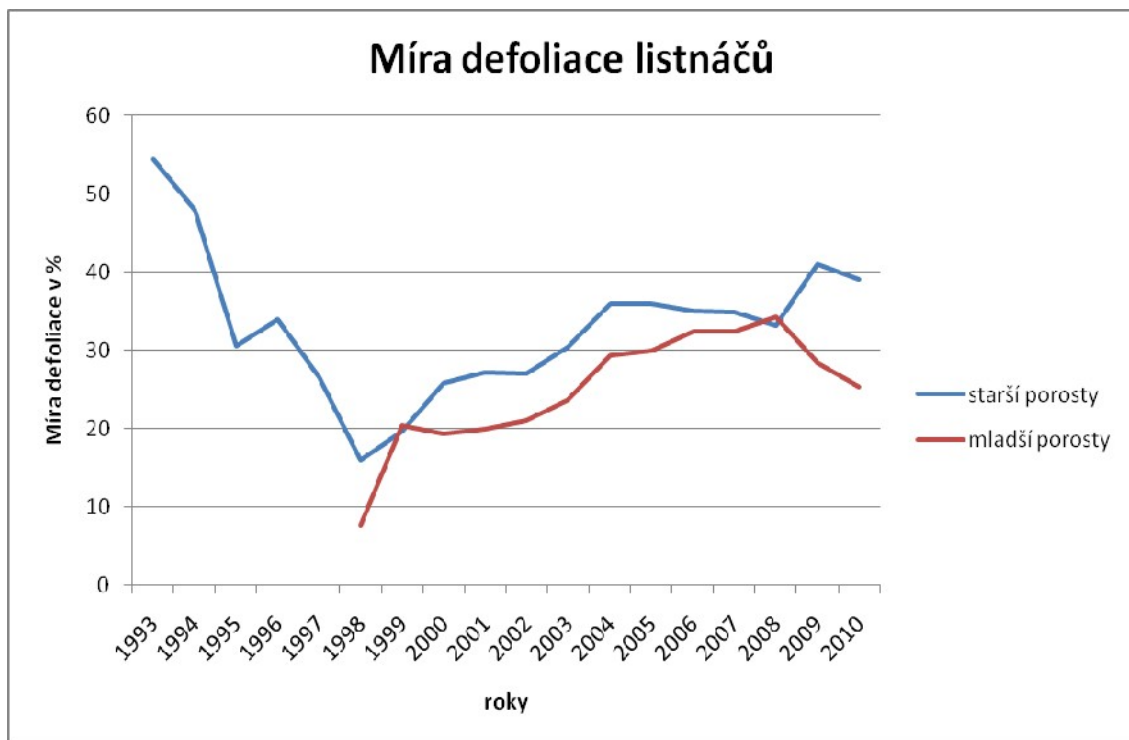
V následujících grafech je znázorněna míra defoliace. V krátkosti připomeňme, že míra defoliace je vyjádřeným poměrem poškozených stromů (2., 3. a 4. kategorie defoliace) vůči všem stromům.

Graf 9 Míra defoliace starších a mladších porostů jehličnanů

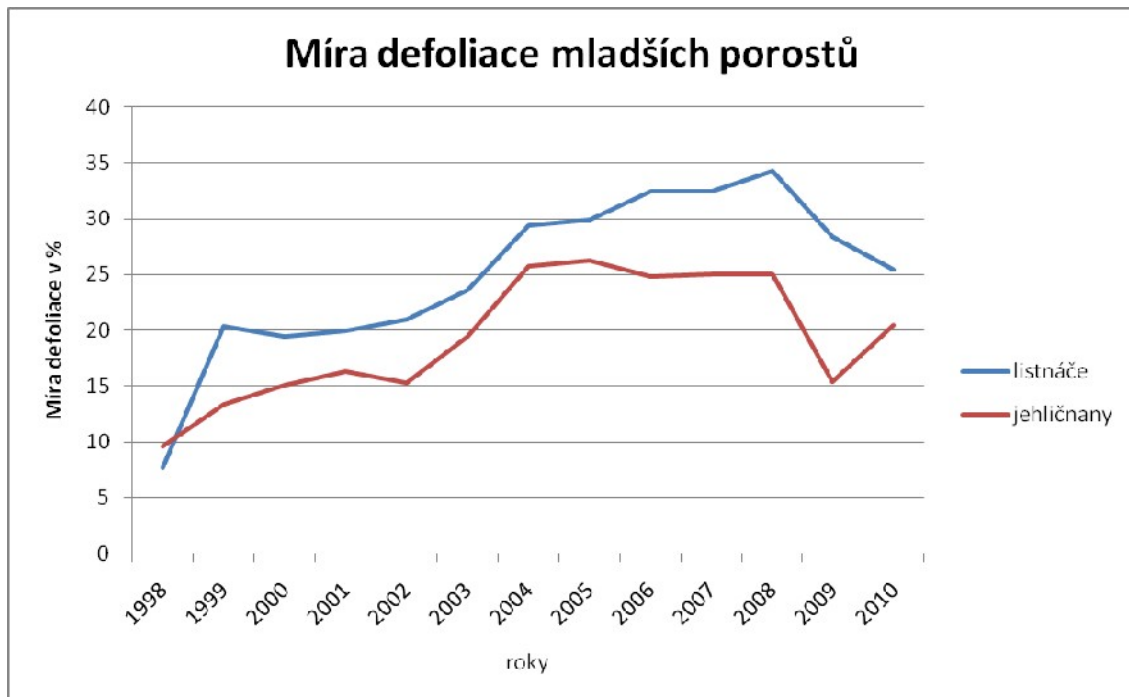


Graf 9 zobrazuje míru defoliace u jehličnanů. Jak je z grafu patrné, trendy v míře defoliace mladších a starších porostů jehličnanů jsou víceméně podobné, dosahují však jiných hodnot o desítky procent.

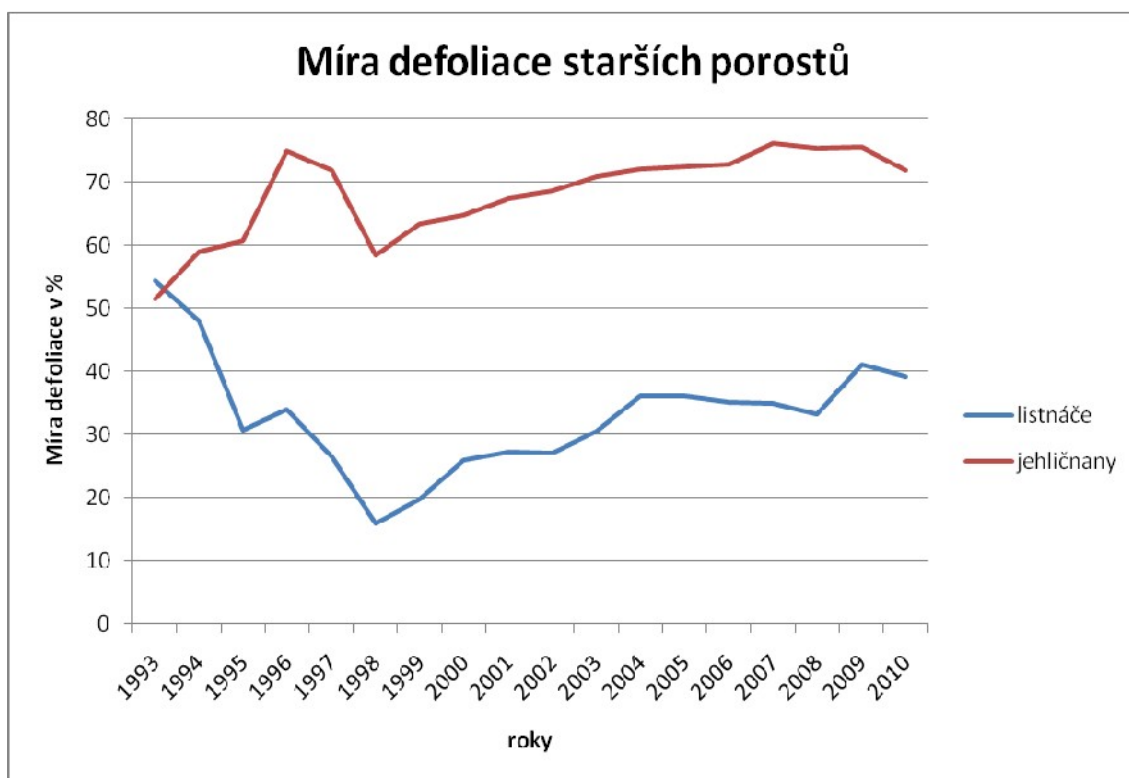
Graf 10 Míra defoliace starších a mladších porostů listnáčů



Graf 11 Míra defoliace mladších porostů listnáčů a jehličnanů



Graf 12 Míra defoliace starších porostů listnáčů a jehličnanů



I v případě mladších a starších porostů listnáčů má míra defoliace podobný průběh, zde se však již pro období, pro která jsou k dispozici data, blíží míra defoliace i hodnotami. Viz Graf 10.

Grafy 11 a 12 zobrazují míru defoliace pro obě věkové kategorie podle třídy stromů.

Na Grafu 11 je vidět, že vývoj míry defoliace je u mladších porostů listnáčů i jehličnanů dost podobný. Pouze meze léty 2008 a 2009 došlo k výraznějšímu poklesu míry defoliace jehličnanů oproti pozvolnějšímu poklesu míry defoliace listnáčů. Na konci sledovaného období se ale hodnoty opět blíží.

Zatímco u mladších porostů můžeme pozorovat podobný vývoj i hodnoty míry defoliace u jehličnanů i listnáčů, u starších porostů se míra defoliace po roce 1993 výrazně liší – a to nejen v takřka opačném trendu až do roku 1999, ale i v hodnotách, kde je míra defoliace jehličnanů vyšší o desítky procent. Viz Graf 12.

2.5 Hrubý domácí produkt

V případě ekonomických hnacích sil v práci vycházíme z hrubého domácího produktu vypočteného podle metod Českého statistického úřadu. Je to nejrozšířenější a nejvyužívanější ekonomický ukazatel. Také všechny další studie a zprávy, které jsme v práci použili, vycházely z tohoto indikátoru.

Hrubý domácí produkt (HDP) je **peněžním vyjádřením celkové hodnoty statků a služeb nově vytvořených v daném období na určitém území (ČSÚ, 2012)**. Používá se všeobecně pro stanovení výkonnosti ekonomiky, v podstatě jako indikátor ekonomického růstu. Jeho nepochybnou výhodou je stabilita v metodice výpočtu a dlouhé časové řady dat.

Může být definován, resp. spočten třemi způsoby: produkční metodou, výdajovou metodou a důchodovou metodou. Produkční metodou se HDP počítá jako součet hrubé přidané hodnoty jednotlivých institucionálních sektorů nebo odvětví a čistých daní na produkty (které nejsou rozvrženy do sektorů a odvětví). Je to také vyrovnávací položka účtu výroby za národní hospodářství celkem, kde se na straně zdrojů zachycuje produkce a na straně užití mezispotřeba. Hrubá přidaná hodnota je rozdílem mezi produkcí a mezispotřebou. Vzhledem k tomu, že produkce se oceňuje v základních cenách a užití v kupních cenách, je strana zdrojů za národní hospodářství celkem doplněna o daně snížené o dotace na výrobky (ČSÚ, 2012). Výdajovou metodou se HDP počítá jako součet konečného užití výrobků a služeb rezidentskými jednotkami (skutečná konečná spotřeba a tvorba hrubého kapitálu) a salda vývozu a dovozu výrobků a služeb. Skutečná konečná spotřeba je odvozena prostřednictvím naturálních sociálních transferů od výdajů na konečnou spotřebu domácností, vlády a neziskových institucí sloužících domácnostem. Tvorba hrubého kapitálu se člení na tvorbu hrubého fixního kapitálu, změnu zásob a na čisté pořízení cenností (ČSÚ, 2012). Důchodovou metodou se HDP počítá jako součet prvotních důchodů za národní hospodářství celkem: náhrad zaměstnancům, daní z výroby a z dovozu snížených o dotace a hrubého provozního přebytku a smíšeného důchodu (resp. čistého provozního přebytku a smíšeného důchodu a spotřeby fixního kapitálu) (ČSÚ, 2012).

Prvotní propočet je proveden v běžných cenách. Pro potřeby sledování vývoje s vyloučením vlivu změn cen následuje převod do průměrných cen předchozího roku, ze

kterých se tzv. řetěžením získají údaje ve stálých cenách roku 2005. Údaje jsou uváděny bez očištění o nestejný počet pracovních dní. Hodnoty hrubého domácího produktu a dalších makroekonomických ukazatelů ve stálých cenách vycházejí v souladu s požadavkem Eurostatu z cenové úrovně bazického roku 2005 a byly vypočteny pomocí meziročně řetězovaných indexů údajů vyjádřených v cenách předchozího roku (ČSÚ, 2012).

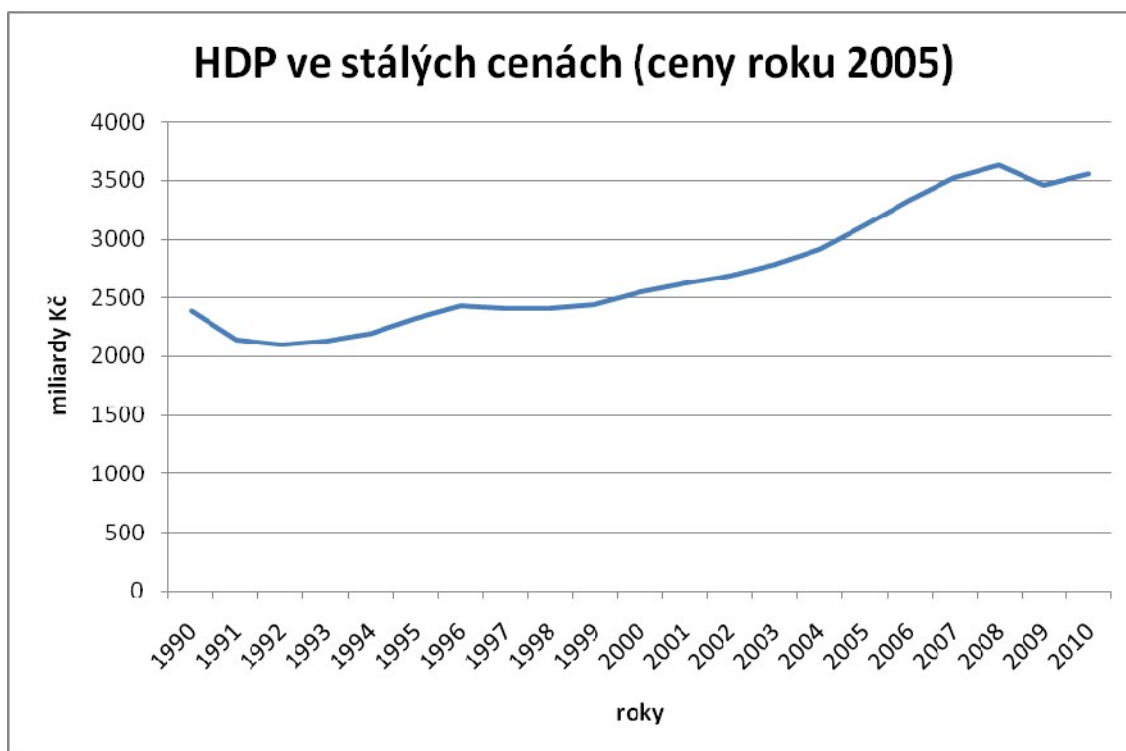
2.5.1 Vývoj HDP ve sledovaném období

Pro zobrazení vývoje HDP ve sledovaném období jsme vytvořili grafy na základě dat poskytnutých Českým statistickým úřadem. Tabulka 7 s daty je připojena v Přílohách.

V následující analýze i v empirické části používáme HDP ve stálých cenách, tedy po odečtení vlivu inflace. Vývoj HDP ve stálých cenách (v cenách z roku 2005) znázorňuje Graf 13. Pro vývoj indikátoru ve sledovaném období byl důležitý i předchozí vývoj od počátku ekonomické transformace tehdejší Československé federativní republiky od roku 1990. Graf i následující popis vývoje tedy začínají rokem 1990, aby podaly čtenáři ucelenější obraz o vývoji hrubého domácího produktu.

Transformace národního hospodářství České republiky, zejména v jejím počátečním stádiu, vyvolala prudké změny a zvraty ve vývoji. Nejprve došlo k výraznému ekonomickému poklesu, který byl způsoben jak vnitřními, tak i vnějšími faktory. Cenová liberalizace vedla k prudkému růstu hladiny spotřebitelských cen. Spolu s liberalizací zahraničních obchodních aktivit a s devalvací české měny i restriktivní makroekonomickou politikou stlačily v roce 1991 domácí realizovanou poptávku, zejména spotřebu domácností, hluboko pod úroveň předchozího roku. Značný pokles produkce průmyslu a stavebnictví s důsledky na hrubou přidanou hodnotu, stejně jako výrazné snížení investiční aktivity, měly vliv na největší meziroční snížení HDP, k němuž došlo hned v prvním roce transformace (HDP, 2006: 3).

Graf 13 Vývoj HDP ve stálých cenách



Rokem 1993 vstoupila ekonomika ČR jako samostatného státu do další fáze ekonomické reformy a transformace. Po zpomalení poklesu v předchozím roce se v roce 1993 očekával již značný růst HDP a úhrnné poptávky. Ekonomika začala oživovat, avšak celoroční růst byl nepatrný, neboť na ní negativně působilo rozdělení československé federace. Bylo odhadnuto, že na vrub rozpadu státu připadly asi dva procentní body poklesu české ekonomiky, tj. že nemuselo dojít ke stagnaci HDP (100,1 % reálně), nýbrž k jeho růstu zhruba o dvě procenta. Na mírné oživení v roce 1993 již pozitivně působila vnější poptávka. Rok 1994 znamenal již větší prosazování ekonomického růstu pod tlakem domácí realizované poptávky, především výdajů na spotřebu domácností a na tvorbu hrubého fixního kapitálu. Od roku 1993 do roku 1995 vzrostl HDP reálně o 8,3 %, což bylo považováno za dobré makroekonomické výsledky, na jejichž základě byla Česká republika přijata do OECD. Rok 1996 však již ukázal na počínající ztrátu důvěry v pokračování ekonomického růstu a ukázalo se, že některé strukturální reformy se opozdily. Meziroční zvýšení HDP v roce 1996 reálně o 4,2 % představovalo zpomalení ekonomického růstu a bylo předzvěstí další ztráty tempa. Zvětšila se mezera mezi vyšší domácí realizovanou poptávkou a nižší domácí efektivní nabídkou, krytí dovozu zboží a služeb vývozem se značně zhoršilo, míra

hrubých národních úspor se snížila a výdaje na tvorbu hrubého kapitálu byly z větší části než v předchozích letech financovány z vnějších zdrojů (HDP, 2006: 3).

Restriktivní peněžní politika silně prosazovaná od druhé poloviny roku 1996 s cílem zastavit především rostoucí vnější nerovnováhu, vedla v roce 1997 ke značnému zpomalení vývoje HDP – reálně se snížil meziroční sice pouze o 0,7 %, avšak ještě více poklesla tvorba hrubého fixního kapitálu při růstu konečné spotřeby (HDP, 2006: 3-4).

V roce 1998 se HDP meziročně snížil reálně o dalších 1,1 %, když poklesly výdaje na konečnou spotřebu i na tvorbu hrubého kapitálu. Ekonomice neprospěly povodně z roku 1997 a vzniklé škody, které musely být nahrazovány. Po sedmi letech ekonomické transformace byl v roce 1998 fyzický objem HDP nižší než v roce 1990 o 2,5 %. Následující dva roky vývoje (1999 a 2000) přinesly již zrychlení ekonomického růstu. HDP se zvýšil reálně v roce 1999 o 1,2 % a v roce 2000 o 3,9 %, přičemž na jeho růst v roce 1999 působila převážně konečná spotřeba a v roce 2000 především výdaje na tvorbu hrubého kapitálu. Do roku 2000 ve srovnání s rokem 1995 vzrostl HDP reálně o 7,5 % (HDP, 2006: 4).

Od roku 2001 následovalo období soustavného růstu HDP, i když v prvních dvou letech došlo k jeho zpomalení, aby v dalších třech letech růst každoročně zrychloval. Prioritou tohoto období bylo zlepšování výkonnosti ekonomiky a na její nabídkové straně odstraňování překážek bránících rychlejší modernizaci výroby a podpoře ekonomických inovací. Významnou pozitivní úlohu při zrychlování ekonomického růstu je možno připsat vstupu České republiky do Evropské unie, jehož pozitiva převažovala nad negativy. Na zvýšení HDP o 4,7 % v roce 2004 a o 6,0 % v roce 2005 se již významně pozitivně podílel čistý vývoz, když růst celkového vývozu předstihl růst celkového dovozu, v důsledku čehož vliv domácí poptávky (vč. tvorby zásob), resp. hrubých národních konečných výdajů na HDP, v obou letech nedosáhl ani poloviny (HDP, 2006: 4).

V první části vzestupné fáze hospodářského cyklu let 2000-2004 se za podpory přímých zahraničních investic významně změnila podmínka vývozu. Došlo k restrukturalizaci a dynamizaci vývozu, k němuž v nemalé míře přispíval růst konkurenceschopnosti v podobě předstihu růstu cen vývozu před cenami dovozními. Poslední etapu vývoje zahraničního obchodu představují roky 2005 a 2006, kdy došlo k

obratu od deficitu k přebytku. Hybné síly tohoto procesu byly jak u nabídky, tak i poptávky (HDP, 2007: 12).

V patnáctiletém období do roku 2005 ve srovnání s rokem 1990 se HDP zvýšil reálně o 22,3 %, přičemž jeho růst činil ve druhém pětiletém období (1996 až 2000) 12,2% a ve třetím pětiletém období (2001 až 2005) 11,8 %. Průměrně se hrubý domácí produkt ročně zvyšoval o 1,3 % v letech 1990–2005, respektive o 2,5 % v letech 1995–2005 (HDP, 2006: 4).

K dynamickému růstu HDP v letech 2005 a 2006 v nemalé míře přispěl vstup do bezcelního prostoru EU, nízké úrokové sazby, rostoucí zaměstnanost i produktivita výrobních faktorů. Po tříletém zrychlování ekonomického růstu v letech 2003-2005 vzrostl HDP v roce 2006 o 6,1 %, tj. stejně jako v roce předchozím. V roce 2006 byly podmínky ekonomického růstu převážně příznivé (HDP, 2007: 9).

HDP České republiky v reálném vyjádření rostl v letech 2006 a 2007 (+6,8 %, resp. +6 %) dvakrát rychleji než průměr Evropské unie (+3,3 % a 3 %), což posilovalo reálnou konvergenci. V letech 2008 a 2009 tempo růstu světové ekonomiky zvolnilo. I když následný ekonomický pokles v ČR (-4,1 % v roce 2009) byl prakticky stejný jako v EU (-4,2 %), lze soudit, že dopad krize na ekonomiku ČR byl tvrdší, protože k němu došlo pádem z podstatně vyšší předchozí dynamiky, neboť propadu předcházely vysoké předchozí růsty jejího HDP (HDP, 2011).

Česká ekonomika si v roce 2010 udržela zhruba stejnou úroveň tempa růstu jako v roce 2008. HDP stoupl o 2,2 % ve srovnání s krizovým rokem 2009, kdy se ekonomika meziročně propadla o 4 %. (HDP, 2010)

III. Empirická část

1 *Výzkumné otázky / hypotézy*

Hlavní hypotéza: Míra decouplingu se liší v závislosti na tom, zda se jedná o indikátory zátěže a dopadů, a to i když se jedná o závislý jev (defoliace lesů je způsobena emisemi okyselujících látek). Na základě předchozí rešerše je možné předpokládat, že ve větší míře dochází k decouplingu HDP a zátěže životního prostředí než k decouplingu HDP a dopadů na životní prostředí.

Hlavní otázka: Dochází k dvojímu decouplingu, tedy současně k decouplingu indikátorů zátěže a indikátorů dopadů?

Pomocné otázky: Dochází k decouplingu indikátorů zátěže a HDP? Dochází k decouplingu indikátorů dopadů a HDP?

2 *Výsledky*

V této části jsme analyzovali data pro roky 1993 až 2010. Při výběru sledovaného období jsem vycházel z několika kritérií. V první řadě to samozřejmě byla dostupnost dat: data pro všechny hodnocené indikátory společně jsou dostupná od r. 1991. Rok 1993 jako počátek sledovaného období jsme zvolili arbitrárně; je to rok, kdy vznikla samostatná Česká republika, a data se od této doby týkají s jistotou a přesností stále stejného území současné ČR.

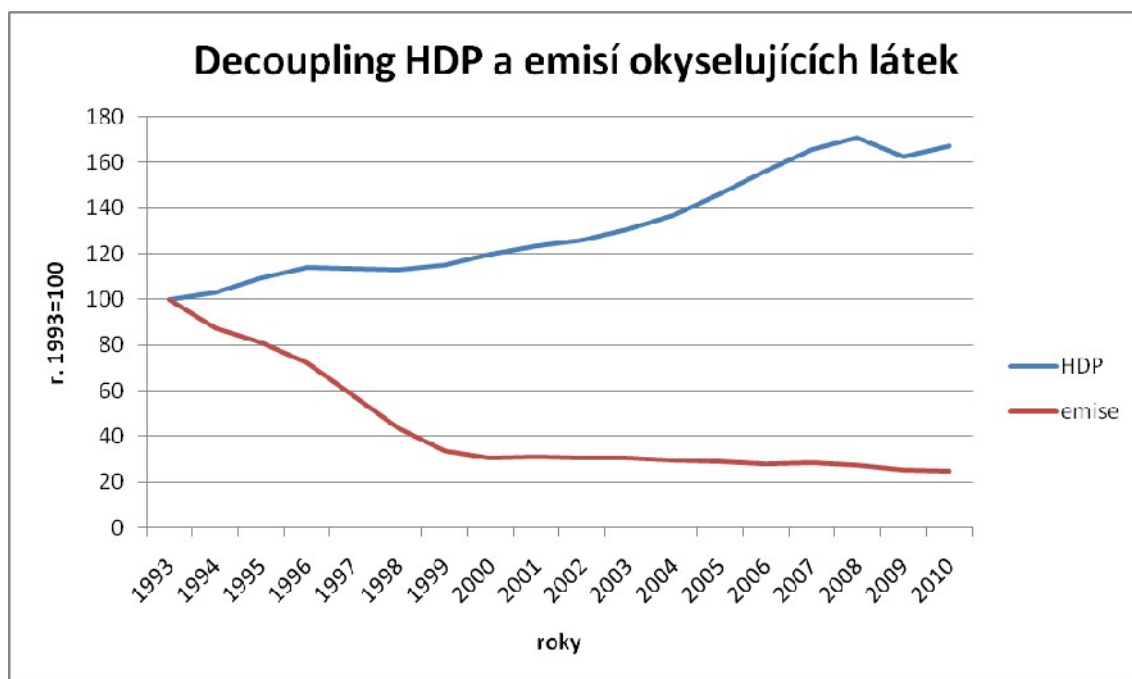
Decoupling je nástroj k hodnocení trendů, takže je dobré použít co nejdříve časovou řadu dat. Analyzovali jsme proto data o defoliaci pouze u starších porostů stromů, pro které je k dispozici delší časová řada dat, než pro mladší porosty (v případě mladších porostů se data sbírají až od roku 1998). Ostatně u mladších porostů jsou trendy obdobné. Viz Graf 9 a Graf 10.

2.1 **Decoupling zátěže životního prostředí a HDP ve sledovaném období**

Decoupling hrubého domácího produktu a emisí okyselujících látek zobrazuje Graf 14. V případě vybrané zátěže životního prostředí – emisí okyselujících látek – můžeme

hovořit o absolutním decouplingu: ve sledovaném období docházelo bez výjimek k poklesu environmentální zátěže, zatímco ekonomické aktivity takřka neustále rostly. Číselná hodnota míry decouplingu (poměr počátečního a koncového stavu – viz Schéma 1) je 0,148 a potvrzuje, že ve sledovaném období k decouplingu docházelo.

Graf 14 Decoupling HDP a emisí okyselujících látek



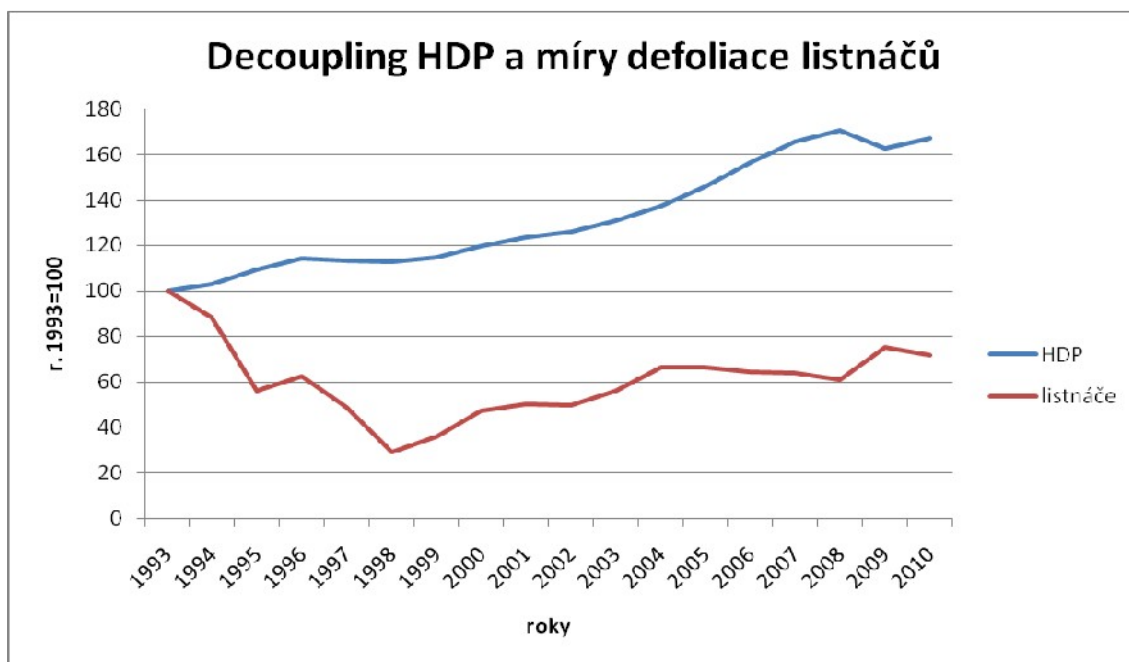
2.2 Decoupling dopadů na životní prostředí a HDP ve sledovaném období

Decoupling dopadů na životní prostředí analyzujeme odděleně pro listnaté a jehličnaté porosty, protože se jedná o dva samostatné soubory dat a decoupling vychází u každého jinak.

Graf 15 zobrazuje decoupling hrubého domácího produktu a míry defoliace listnatých porostů starších než šedesát let. Míra defoliace listnáčů se v první půli sledovaného období celkem rychle snižovala, avšak po roce 1998 získala mírně rostoucí trend, který si udržela až do konce sledovaného období. V celém sledovaném období k decouplingu docházelo, číselná hodnota míry decouplingu je 0,430. Nicméně z grafu i z hodnoty míry decouplingu je patrné, že trend decouplingu je méně výrazný než

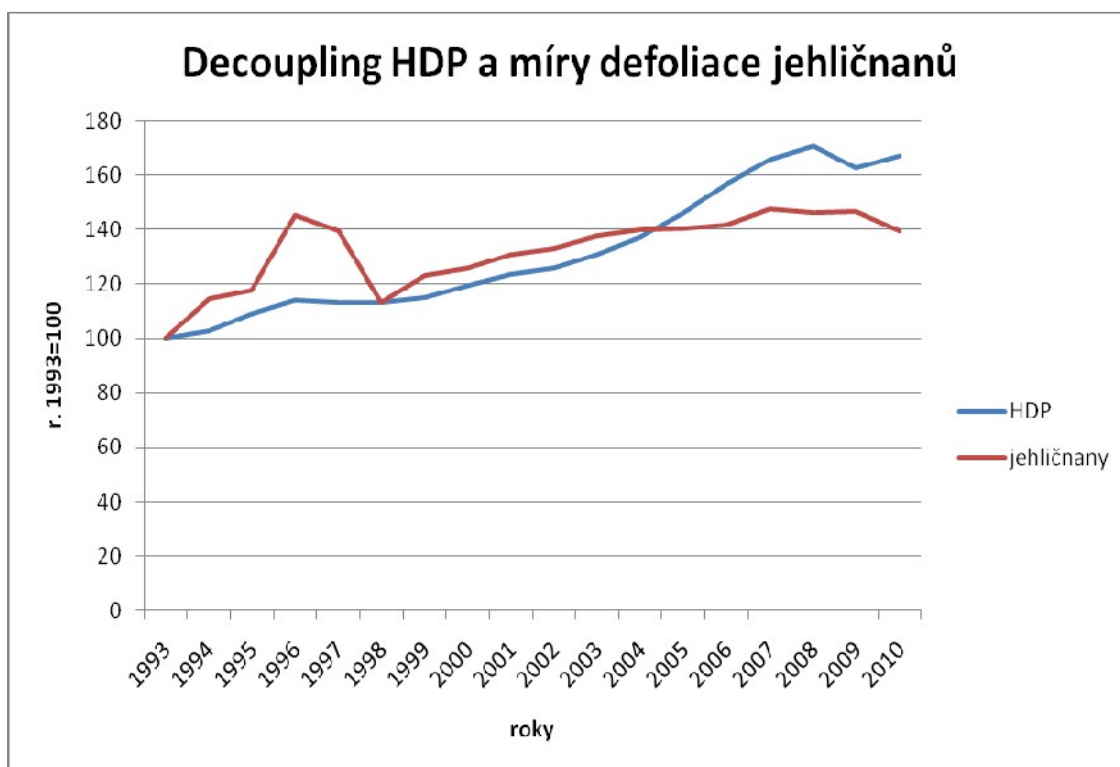
v případě indikátoru zátěže životního prostředí a že vzhledem k rostoucí tendenci dopadu na životní prostředí docházelo ve většině let pouze k decouplingu relativnímu.

Graf 15 Decoupling HDP a míry defoliace listnáčů



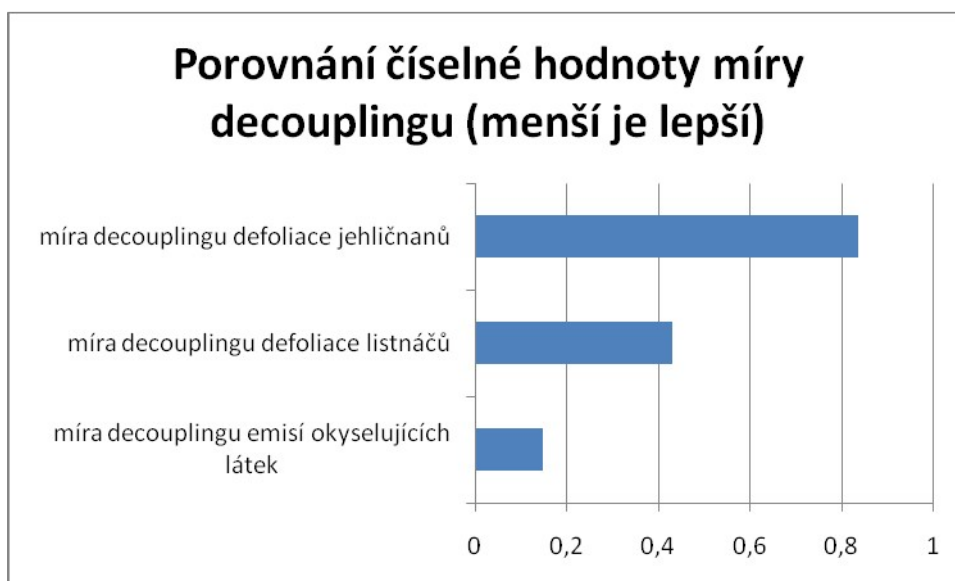
U posledního sledovaného indikátoru zátěže životního prostředí, míry defoliace jehličnatých porostů starších šedesáti let, k decouplingu již takřka nedocházelo: z Grafu 16 je patrné, že křivky zátěže a životního prostředí mají velmi podobný průběh. Hodnota míry decouplingu je sice stále nižší než 1 – pro míru defoliace jehličnanů vychází 0,835 – decoupling za celé období je však pouze relativní, a to až díky vývoji od roku 2005.

Graf 16 Decoupling HDP a míry defoliace jehličnanů



Ačkoliv se následující porovnávání míry decouplingu používá spíše pro mezinárodní srovnání (Kovanda a Hák, 2005: 126), v našem případě pomůže ilustrovat, u kterého z indikátorů životního prostředí docházelo k decouplingu ve větší míře, a u kterého naopak v menší míře (ve všech třech případech k decouplingu docházelo). Jak již bylo řečeno v metodické kapitole v úvodu, číselné vyjádření míry decouplingu nemá výpovědní hodnotu o tom, zda docházelo k decouplingu relativnímu, nebo absolutnímu. Jelikož je proměnná ekonomického růstu konstantní (pro všechny tři indikátory životního prostředí je ve sledovaném období stejná), vzájemné srovnání může čtenáři podat představu o tom, v případě jakého indikátoru docházelo k decouplingu výrazněji. Viz Graf 17. Z Grafu 17 je patrné, že míra decouplingu defoliace listnáčů je oproti míře decouplingu defoliace jehličnanů skoro dvojnásobná. Od zobrazené míry decouplingu dopadů na životní prostředí (defoliace listnáčů a jehličnanů) se pak ještě výrazněji odlišuje míra decouplingu zátěže životního prostředí (emise okyselujících látek) a ve vzájemném srovnání „vítězí“.

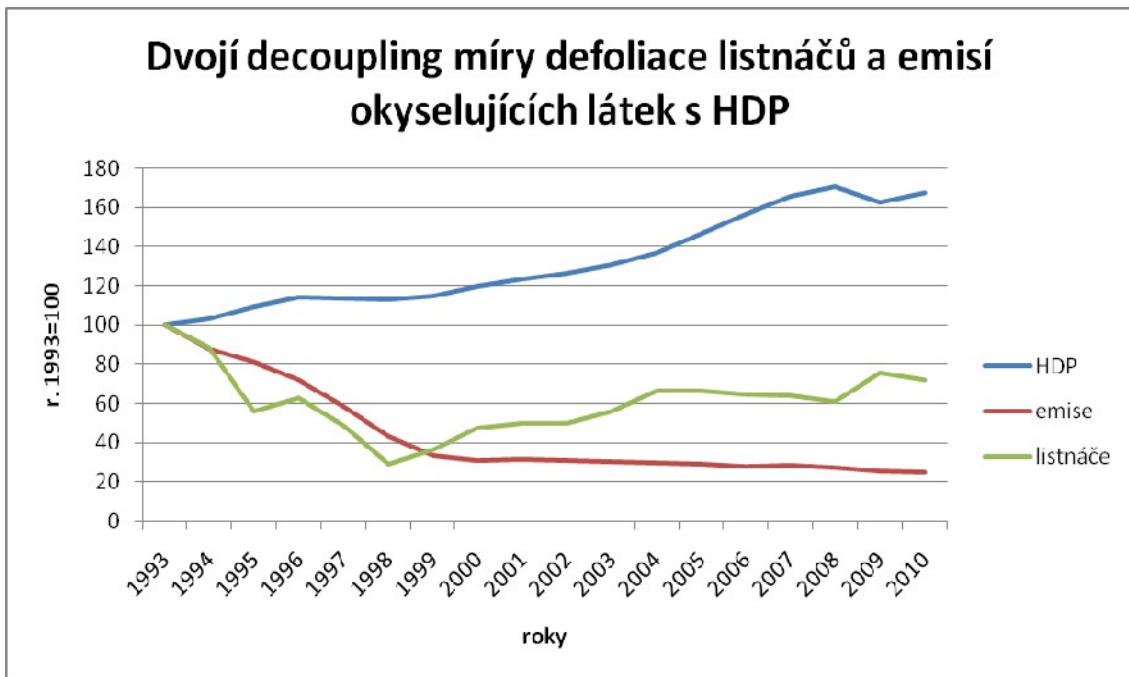
Graf 17 Porovnání číselné hodnoty míry decouplingu



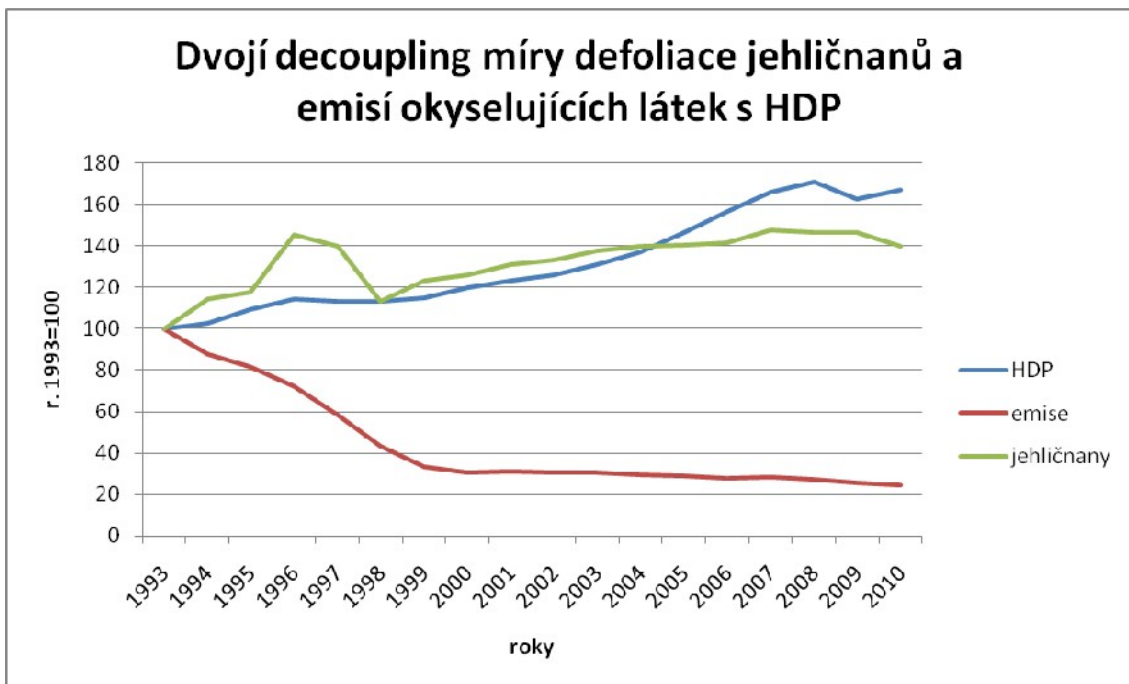
2.3 Dvojitý decoupling ve sledovaném období

Dvojitý decoupling míry defoliace a emisí okyselujících látek vychází u listnáčů a jehličnanů také výrazně jinak. Trendy dvojího decouplingu listnáčů (Graf 18) a jehličnanů (Graf 19) zdůrazňují rozdíl mezi typy dřevin ještě výrazněji než Graf 15 a Graf 16. Zatímco vývoj míry defoliace listnáčů se alespoň rámcově podobá vývoji emisí okyselujících látek (Graf 18), vývoj míry defoliace jehličnanů se vývoji emisí nepodobá vůbec a v podstatě kopíruje vývoj ekonomického indikátoru růstu HDP (Graf 19). Rozdílnost vývoje je rozebrána v diskusi výsledků.

Graf 18 Dvojí decoupling míry defoliace listnáčů a emisí okyselujících látek s HDP



Graf 19 Dvojí decoupling míry defoliace jehličnanů a emisí okyselujících látek s HDP



3 *Diskuse výsledků*

Decoupling hrubého domácího produktu a emisí okyselujících látek (Graf 14) je absolutní. Na úrovni zátěže životního prostředí tak bylo dosaženo cíle dle požadavků OECD: oddělit křivky negativního vlivu na životní prostředí od ekonomického růstu. Samo o sobě by se to mohlo zdát jako dobrý výsledek, v této práci však budeme zkoumat tento jev zátěže životního prostředí s vazbou na dopady této zátěže. Při pohledu na decoupling hrubého domácího produktu a míry defoliace listnáčů (Graf 15) je patrné stále ještě viditelné oddělení křivek negativního vlivu na životní prostředí od ekonomického růstu, míra defoliace listnáčů klesala až do roku 1998, od té doby slabě stoupá a budoucí vývoj by již nemusel být uspokojivý. I přes zpomalené klesání míry defoliace listnáčů po roce 1995 můžeme hovořit v perspektivě celého sledovaného období o decouplingu absolutním. Značně problematicky se pak jeví decoupling hrubého domácího produktu a míry defoliace jehličnanů (Graf 16), kde negativní vlivy na životní prostředí po většinu sledovaného období (až do roku 2005) převyšují ekonomický růst. K poklesu míry defoliace ve sledovaném období v podstatě nedocházelo a o relativním decouplingu v případě tohoto sledovaného jevu můžeme hovořit pouze díky tomu, že tempo ekonomického růstu bylo po vstupu do eurozóny výrazněji zrychleno a za sledované období celkově převyšovalo tempo růstu dopadů na životní prostředí vyjádřených mírou defoliace jehličnatých porostů.

Míra defoliace listnáčů od začátku sledovaného období klesala až do roku 1998; u jehličnanů můžeme říci, že míra defoliace neklesala vůbec a že decouplingu bylo v případě jehličnanů „dosaženo“ jen díky rychlejšímu nárůstu HDP než míry defoliace. Míra defoliace jehličnanů byla nepatrně nižší než míra defoliace listnáčů pouze v jediném případě roku 1993, od té doby přerušovaně stoupala a dokonce ani neklesla na úroveň, na které míra defoliace listnáčů v roce 1993 kulminovala.

Zmíněná rozdílnost vývoje defoliace u jehličnanů a listnáčů má několik důvodů. Kromě emisní situace se na stavu lesů odráží rovněž další faktory: v podmínkách České republiky je to především způsob lesního hospodaření. Druhovú i věkovú skladbu lesů je nevhodná, největší podíl českých lesů zaujímají nepůvodní smrkové monokultury citlivé na klimatické podmínky, náchylné k napadení škůdci a degradující svým opadem lesní půdu. Dále mezi rizikové faktory můžeme zařadit holosečné hospodaření, přemnožení spárkaté zvěře atd. V posledních letech se na zdravotním stavu českých lesů

již projevují důsledky klimatické změny, především častějším výskytem období sucha, tepla a také orkánů (Situační zpráva, 2009: 95).

Defoliace souvisí s celkovým zdravotním stavem lesů – a ten v České republice není vyhovující (Zpráva o ŽP, 2009: 8) – a z něho odvislou vitalitou porostů a schopností vyrovnat se se stresem. Jehličnany se zdají být z dlouhodobého hlediska více náchylné vůči poškození suchem a napadení hmyzem než listnáče. Listnaté porosty jsou naopak ve vzájemném porovnání více poškozovány přímým stresem ze znečištění ovzduší okyselujícími látkami než jehličnaté porosty. Po odeznění tohoto stresu se listnaté porosty snáze a rychleji s vlivy prostředí vyrovnají a jejich další vývoj není tolik narušen jako vývoj jehličnatých porostů, které jsou více citlivé na množství kyselé depozice v půdě a na chemismus půdních látek, který reaguje na změny emisních podmínek opožděně (Klap a kol., 2000: 415).

Sledovaný pokles míry defoliace na počátku 90. let byl pravděpodobně způsoben snížením průmyslové aktivity ve střední Evropě a tím pádem i snížením emisního zatížení. Na datech ze sousedního Slovenska se ukázalo, že lesy se začátkem devadesátých let dokázaly po snížení imisní zátěže okyselujícími látkami vzpamatovat relativně rychle (Oszlanyi, 1997: 392). I v České republice vliv přímého imisního zatížení výrazně poklesl, ale vliv nepřímý, možný vliv na ekosystémy přes pedosféru, kde došlo ke kumulaci řady škodlivin, však bude přetrvávat ještě řadu let (Acidifikace, 2001: 11). Pokud by byla zachována současná míra snižování emisí, tak se celoplošně lesní půdy na území Evropy mohou zcela zotavit; v případě některých exponovaných míst může být ale předindustriálního stavu (předpokládaný stav kolem roku 1900) okyselení půd dosaženo až v roce 2050 (ICP, 2009). Lesní porosty na území České republiky stále vykazují vysokou míru defoliace, která patří mezi nejvyšší v porovnání s ostatními evropskými zeměmi a v posledních letech vykazuje přes určité výkyvy mírně stoupající trend (Zelená zpráva 2009: 24).

Ve světle informací o snižování emisí sloučenin síry by se mohlo zdát, že je poškozování lesů kyselými dešti minulostí. Ovšem tento na první pohled skvělý výsledek nezavdává příčinu k přílišnému optimismu, protože jsou ve srovnání s ošidností relativních hodnot mnohem důležitější údaje o absolutních hodnotách emisí. Emise zhruba 2,2 miliony tun SO₂ v České republice v roce 1987 byly v roce 1999

sníženy na 0,269 milionů tun, což ale není zrovna malé množství, uvažíme-li, že je to například více než emise celého Švédska, Norska a Finska dohromady (Acidifikace, 2001: 59). Podobná situace byla i u emisí dusíku. Po roce 1999 už navíc k tak významnému snižování emisí těchto látek nedocházelo. A v současnosti jsou již možnosti dalšího snižování bez větších zásahů do ekonomiky a způsobu hospodaření v podstatě vyčerpány (Zpráva o ŽP, 2009: 20).

Vysoká míra defoliace je tedy způsobena jednak tím, že imisní zátěž stále negativně působí, i když na nižší úrovni, a jednak skutečností, že stabilita lesních ekosystémů je dlouhodobě narušena v důsledku neúnosného působení imisí v uplynulých desetiletích (Zelená zpráva 2009: 24). V neposlední řadě tak na defoliaci působí také časový faktor. Z analýzy dat vyplývá, že defoliace neklesá stejným způsobem ani stejnou mírou jako emise okyselujících látek. K tomu ve velké míře přispívá právě časový faktor, zpoždění mezi akcí a reakcí sledovaného jevu: po poklesu emisí se musí zotavit okyselená půda, aby došlo k poklesu míry defoliace.

Ekosystémy zpravidla nereagují okamžitě na změny v aktuálním zatížení, ale jejich odezva je zpožděna (Acidifikace, 2001: 55). Procesy acidifikace jsou dlouhodobého charakteru, projevy okyselování mají v povrchových a podzemních vodách i na vegetaci opožděný účinek. Podobně tomu je také při procesech podílejících se na obnově (revitalizaci) ekosystému, včetně chemismu vod a stavu lesních porostů, nebo zemědělských plodin. Pokud jsou hodnoty překročení kritických zátěží aktuální celkovou atmosférickou depozicí síry a dusíku nižší, nebo pokud už není překročení patrné v daném ekosystému, nastává postupná revitalizace, která má rovněž charakter dlouhodobý (Acidifikace, 2001:56).

Porovnání rozdílného výsledku dvojího decouplingu míry defoliace a emisí okyselujících látek listnáčů a jehličnanů odkrývá ještě několik dalších souvislostí: mimo jiné ještě jasněji ukazuje vztah mezi zvolenými indikátory zátěže a dopadu na životní prostředí. „Ideální“ vývoj dle konceptu dvojího decouplingu by byl takový, že dopady na životní prostředí by nabývaly menších hodnot, než zátěž životního prostředí, tedy že by křivka dopadů (defoliace) na grafu probíhala pod křivkou zátěže (emise). Trendu dvojího decouplingu tak, jak je koncepčně navržen (Schéma 4), není dosaženo ani v případě listnáčů (Graf 18), ani v případě jehličnanů (Graf 19), neboť křivka zátěže má

největší procentuelní úbytek a probíhá pod křivkami dopadů na životní prostředí. Jestliže na Grafu 18 se u vzájemného porovnání emisí a defoliace listnáčů vývoj křivek ideálu dvojího decouplingu alespoň rámcově podobá (křivka dopadů skutečně probíhá pod křivkou zátěže alespoň po krátký časový úsek let 1994 – 1998, posléze se aspoň drží pod úrovní 100%, ačkoliv má lehce stoupající trend), na Grafu 19 u emisí porovnaných s defoliací jehličnanů je patrný vývoj zcela opačný, kdy křivka dopadů kopíruje stoupající trend ekonomického růstu a od křivky zátěže se velmi výrazně vzdaluje. Na základě analýzy dvojím decouplingem je tak rozdíl mezi typy dřevin vidět ještě patrněji.

Na základě analýzy dvojího decouplingu zátěže životního prostředí a dopadů na životní prostředí můžeme říci, že **když je brán v potaz nejen faktor zátěže životního prostředí, ale také dopadů na životní prostředí, decoupling nevychází zdaleka tak jednoznačně (a ideálně), jako by vycházel v případě osamocené analýzy zátěže životního prostředí.** Zatímco decoupling emisí okyselujících látek je více než uspokojivý, decoupling míry defoliace uspokojivý není. Umístění decouplingu obou těchto aspektů životního prostředí do jednoho grafu upozorňuje na tento rozpor, zatímco individuální grafy pro decoupling zátěže a decoupling dopadů zvláště na tento rozpor ze své podstaty neupozorňují, a jelikož nemusí být kladeny vedle sebe, čtenář může tento rozpor zcela pominout. Dvojí decoupling v této analýze současného vývoje dvou vzájemně kauzálně provázaných jevů tedy pomohl odkrýt více souvislostí, než by vyplynulo z analýzy jednotlivých jevů.

V kapitole o problémových bodech konceptu decouplingu jsme psali o tom, že indikátory decouplingu se zaměřují pouze na určitou část skutečnosti a vyzdvihují její některé aspekty, zatímco jiné ponechávají bez povšimnutí (OECD, 2002: 5). Posléze se samozřejmě se stejným problémem potýká i decouplingová analýza, která je na indikátorovém přístupu založena. Koncept dvojího decouplingu tento problém dokáže v některých případech překlenout, jak bylo ukázáno v této práci. Podmínkou pro to ale je, že dvojím decouplingem analyzujeme dva vzájemně provázané, daty dostatečně podložené a indikátory náležitě vyjádřené jevy poškozování životního prostředí, což není úplně běžným jevem. V případech, kdy jsou však obě tyto podmínky splněny a sledovaný problém je možné vyjádřit vhodnou kombinací indikátorů, které se dvojím decouplingem mohou analyzovat, je pak možné odhalit míru poškození životního

prostředí spojené s ekonomickým růstem v širších souvislostech, což může vést k přijímání účinnějších politických opatření. Koncept dvojího decouplingu se na příkladu této práce zdá jako vhodnější analytický nástroj, než původní koncept decouplingu.

IV. Závěr

Předložená práce poukazuje na několik vzájemných vazeb mezi emisemi okyselujících látek a defoliací korun stromů. Mezi základní body ověřených zjištění patří, že relativní snížení emisí síry a celkově okyselujících látek je sice výrazné, ale i tak jsou dnešní emise stále na úrovni, která pravděpodobně nepovede k významné samovolné regeneraci půdního prostředí v nejpostiženějších oblastech (Acidifikace, 2001: 84).

Příznivá změna imisních podmínek v uplynulých dvou desetiletích měla nepochybně vliv na zlepšení celkové dynamiky vývoje defoliace lesních porostů. Přesto si **defoliace v posledních letech stále zachovává velmi mírně stoupající trend**. Tento stoupající trend se projevuje u jehličnanů i u listnáčů. U jehličnanů ve větší míře, protože jsou citlivější na množství kyselé depozice v půdě a reagují proto na změny emisních podmínek opožděně. U listnáčů v o něco menší míře, protože po výrazném poklesu emisí okyselujících látek ke konci dvacátého století jejich vývoj již nebyl tolik narušen, jako v případě jehličnanů. V obou případech však tento stoupající trend ukazuje na značné časové zpoždění, s jakým lesní porosty na odkyselení prostředí reagují (Zpráva o ŽP, 2009: 55).

Z analýzy samotného decouplingu zátěže životního prostředí a hrubého domácího produktu se může zdát, že vazba mezi negativními dopady na životní prostředí a ekonomického růstu byla zlomena. Po analýze celého jevu, tedy nejen zátěže životního prostředí, ale i dopadů na životní prostředí, toto tvrzení již obstát nemůže: zatímco zátěž životního prostředí klesla velmi výrazně, dopady na životní prostředí způsobené zátěží nejenže neklesly, ale naopak v dlouhodobé perspektivě stoupají. To bylo v práci předvedeno aplikací klasického konceptu decouplingu a konceptu dvojího decouplingu na konkrétní problematiku defoliace korun stromů v důsledku nadměrného vypouštění emisí okyselujících látek do ovzduší.

V případě zátěže životního prostředí vyjádřené emisemi okyselujících látek je možné říci, že vazba mezi „environmentálním zlem“ a „ekonomickým dobrem“ byla zlomena, v případě dopadů na životní prostředí vyjádřených mírou defoliace listnatých a jehličnatých porostů ke zlomení vzájemné vazby nedošlo. Potvrdila se tak hlavní hypotéza práce, že **decoupling hrubého domácího produktu a indikátoru zátěže životního prostředí je výraznější, než decoupling hrubého domácího produktu a**

indikátoru dopadů na životní prostředí. Odpověď na hlavní výzkumnou otázku je však třeba rozdělit na dvě části, protože z důvodů uvedených v diskusi výsledků se zátěž životního prostředí vyjádřená mírou defoliace listnatých porostů a mírou defoliace jehličnatých porostů liší. V případě defoliace listnáčů můžeme říci, že k dvojímu decouplingu alespoň rámcově docházelo, v případě defoliace jehličnanů nikoliv. To je způsobeno mimo jiné tím, že listnaté porosty reagují na změnu okyselení prostředí rychleji než jehličnaté porosty, které se se změnami v prostředí vyrovnávají delší dobu.

Aplikace konceptu dvojího decouplingu jasně ukazuje, že tam, kde je to možné, tedy v případech, kde existuje dokázaná známá korelace mezi zátěží životního prostředí a dopady na životní prostředí, případně kde jsou alespoň částečně odkryty (i jiné) vzájemné vazby kauzálního rámce DPSIR mezi sledovanými jevy, je vhodnější používat k analýze koncept dvojího decouplingu. Dvojí decoupling pomůže sledovaný problém odkrýt v širších souvislostech, než osamocená analýza každého jevu zvlášť. Dvojí decoupling tak můžeme na příkladu této práce doporučit jako vhodnější analytický nástroj pro přijímání politických opatření.

V. Seznam grafů, schémat a tabulek

1 Seznam grafů

Graf 1 Vývoj emisí okyselujících látek v absolutních hodnotách	31
Graf 2 Podíl emisí jednotlivých látek na celkových emisích okyselujících látek	32
Graf 3 Vývoj emisí okyselujících látek (index 1993 = 100)	33
Graf 4 Vývoj emisí okyselujících látek (index 2000 = 100)	34
Graf 5 Vývoj defoliace starších porostů jehličnanů podle tříd	40
Graf 6 Vývoj defoliace mladších porostů jehličnanů podle tříd	41
Graf 7 Vývoj defoliace starších porostů listnáčů podle tříd	41
Graf 8 Vývoj defoliace mladších porostů listnáčů podle tříd	42
Graf 9 Míra defoliace starších a mladších porostů jehličnanů	43
Graf 10 Míra defoliace starších a mladších porostů listnáčů	44
Graf 11 Míra defoliace mladších porostů listnáčů a jehličnanů	44
Graf 12 Míra defoliace starších porostů listnáčů a jehličnanů	45
Graf 13 Vývoj HDP ve stálých cenách	48
Graf 14 Decoupling HDP a emisí okyselujících látek	52
Graf 15 Decoupling HDP a míry defoliace listnáčů	53
Graf 16 Decoupling HDP a míry defoliace jehličnanů	54
Graf 17 Porovnání číselné hodnoty míry decouplingu	55
Graf 18 Dvojitý decoupling míry defoliace listnáčů a emisí okyselujících látek s HDP	56
Graf 19 Dvojitý decoupling míry defoliace jehličnanů a emisí okyselujících látek s HDP	56

2 Seznam schémat

Schéma 1 Vyjádření číselné hodnoty míry decouplingu	10
Schéma 2 Decoupling jako cíl environmentálních strategií	12
Schéma 3 Decoupling zdrojů a decoupling dopadů	14
Schéma 4 Dvojitý decoupling	18
Schéma 5 Eko-efektivita	19
Schéma 6 Rozdělení indikátorů podle OECD	22
Schéma 7 Rámec DPSIR	23

3 Seznam tabulek

Tabulka 1 Celkové emise okyselujících látek, ČR [kt v ekvivalentu okyselení]	72
Tabulka 2 Defoliace listnatých porostů mladších 60 let, ČR [%]	73
Tabulka 3 Defoliace listnatých porostů starších 60 let, ČR [%]	74
Tabulka 4 Defoliace jehličnatých porostů mladších 60 let, ČR [%]	75
Tabulka 5 Defoliace jehličnatých porostů starších 60 let, ČR [%]	76
Tabulka 6 Míra defoliace	77
Tabulka 7 HDP v běžných cenách vypočtených různými metodami a HDP ve stálých cenách (ceny roku 2005)	78

VI. Seznam použité literatury

- (Acidifikace, 2002) Kol autorů. *Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví* [online]. 2002. Ministerstvo životního prostředí ČR. [cit. 23.4.2012]. Dostupné z [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/C946CBFF37E50B1BC12570F200493224/\\$file/ACI_DIFIKACE_web.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/C946CBFF37E50B1BC12570F200493224/$file/ACI_DIFIKACE_web.pdf)
- (Cenia D1, 2012) Cenia. Informační systém statistiky a reportingu. *Zdravotní stav lesů – specifikace indikátoru* [online]. [cit. 12.2.2012]. Dostupné z <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1622>
- (Cenia D2, 2006) Podhajská, Zdeňka. Cenia. *Naše lesy nadále chřadnou*. 2006 [online]. [cit. 14.2.2012]. Dostupné z [http://www.cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/\\$pid/MZPMSFNVTSSN/\\$FILE/zdrav_stav_lesu_LP_MD.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/$pid/MZPMSFNVTSSN/$FILE/zdrav_stav_lesu_LP_MD.pdf)
- (Cenia D3, 2012) Cenia. Informační systém statistiky a reportingu. *Zdravotní stav lesů – vyhodnocení indikátoru* [online]. [cit. 12.2.2012]. Dostupné z <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1542>
- (Cenia E1, 2012) Cenia. Informační systém statistiky a reportingu. *Emise okyselujících látek – specifikace indikátoru* [online]. [cit. 12.2.2012]. Dostupné z <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1523>
- (Cenia E2, 2012) Cenia. Informační systém statistiky a reportingu. *Emise okyselujících látek – vyhodnocení indikátoru* [online]. [cit. 12.2.2012]. Dostupné z <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1522>
- (ČSÚ, 2012) Český statistický úřad. *Hrubý domácí produkt (HPD) – Metodika* [online]. [cit. 12.2.2012]. Dostupné z [http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/hruby_domaci_produk_t_\(hdp\)](http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/hruby_domaci_produk_t_(hdp))
- (Databáze ročních národních účtů, 2012) Český statistický úřad. *Databáze ročních národních účtů* [online]. [cit. 12.2.2012]. Dostupné z http://apl.czso.cz/pll/rocnka/rocnkavyber.makroek_prod

(Driscoll a kol., 2003). Driscoll, Charles T. a kol. Effects of acidic deposition on forest and aquatic ecosystems in New York State. *Environmental Pollution* 123: 327–336. 2003. Elsevier Sci Ltd, Oxford, Anglie.

(EEA, 2000) European Environment Agency. *Environmental Signals 2000: Environmental Assessment Report No 6* [online]. [cit. 20.5.2012]. Dostupné z <http://www.eea.europa.eu/publications/signals-2000/page002.html>

(EK, 2005) Evropská komise. *Thematic Strategy on the sustainable use of natural resources* [online]. 2005. [cit. 15.12.2011]. Dostupné z <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0670:FIN:EN:PDF>

(Eurostat, 2011) Eurostat. Sustainable development in European Union. *2011 monitoring report of the EU sustainable development strategy* [online]. Evropská komise. 2011. [cit. 20.5.2012]. Dostupné z http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=KS-31-11-224

(Futmon, 2010) Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Monitoring zdravotního stavu lesa v České republice. *Ročenka programu ICP Forests/FutMon data 2008 a 2009* [online]. 2010. [cit. 12.2.2012]. Dostupné z http://www.vulhm.cz/sites/File/monitoring_stavu_lesa/FutMon_data_2008-2009.pdf

(HDP, 2006) Český statistický úřad. *Zdroje HDP a jejich užití v letech 1995 až 2005* [online]. 2006. [cit. 20.5.2012]. Dostupné z [http://www.czso.cz/csu/2005edicniplan.nsf/t/64003C3EDF/\\$File/11240501.pdf](http://www.czso.cz/csu/2005edicniplan.nsf/t/64003C3EDF/$File/11240501.pdf)

(HDP, 2007) Český statistický úřad. *Tendence a faktory makroekonomického vývoje v roce 2006 (v kontextu s dlouhodobými trendy)* [online]. 2007. [cit. 20.5.2012]. Dostupné z [http://www.czso.cz/csu/2007edicniplan.nsf/t/D8004491DC/\\$File/110107k21.pdf](http://www.czso.cz/csu/2007edicniplan.nsf/t/D8004491DC/$File/110107k21.pdf)

(HDP, 2010) Český statistický úřad. *Česká ekonomika v roce 2010 – základní trendy* [online]. 2011. [cit. 20.5.2012]. Dostupné z http://www.czso.cz/csu/tz.nsf/i/ceska_ekonomika_v_roce_2010_zakladni_trendy

(HDP, 2011) Drahomíra Dubská. *Dopady světové finanční a hospodářské krize na ekonomiku České republiky* [online]. 2011. [cit. 20.5.2012]. Český statistický úřad.

Dostupné z

[http://www.czso.cz/csu/2010edicniplan.nsf/t/0F0052AE5A/\\$File/11561013.pdf](http://www.czso.cz/csu/2010edicniplan.nsf/t/0F0052AE5A/$File/11561013.pdf)

(ICP, 2009) Institute for World Forestry. *The Condition of Forests in Europe. 2009 Executive Report* [online]. 2009. [cit. 29.4.2012]. Dostupné z http://www.icp-forests.org/pdf/ER2009_EN.pdf

(Klap a kol., 2000) Klap, Jaco M. a kol. Effects of environmental stress on forest crown condition in Europe. Part IV: Statistical analysis of relationships. *Water, Air, and Soil Pollution* 119: 387–420. 2000. Kluwer Academic Publishers, Nizozemí.

(Kovanda a Hák, 2005) Kovanda, J., Hák, T. What are the possibilities for graphical presentation of decoupling? An example of economy-wide material flow indicators in the Czech Republic. *Ecological Indicators* 7: 123–132. 2005. Elsevier Science BV, Nizozemí.

(OECD, 2001) OECD. *Decoupling, conceptual overview* [online]. 2001. [cit. 15.12.2011]. Dostupné z <http://www.oecd.org/dataoecd/23/51/25481500.pdf>

(OECD, 2002) OECD. *Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth* [online]. 2002. [cit. 15.12.2011]. Dostupné z [http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf?cote=sg/sd\(2002\)1/final&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf?cote=sg/sd(2002)1/final&doclanguage=en)

(OECD, 2003) OECD. *OECD Environmental indicators. Development, measurement and use* [online]. 2003. [cit. 15.12.2011]. Dostupné z www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf
(<http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/apcity/unpan015281.pdf>)

(OECD, 2011) OECD. *Towards Green Growth – Monitoring Progress* [online]. 2011. [cit. 15.12.2011]. Dostupné z http://www.oecd.org/document/56/0,3746,en_2649_37465_48033720_1_1_1_37465,00.html

(Oszlanyi, 1997). Oszlanyi, Július. Forrest health and environmental pollution in Slovakia. *Environmental pollution* 98: 389–392. 1997. Elsevier Sci Ltd, Oxford, Anglie.

(Situační zpráva, 2009) Rada vlády pro udržitelný rozvoj. *Situační zpráva ke Strategii udržitelného rozvoje ČR*. 2009. Ministerstvo životního prostředí.

(Situační zpráva, 2012) Rada vlády pro udržitelný rozvoj. *Situační zpráva ke Strategickému rámci udržitelného rozvoje ČR*. 2012. Ministerstvo životního prostředí.

(Statistická ročenka, 2009) Ministerstvo životního prostředí. *Statistická ročenka životního prostředí 2009* [online]. 2009. [cit. 19.3.2012]. Dostupné z [http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMSFYXSS4W/\\$FILE/rocenka2009.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSFYXSS4W/$FILE/rocenka2009.pdf)

(Steger a Bleischwitz, 2009) Steger, S., Bleischwitz, R. Decoupling GDP from resource use, resource productivity and competitiveness: a cross-country comparison. *Sustainable growth and resource productivity: economic and global policy issues*: 172-193. 2009. Greenleaf Publishing.

(UNEP, 2011) UNEP. *United Nations Decoupling Report. Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth* [online]. 2011. [cit. 7.1.2012]. Dostupné z www.unep.org/.../decoupling/files/pdf/decoupling_report_english.pdf

(Zelená zpráva, 2009). Ministerstvo zemědělství. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství v roce 2009* [online]. 2010. [cit. 20.2.2012]. Dostupné z <http://www.uhul.cz/zelenazprava/2009/zz2009.pdf>

(Zpráva o ŽP, 2009) Ministerstvo životního prostředí. *Zpráva o životním prostředí České republiky 2009* [online]. 2010. [cit. 20.2.2012]. Dostupné z [http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMJG3UQ0NF/\\$FILE/zprava_o_zp_2009_CZ.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMJG3UQ0NF/$FILE/zprava_o_zp_2009_CZ.pdf)