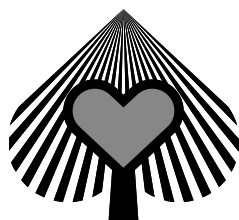


Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR



Milan Sáňka, Jan Materna

2004

edice PLANETA 2004

Odborný časopis pro životní prostředí

Ročník XII, číslo 11/2004

ISSN 1213-3393

MK ČR E 8063

Vydává Ministerstvo

životního prostředí

Vršovická 65, 100 10 Praha 10

tel. 267 122 549

fax: 267 126 549

Titul PLANETA má registrováno

Ministerstvo životního prostředí

a časopis vychází 6 až 12x ročně

jako monotematická čísla věnovaná
problematice životního prostředí.

Obsah

Úvod	5
1. Hlavní indikátory charakterizující kvalitu půd	6
1.1 Pojem funkce a kvality půdy	6
1.2 Cíle a potřeby hodnocení půd	7
1.3 Indikátory kvality půdy	7
2. Hodnocení indikátorů kvality půd z hlediska vhodnosti pro činnost orgánů ochrany ZPF	12
2.1 Barva	12
2.2 Struktura	13
2.3 Textura (zrnitost)	13
2.4 Voda v půdě	14
2.5 Konzistence půdy	16
2.6 Novotvary	16
2.7 Měrná hmotnost půdy	16
2.8 Objemová hmotnost	17
2.9 Pórovitost	19
2.10 Další fyzikální a hydrofyzikální vlastnosti půd	20
2.11 Obsah humusu	22
2.12 Půdní reakce	24
2.13 Sorpční vlastnosti	27
2.14 Oxidačně-redukční potenciál půdy	29
2.15 Obsahy rizikových prvků a rizikových látek	29
2.16 Obsahy živin	31
2.17 Biologické vlastnosti půd	32
2.18 Klasifikační systém půd	34
3. Možnosti použití celostátních průzkumů půd pro specifikaci vývojových trendů půdních vlastností	36
3.1 Vývojové trendy pH a obsahu přístupných živin v zemědělských a lesních půdách	36
3.2 Vývojové trendy obsahu organické hmoty	39
3.3 Bilanční metody hodnocení vývoje agrochemických vlastností	39
3.4 Bilanční metody hodnocení vývoje kontaminace půd – metoda kritických zátěží	42
3.5 Hlavní závěry hodnocení vývoje půdních vlastností	42
4. Hodnocení legislativních předpisů z hlediska zabezpečení ochrany produkčních a ekologických funkcí půdy	44
4.1 Plošná ochrana půdy	44
4.2 Půdní eroze	46
4.3 Kontaminace půd	48
4.4 Acidifikace	50
4.5 Úbytek organické hmoty	50
4.6 Zhutnění půd (pedokompakce)	50
4.7 Ztráta biodiverzity	52
4.8 Salinizace	52
4.9 Záplavy a sesuvy	53
4.10 Příprava evropské legislativy	53
5. Literatura	55
6. Použité legislativní předpisy	57

Přílohy

Příloha 1

Přehled sledovaných parametrů v programu bazálního monitoringu zemědělských půd 59

Příloha 2

Základní agrochemické vlastnosti půd – rozsahy hodnot 60

Příloha 3

Obsahy rizikových prvků a persistentních organických polutantů v půdě – rozsahy hodnot 64

Příloha 4

Kritéria pro hodnocení výsledků chemických rozborů zemědělských půd 67

Příloha 5

Kritéria pro hodnocení kontaminace půd 70

Příloha 6

Zásady správné zemědělské praxe a předpisy související 75

Příloha 7

Taxonomický klasifikační systém půd ČR – půdní typy a subtypy 78

Úvod

Půda vzniká a vyvíjí se na rozhraní litosféry, atmosféry, biosféry a hydrosféry. Skládá se tedy ze složky minerální – anorganické (kameny, štěrky, písek, prach, jílové částice), organické hmoty, vody, plynů a živých organismů (červi, hmyz, bakterie, hádátka, houby, řasy). Mezi pevnou, kapalnou a plynnou složkou existuje neustálá výměna molekul a iontů, ovlivňovaná fyzikálními, chemickými a biologickými procesy. Z tohoto hlediska tvoří půda složitý otevřený systém, ale svou schopností autoregulace vnitřních procesů i systém relativně samostatný. Je nutno ji chápat komplexně jako složku životního prostředí, tvořící spolu s atmosférou, hydrosférou a biocenózou funkční ekologický systém – ekosystém. Složitost systému je umocňována variabilitou v závislosti na lokalitě (vliv geologického podloží, reliéfu terénu, antropogenní činnosti). Tyto charakteristiky činí půdu velmi variabilní složkou životního prostředí, což klade vysoké nároky na definování vlastností půdy a vztahů mezi těmito vlastnostmi a na jejich sledování a využití ve vědě a v praxi. Navíc půda plní mnoho různorodých funkcí a každá z těchto funkcí vyžaduje jinou charakteristiku a klasifikaci vlastností půdy tak, aby se dala určitým způsobem kvantifikovat. K tomu je možné využít systémů indikátorů vlastností půd, které je možno kvantifikovat, stanovit pro ně reálné aberace v závislosti na podmínkách a některé i legislativně uchopit.

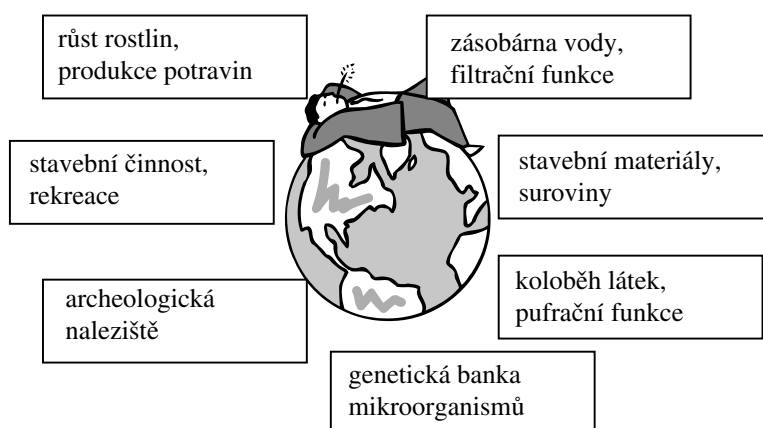
Je proto účelné a potřebné vytvořit soubor legislativních a metodických nástrojů k účelu ochrany a optimálního využívání půdy tak, aby byly zabezpečeny její plnohodnotné funkce v ekosystému. Účelem těchto nástrojů není omezení zdrojů pro člověka, vyplývajících z využívání půdy, ale naopak zabezpečení funkčnosti a využitelnosti těchto zdrojů na základě principů udržitelného života. To je, vzhledem k popsaným charakteristikám půdy, úkol náročný a dlouhodobý, vyžadující spolupráci několika resortů a jejich výzkumných kapacit. Přitom je velmi žádoucí využívat zkušeností s aplikací zahraničních legislativních předpisů a spolupráce s Evropskou unií, která připravuje soubor předpisů k problematice ochrany půdy.

1. Hlavní indikátory charakterizující kvalitu půd

1.1 Pojem funkce a kvality půdy

Vnímání pojmu „kvalitní půda“ se liší podle priorit, jež jsou individuálně přisuzovány jednotlivým funkcím (využití půdy v zemědělství, využití půdy v krajině, ekosystémové interakce, socioekonomické vztahy atd.). Je nutno uvést, že moderní zemědělské a lesnické vědy uznávají jako indikátory kvality půd nejen agrochemické a produkční vlastnosti, ale též vlastnosti důležité z ekologického hlediska, protože půdy již zdaleka neplní pouze funkci produkční, ale mnoho dalších funkcí. Z obecného hlediska byly funkce půd definovány mnoha autory (Obrázek 1.1.1). V zásadě všechny obecné funkce půd lze přiřadit i půdám zemědělským a lesním.

Obrázek 1.1.1. Schematické znázornění funkcí půdy.



Z hlediska přímé vazby na člověka je všeobecně pojímána funkce půdy jako **základního článku potravního řetězce** a současně **media pro růst rostlin**. Půda je životně důležitou **zásobárnou vody** pro suchozemské rostliny a mikroorganismy a je **filtračním čistícím prostředím**, přes které voda prochází. Často je přehlížen **význam mikrobiální složky půdy**. Je však třeba si uvědomit, že například cyklus vody, uhlíku, dusíku, fosforu, a síry probíhá v půdě prostřednictvím interakcí mikroorganismů s fyzikální a chemickou složkou půdního prostředí. Půdní organická hmota je hlavní suchozemskou **zásobárnou uhlíku, dusíku, fosforu a síry** a balance a přístupnost těchto prvků je neustále ovlivňována mikrobiální mineralizací a imobilizací. Současně jsou mikroorganismy obrovskou a nedocenenou **zásobárnou genetické informace**.

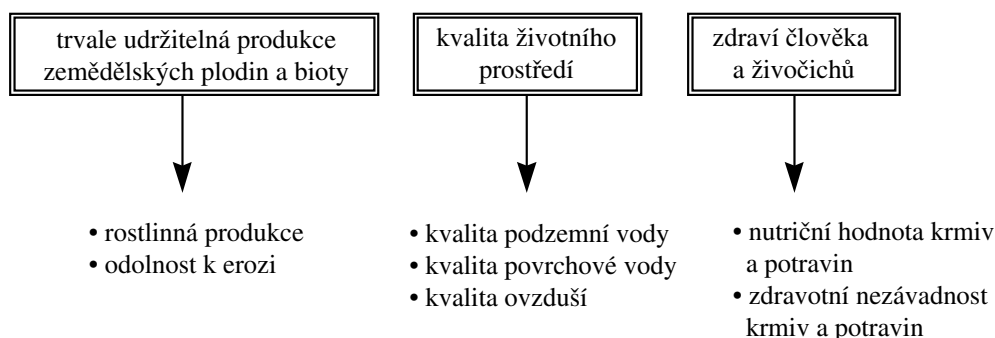
Půda hraje zcela zásadní a nezastupitelnou roli ve **stabilitě ekosystémů a v ovlivňování bilancí látek a energií**. Působí jako environmentální pufrací medium, jež mimo jiné zadržuje, degraduje, ale za určitých podmínek i uvolňuje potenciálně rizikové látky. V tomto smyslu je tedy stav půdního fondu jedním z faktorů přímo vytvářejících a ovlivňujících stav životního prostředí a udržitelný život.

Z půdy pochází mnoho základních složek **stavebních materiálů a surovin**, současně půda poskytuje **prostor pro umístění staveb**, pro **rekreační činnost** a další aktivity člověka.

V neposlední řadě je půda prostředím, v němž probíhá **archeologický a paleontologický výzkum**.

Opomineme-li specifické požadavky na kvalitu půdy z hlediska jejího využití jako stavebních materiálů, je možné pojem kvality půdy vyjádřit třemi základními aspekty (Parr et al., 1992; Granatstein a Bezdíček, 1992; Arshad a Coen, 1992, Hornick, 1992):

Obrázek 1.1.2. Základní aspekty pro odvození kvality půdy z hlediska plnění produkčních a ekologických funkcí.



Chceme-li tedy se zemědělskou půdou dobře hospodařit a zachovat ji též v přijatelném stavu pro příští generace, je důležité kvalitu půdy definovat komplexně. Z definicí, které se blíží tomuto pojetí je možno uvést několik příkladů:

- Kvalitu půdy tvoří základní atributy půd, které jsou odvozeny z půdních charakteristik nebo nepřímých sledování (např. náchylnost ke zhutnění, erodovatelnost, úrodnost). (SSSA, 1987).
- Kvalita půdy je schopnost půdy zajišťovat a udržovat růst rostlin, což zahrnuje faktory jako stupeň kultivace (obdělávatelnosti), obsah organické hmoty, struktura, hloubka půdy, vodní kapacita, propustnost, pH, obsah živin atd. (Power and Myers, 1989).
- Kvalita půdy je schopnost půdy fungovat produktivním a udržitelným způsobem a současně udržovat nebo zlepšovat svou podstatu, životní prostředí a zdraví rostlin, živočichů a člověka. (NCR-59 meeting minutes, Madison, WI, 1991).
- Kvalita půdy je schopnost půdy plnit funkce daného ekosystému a pozitivně reagovat s externím prostředím. (Larson and Pierce, 1991).
- Kvalita půdy je schopnost půdy udržitelným způsobem produkovat zdravou a výživnou rostlinnou produkci a zvyšovat zdraví a vitalitu živočichů i člověka, aniž by došlo k narušení přírodních zdrojů nebo k poškození životního prostředí. (Parr et al., 1992).

Všem definicím je společné, že kvalita půdy je schopnost půdy efektivně zabezpečit svoji funkčnost v přítomnosti i budoucnosti. Nejasnosti vyplývají z neschopnosti identifikovat hlavní oblasti zájmu s ohledem na plnění funkcí půdy. Tyto oblasti byly definovány takto (Rodale Inst., 1991):

1. *Produktivita*: schopnost půdy zajišťovat rostlinnou a biologickou produkci.
2. *Kvalita životního prostředí*: schopnost půdy omezovat a snižovat důsledky kontaminantů a patogenů.
3. *Zdraví a vitalita živočichů*: vzájemné vztahy mezi kvalitou půdy a zdravím rostlin, živočichů a člověka.

Vycházejí z těchto dílčích definic byla navržena definice kvality půdy (Doran and Parkin, 1994):

Schopnost půdy plnit funkce daného ekosystému tak, aby byla trvale zajišťována biologická produktivita, udržována kvalita životního prostředí a podporováno zdraví rostlin a živočichů.

1.2 Cíle a potřeby hodnocení půd

Přístupy k definicím kvality půdy v kapitole 1.1 jsou uváděny jako holistické. Přesto nelze říci, že by komplexně vyhodnocovaly vazby mezi půdou a ostatními složkami ekosystémů, především z hlediska biodiverzity a celkové funkce půdy v krajině. Takový přístup se prozatím jeví technicky nereálný, jelikož kvantifikace a interpretace by se dostala do neuvěřitelných rozměrů. Proto je třeba souběžně vyvíjet a využívat cílené přístupy.

Z hlediska uvedeného holistického přístupu formulovali autoři Doran a Parkin (1994) aktuální a výhledové cíle hodnocení půd:

1. Stanovení referenčních a prahových hodnot indikátorů kvality půdy v závislosti na klimatu, typu půdy a způsobu hospodaření. To současně vyžaduje standardizaci metod vzorkování, analýz a zpracování výsledků.
2. Vývoj praktického ukazatele pro hodnocení kvality půdy „on site“ (na místě), jež může být využit i k účelům ekonomicko-finančním.
3. Stanovení vlivu kvality půdy na růst rostlin, nutriční složení a potažmo zdravotní stav živočichů a člověka. Stanovení indikátorů kvality půdy, které mohou být vztaženy ke kvalitě potravin a zdraví.
4. Stanovení vlivů současných způsobů hospodaření a způsobů zohledňujících udržitelný rozvoj na půdní vlastnosti. V rámci toho vyhodnotit vlivy půdy na atmosféru (predikce globálních klimatických změn).
5. Vývoj metod a kritérií socioekonomického hodnocení půd a systémů hospodaření. Vyhodnotit potenciální vlivy zlepšování kvality půdy včetně vlivu na produktivitu, omezování kontaminace, sedimentaci, efektivnost při využívání živin, efektivitu energetických vstupů.
6. Specifikace biologických parametrů tvořících kvalitu půdy
7. Vývoj metod „přesného zemědělství“, vývoj metod hospodaření jež udržují nebo zvyšují biologickou diverzitu.
8. Vývoj metod dálkového průzkumu pro měření klíčových indikátorů kvality půdy a jejích změn.

I když základní přístupy k hodnocení půd jsou shodné, existují určité odlišnosti podle charakteru vegetačního krytu a stupně antropogenního ovlivnění pedogenetického vývoje. Zejména jsou rozdíly mezi zemědělskými a lesními půdami. Zatímco zemědělské půdy jsou soustavně ovlivňovány lidskými zásahy, změny v lesních půdách tímto způsobem probíhají jen výjimečně. Rozhodující působení na ně je nepřímé a to dřevinným složením porostů, jejich strukturou a celkovým hospodařením v nich. Lesní půdy jsou daleko výrazněji ovlivňovány změnami ve složení ovzduší, depozicí sloučenin síry a dusíku, rizikových prvků a rizikových látek. Hlavním nadstavbovým kritériem pro hodnocení lesních půd je ohrožení stability celého ekosystému.

1.3 Indikátory kvality půdy

Ke kvantifikaci pojmu „kvalita půdy“ je snaha používat soubor indikátorů – půdních vlastností, které lze měřit a číselně vyjadřovat. Takto bylo navrženo několik systémů různě pojatých, u všech je však nutno si uvědomit, že:

- a) výběr indikátorů je omezený, zčásti subjektivní a pokud má být prakticky použitelný nikdy nemůže zachytit celý rozsah půdních vlastností,

- b) pro specifické funkce je nutno použít specifické indikátory, ale i v rámci jedné definované funkce se mohou konkrétní hodnoty optimálního rozmezí indikátorů lišit (např. v rámci produkční funkce se liší vhodné agrochemické parametry pro jednotlivé plodiny),
- c) optimální rozsahy půdních indikátorů se liší nejen v závislosti na funkci, ale též na použité metodě ke stanovení, souboru podkladových dat, použité statistické metodě apod.

Aby mohl být systém hodnocení kvality kvantifikován, je nezbytné, aby vycházel z určitých údajů o půdních vlastnostech. Pro praktické použití v oblasti vědy, zemědělství, ekologie, ochrany prostředí a rozhodovacích procesů, by tento systém měl splňovat tato kritéria (Doran and Parkin, 1994):

1. Zohlednit procesy mající návaznost na celý ekosystém
2. Zahrnout fyzikální, chemické a biologické vlastnosti a procesy
3. Být přístupný mnoha uživatelům a aplikovatelný v praktických podmínkách
4. Zohlednit klimatickou variabilitu a variabilitu způsobů hospodaření
5. Pokud možno vycházet z existujících databází o půdě

Vycházejí ze všech požadavků, je možno jako příklad holistického přístupu prezentovat podle uvedených autorů návrh základního souboru indikátorů k hodnocení kvality půdy (tabulka 1.3.1). Některé indikátory by měly být měřeny přímo v terénu, aby bylo možno laboratorní výsledky vztáhnout k terénním podmínkám. Příkladem je objemová hmotnost půdy. Laboratorní analýzy na obsah organické hmoty, dusíku atd. jsou prováděny ve vztahu k hmotnosti. Tyto výsledky jsou používány ke stanovení vlivu systémů hospodaření na kvalitu půdy ve vztahu ke změnám v obsahu organické hmoty nebo dusíku. Srovnávání by však nemělo být prováděno na gravimetrické bázi protože půdy jsou běžně vzorkovány jako určitý objem do určité hloubky.

Uvedené indikátory je nutno považovat za základní¹. Je pravděpodobné, že k bližší specifikaci bude nutno stanovovat další parametry. Ke stanovení významu změn v plnění funkcí půdy je současně nezbytné stanovit hraniční hodnoty uvedených indikátorů.

Jiný příklad stanovení parametrů ke sledování vlastností půdy a monitoringu změn uvádějí Larson a Pierce (1991) jako minimální soubor dat (minimum data set – MDS) (tabulka 1.3.2). Výběr parametrů pro MDS vycházel z:

- a) Potřeby zahrnout parametry citlivé ke způsobům hospodaření u nichž mohou být změny zaznamenány v relativně krátkém čase,
- b) potřeby zahrnout analyticky přístupné parametry,
- c) potřeby zahrnout pedotransferové funkce pro definování vzájemného vztahu půdních vlastností.

Význam pojmu kvalita půdy vyplývá z parametrů uvedených v tabulkách 1.3.1, 1.3.2 a 1.3.3. Pro kvantifikaci posuzování je nutno vytvořit soubor referenčních hodnot parametrů. K dosažení tohoto cíle je možno použít dvou přístupů:

- (i) podmínky vycházející z přirozených (nenarušených) půd
- (ii) podmínky vycházející z předpokladu maximální, trvale udržitelné produkce

Při použití druhého přístupu a prvků podle obrázku 2 navrhli Doran and Parkin, (1994) index kvality půdy (SQ, soil quality) jako funkci šesti specifických prvků:

$$SQ = f(SQ_{E1}, SQ_{E2}, SQ_{E3}, SQ_{E4}, SQ_{E5}, SQ_{E6}) [1]$$

kde:

SQ_{E1} = produkční funkce (produkce potravin, krmiv a vlákniny)

SQ_{E2} = erodovatelnost

SQ_{E3} = kvalita podzemních vod

SQ_{E4} = kvalita povrchových vod

SQ_{E5} = kvalita ovzduší

SQ_{E6} = kvalita potravin a krmiv (nutriční hodnota, zdravotní nezávadnost)

Pro každý prvek je možno stanovit optimální cíle, hodnoty v daném ekosystému. Např. cílové výnosy pro SQ_{E1} , limity erozních ztrát pro SQ_{E2} , koncentrační limity pro vyluhování do podzemních vod pro SQ_{E3} , limity odnosu živin a rizikových látek do povrchových vod pro SQ_{E4} , prahové hodnoty produkce plynů, které přispívají k destrukci ozonoféry pro SQ_{E5} , nutriční hodnota a limity obsahů rizikových látek pro SQ_{E6} . K jednotlivým prvkům jsou pak přiřazovány váhové koeficienty podle toho, jakou má který prvek v konkrétním hodnoceném ekosystému preferenci:

$$SQ = f(K_1 SQ_{E1}, K_2 SQ_{E2}, K_3 SQ_{E3}, K_4 SQ_{E4}, K_5 SQ_{E5}, K_6 SQ_{E6}) [2]$$

kde K jsou váhové koeficienty

Dále, každý prvek v rovnici [1] bude specifikován na základě pěti funkcí půdy (soil functions, SF) (Larson a Pierce, 1991):

¹ Mezi základní parametry patří též kationtová výměnná kapacita (CEC), a stabilita agregátů jež ve výčtu nejsou uvedeny. Předpokládá se, že CEC je funkcí obsahu organické hmoty, pH a obsahu jílových součástí. Parametry stability agregátů jsou dány obsahem organické hmoty, infiltrací po zvlhčení a objemovou hmotností.

- (i) SF_1 = schopnost zadržovat, přijímat a uvolňovat vodu pro rostliny a povrchové a podzemní zásoby vody
- (ii) SF_2 = schopnost zadržovat, přijímat a uvolňovat živiny a ostatní chemické látky
- (iii) SF_3 = podporovat a udržovat kořenový růst
- (iv) SF_4 = udržovat vhodné podmínky pro půdní biotu
- (v) SF_5 = obdělávacelnost a odolnost k degradaci (zranitelnost)

Hodnocení každého prvku indexu kvality půdy pak bude mít formu funkční závislosti popisující jak pět uvedených funkcí půdy ovlivňuje každý individuální prvek indexu.

$$SQ_{E1} = f(SF_1, SF_2, SF_3, SF_4, SF_5)$$

$$SQ_{E2} = f(SF_1, SF_2, SF_3, SF_4, SF_5)$$

$$SQ_{E3} = f(SF_1, SF_2, SF_3, SF_4, SF_5)$$

$$SQ_{E4} = f(SF_1, SF_2, SF_3, SF_4, SF_5)$$

$$SQ_{E5} = f(SF_1, SF_2, SF_3, SF_4, SF_5)$$

$$SQ_{E6} = f(SF_1, SF_2, SF_3, SF_4, SF_5)$$

Je zřejmé, že výpočet SQ indexu musí být založen na měřitelných parametrech.

Parametry uvedené v tabulkách 1.3.1 a 1.3.2 nemají specifikovány optimální rozsahy hodnot a sami autoři uvádějí, že hodnocení může být v mnoha případech problematické v důsledku velké variability (biologických) parametrů během roku, závislosti na momentálním stavu obdělávání ap. Přestože je tento přístup uváděn jako komplexní, z parametrů vyplývá spíše zaměření na produkční schopnosti půd.

Tabulka 1.3.1. Navržené fyzikální, chemické a biologické parametry jako základní indikátory kvality půdy (Doran, Parkin, 1994).

Fyzikální parametry	metoda, poznámka
textura	
hloubka půdy a prokořenění	půdní sonda
objemová hmotnost a propustnost	polní zkoušky
vododržnost	polní zkoušky po zavlažení
retenční charakteristiky	obsah vody při tlaku 33 a 1500 kPa
obsah vody	gravimetrická analýza, vzorkováno před a po závlaze
teplota půdy	měřeno v hloubce 4 cm
Chemické parametry	
celkový organický C a N	mokrý nebo suchý spalování, objemově
pH	
vodivost	
minerální N (NH_4 a NO_3), P a K	
Biologické a biochemické parametry	
mikrobiální biomasa C a N	objemově
potenciálně mineralizovatelný N	anaerobní inkubace, objemově
respirace	
poměr C biomasy / C celkový organický	výpočtem
poměr respirace / biomasa	výpočtem

Tabulka 1.3.2. Minimální rozsah parametrů pro sledování kvality půdy (MDS) (Doran, Parkin, 1994).

parametr	metoda, poznámka
přístupné živiny	analytické testy
celkový organický C	suchý nebo mokrý spalování
uvolnitelný organický C	NH_4 -N uvolňování v rozkladu horkým KCl
textura	pipetovací metoda
hydrolimity (obsah přístupné vody)	
objemová hmotnost, propustnost	polní testy
maximální hloubka prokořenění	specifické podle plodiny
pH	
vodivost	

Tabulka 1.3.3. Výběr indikátorů vzhledem k plnění funkcí půdy a měřené parametry (Loveland, Thompson, 2002, upraveno).

indikátor	vliv na funkce	měřený parametr	poznámka
<i>chemické vlastnosti</i>			
půdní reakce	A B C e	pH aktivní, výměnné v humusovém horizontu	aktivní pH může být proměnlivé
obsah a kvalita organické hmoty	A B C e	organický uhlík v humusovém horizontu	
obsahy živin	A B C	přijatelné obsahy P, K, Mg, Ca, mikroelementů	
stupeň kontaminace	A B C E	obsahy rizikových prvků a rizikových látek	závislost na dalších půdních vlastnostech, extragentu aj.
<i>fyzikální vlastnosti</i>			
struktura	a b c	pórovitost, stabilita agregátů	často měřeno nepřímo nebo odhadem (vizuálně) v terénu
hustota	a b c	objemová hmotnost humusového horizontu	proměnlivé v důsledku kultivace
stupeň eroze	a b c d f		problematická kvantifikace a měřitelnost, počítána je potenciální eroze
zástavba, zábor	A B C D E F	terénní a dálkový průzkum	
fyzikální narušení, odstranění humusového horizontu	A B C D E F	terénní a dálkový průzkum	
půdní hydrolimity	A b C e	fyzikální válečky	
<i>biologické vlastnosti</i>			
biomasa	A B C e	obsah mikroorganismů	fluktuační biomasy mikroorganismů v závislosti na vlhkosti, teplotě, živinách
biodiverzita	a b C	populace indikátorových skupin	
<i>funkční vlastnosti</i>			
produktivita (zemědělská)	A	BPEJ nebo jiná klasifikace	
produktivita (biomasa)	A	pH, stav zásobenosti živinami a vodou	
retence živin	B	koncentrace NO ₃ v podzemních (povrchových) vodách	významná variabilita podle období
schopnost neutralizovat škodlivé látky	B	chemie povrchových vod	obtížně kvantifikovatelné, závislé na povaze škodlivých látek
schopnost podpory různých ekosystémů	C		problematická kvantifikace a sběr dat
vlastnosti pro stavební účely	D		testování vlastností materiálů (plasticita, srážlivost, korozivita aj.)
zdroje surovin	E		zhodnocení ostatních funkcí těžbou
zdroj vody	E	stav podzemní vody	obtížná měřitelnost

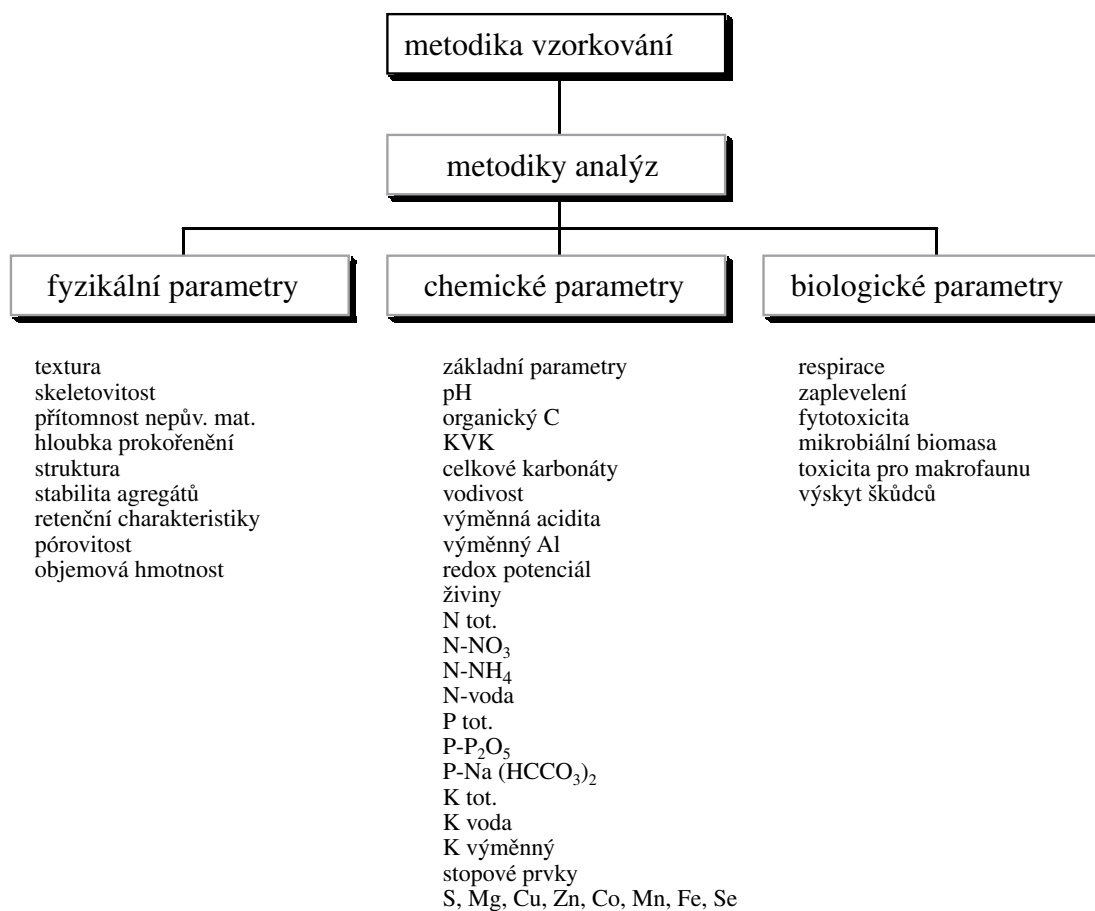
Funkce:

- A produkce biomasy
 - B filtrace, pufrace a transformace látek
 - C ochrana genové základny
 - D poskytování plochy pro další aktivity
 - E zdroj surovin
 - F ochrana archeologických a paleontologických památek
- Velká písmena značí přímou vazbu, malá písmena nepřímou vazbu

Jiným přístupem pro stanovení parametrů hodnotících kvalitu půdy může být excerptce z existujících legislativních předpisů. Ty jsou ovšem především zaměřeny na určitým způsobem kontrolovatelné parametry, které signalizují poškození půdy. Proto se v legislativě většinou neobjevují základní půdní vlastnosti, ale především parametry poškození chemických vlastností půdy, nejčastěji kontaminace.

Ucelený přehled půdních vlastností teoreticky použitelných pro hodnocení půdy lze převzít z návrhů ISO norem, ze skupiny ISO TC 190 „Kvalita půdy“. Zde byla navržena ke zpracování norma „Požadavky na charakteristiky půd z hlediska udržitelného zemědělství – bez závlah“. (Obrázek 1.3.1).

Obrázek 1.3.1. Obecná struktura návrhu normy ISO „Požadavky na charakteristiky půd z hlediska udržitelného zemědělství – bez závlah“.



Další přehledné seznamy jsou součástí programů půdních monitoringů. Příklad úplného rozsahu půdních vlastností v programu monitoringu zemědělských půd ČR je uveden v příloze 1. (Sáňka a kol., 1998).

Pro hodnocení kvality lesní půdy a zejména změn vyvolaných znečištěným ovzduším existují postupy zpracované pro monitoring v rámci mezinárodního kooperativního programu (ICP Forest). Hlavní důraz je při tom kladen na charakteristiku chemismu půd. Protože jsou vztahy mezi stavem půdy, zásobami živin v ní a růstem, vitalitou a stabilitou porostů poměrně volné, používají se jako významný indikátor též výsledky listových analýz.

2. Hodnocení indikátorů kvality půd z hlediska vhodnosti pro činnost orgánů ochrany ZPF

Cílem je podat přehled základních charakteristik, které se používají k vyhodnocení kvality půdy, pokud jsou tyto vlastnosti kvantifikovatelné, uvést jejich rozsahy pro půdy ČR a pokud jsou součástí metodických nebo legislativních předpisů, také zhodnotit jejich potenciální využitelnost pro činnost orgánů ochrany půdy.

Nejde o vyčerpávající přehled všech vlastností půd, ale pouze o ty vlastnosti, které se v praxi více nebo méně používají pro popis a vyhodnocení půdy.

U většiny kapitol jsou samostatně uvedeny charakteristiky zemědělských a lesních půd. Jednak proto, že lesní půdy si zachovávají i přes značné lidské zásahy do jisté míry svůj přirozený charakter a jednak míra a způsob ochrany lesních půd jsou jiné než u zemědělských půd. U kvalitních zemědělských půd je stále v popředí zájmu produkční funkce, avšak ekologické funkce se při hodnocení stále více uplatňují. U lesních půd je rozhodující ochrana celého ekosystému, jehož stabilita má být zachována i při snaze o trvale udržitelné obhospodařování lesů. Za druhé má být zachován i rozsah mimoprodukčních funkcí lesů, v daných souvislostech především jejich vodohospodářská funkce – vliv na odtok a kvalitu vody.

Významně se odlišují lesní půdy i tím, že organický horizont tvoří samostatnou, charakteristickou vrstvu se specifickými vlastnostmi. V této vrstvě se mimo jiné hromadí látky ze znečištěného prostředí a proto může mít tato vrstva velký význam pro indikaci minulého i současného zatížení některými rizikovými látkami.

2.1 Barva

Popis

Barva je důležitou charakteristikou při popisu půdního profilu. Vztahuje se k individuálním diagnostickým horizontům. Rozhodujícím činitelem určujícím barvu půdy v povrchových humusových horizontech je obsah organické hmoty, v podpovrchových a substrátových horizontech je to pak přítomnost minerálů a oxido – redukční podmínky.

Zjišťuje se odhadem nebo přesněji podle Munsellovy barevné škály, kde je srovnáváním se stanovenými stupnicemi určována barva (hue), sytost (chroma) a odstín (value).

Rozsahy, kritéria

Zemědělské půdy

Zabarvení jednotlivých vrstev (horizontů) půdního profilu je důsledkem půdotvorných faktorů a u zemědělských půd významně i typem a intenzitou kultivace. Pokud má humusový horizont vyšší mocnost než je hloubka kultivace (např. černice, některé černozemě), je ornice barevně málo odlišitelná od podorničí. U většiny orných zemědělských půd vznikla ornice kultivací a homogenizací původního humusového horizontu a části hlouběji uloženého horizontu (B, E, C). Tak se vytvořil relativně ostrý barevný přechod mezi ornici a podorničím. Orniční horizont má většinou zabarvení v odstínech mezi šedavě hnědou a černou, podle obsahu organické hmoty, barva hlubších horizontů je výsledkem pedogenetických procesů a mineralogického složení substrátu.

Nečastější zastoupení barev podle Munsellovy barevné škály je v kategorii 10 Y R (od černé přes hnědou a žlutavě hnědou ke světlým šedavým odstínům).

Lesní půdy

U lesních půd je tmavý až černý humusový horizont soustředěn většinou na relativně tenkou povrchovou vrstvu s akumulací humusu. Postupně, směrem do hloubky se obsah humusu snižuje, což ovlivňuje i zabarvení půdy. Profily lesních půd jsou barevně variabilnější než u půd zemědělských, kde dochází k homogenizaci svrchní orniční vrstvy kultivací. Vlastní organický horizont na povrchu půdy se barevně výrazně odlišuje od minerálních horizontů. Také povrchové vrstvy minerální půdy jsou v různé míře prosyceny humusovými látkami a podle toho vyznívá i jejich vybarvení. Zbarvení minerální půdy může zřetelně dokládat průběh půdotvorných procesů, podzolizace, vytváření slepenců, oglejení. Význam pro vybarvení, mimo humusu, mají především oxidy železa, event. manganu.

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Využitelnost spočívá v použití měřítka pro odhad obsahu organické hmoty v půdě – viz kap. 2.11. Současné je barva jedním z kritérií používaných v taxonomii půd a v rozlišení diagnostických horizontů.

V typologii lesních půd je barva důležitým indikátorem procesů, které v půdě probíhají a klasifikační systémy se o vybarvení profilů lesních půd opírají.

2.2 Struktura

Popis

Hodnotí velikost, tvar, vyvinutost a stav povrchu půdních agregátů a prostory mezi nimi. Je určována faktory fyzikálními (vysychání, zvlhčování, mrznutí, tání), chemickými (mineralogická skladba, chemické vazby, tvorby agregátů), biologickými (působení kořenů, půdních živočichů, a mikroorganismů). Stanovuje se pro jednotlivé horizonty.

Rozsahy, kritéria

Struktura není kvantifikována. Základní typy půdní struktury uvádí tabulka 2.2.1.

Tabulka 2.2.1. Základní typy struktury půdy.

kulovitá	polyedrická	hranolovitá (prismatická)	deskovitá
hrudovitá	polyedrická	hrubě prismatická	deskovitá
hrudkovitá	drobně polyedrická	prismatická	destičkovitá
drobtová		drobně prismatická	lístkovitá
jemně drobtová			
práškovitá			

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Vzhledem k subjektivnímu charakteru určování struktury je využití této vlastnosti pro legislativní předpisy problematické. V obecném popisu půd by však charakteristika strukturního stavu neměla chybět.

To platí i pro lesní půdy. Přesto jsou základní typy struktury dosti charakteristickou vlastností určitých typů lesních půd.

2.3 Textura (zrnitost)

Popis

Zrnitost udává velikost a poměrné zastoupení jednotlivých půdních frakcí. Zrnitost se velmi významně podílí na průběhu pedogenetických procesů, ale i na agronomické a ekologické charakteristice půdy. Používají se různé klasifikace zrnitosti. V ČR se doposud nejčastěji používá jednoduchá a praktická Novákova klasifikace. Přesnější klasifikace je uvedena v rámci Taxonomického klasifikačního systému půd ČR (Němeček, 2001).

Na základě výsledků laboratorních rozborů je možné půdu přesně zařadit do skupiny zrnitosti podle poměru jednotlivých frakcí. V terénu se zrnitost odhaduje prstovou zkouškou a k vyjádření se používá klasifikační stupnice zrnitosti. Zařazením půdy podle zrnitosti je dán půdní druh.

Rozsahy, kritéria

Zemědělské půdy

Podle různých klasifikací je hodnoceno zastoupení jednotlivých zrnitostních tříd (frakcí). U nás se nejvíce používá Novákova klasifikace půdní zrnitosti (tabulka 2.3.1). Kritéria pro hodnocení zrnitostního rozboru jsou pak dána v tabulce 2.3.2.

Tabulka 2.3.1. Novákova klasifikace půdního druhu (příloha č. 8 k vyhlášce č. 275/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů).

procento jílnatých částic < 0,01 mm	označení půdního druhu		
0 – 10	písečná	p	lehké
10 – 20	hlinitopísečná	hp	
20 – 30	písečtohlinitá	ph	střední
30 – 45	hlinitá	h	
45 – 60	jílovitohlinitá	jh	těžké
60 – 75	jílovitá	jv	
> 75	jíl	j	

Tabulka 2.3.2. Kritéria hodnocení zrnitostního rozboru.

Velikost zrn	název frakce	způsob stanovení
menší 0,001 mm	jíl	přímo
0,001 – 0,01 mm	jemný a střední prach	dopočtem
menší 0,01 mm	jílnaté částice	přímo
0,01 – 0,05 mm	hrubý prach	přímo + dopočtem
0,05 – 0,25 mm	jemný písek	dopočtem
0,25 – 2,00 mm	střední písek	přímo

Většina našich půd spadá do kategorie střední, půdní druh hlinitý. Zastoupení půdních druhů na základě pozorovacích ploch bazálního monitoringu půd udává tabulka 2.3.3.

Tabulka 2.3.3. Počty pozorovacích ploch bazálního monitoringu půd v jednotlivých kategoriích půdního druhu (Kňákal, 2000).

horizont	druh půdy							celkem
	p	hp	ph	h	jh	jv	j	
	počet							
ornice	0	27	45	85	16	1	1	218
podorníčí	3	23	33	72	27	8	1	214
spodina	15	16	28	52	23	8	3	188

Lesní půdy

Pro část lesních půd má značný význam právě příměs hrubších částic – skeletu. Ten pak velmi značně ovlivňuje jak půdotvorné procesy, tak i úrodnost půdy. V horských oblastech je možno se setkat s podklady tvořenými jen skeletem a organickým horizontem. V takovém případě jde o stanoviště mimořádně citlivá na zásahy do lesních porostů a vegetačního krytu vůbec.

Podrobnější rozdělení skeletu podle ČSN 72 1001

Tabulka 2.3.4. Podrobnější rozdělení skeletu podle ČSN 72 1001.

velikost částic v mm	název
2 – 8	drobný štěrky
8 – 32	střední štěrky
32 – 128	hrubý štěrky
128 – 256	kameny
nad 256	balvany

K rozřazení jemnozeme i jílovitých frakcí se používá klasifikace podle Nováka, stejně jako pro půdy zemědělské.

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Půdní druh je důležitý parametr, který ovlivňuje i další vlastnosti půdy. Využitelnost je především jako jedna z charakteristik úrodnosti půd a dále jako kritérium třídění pro použití diferencovaných limitů obsahů rizikových látek v půdě (příloha 5) a obsahů živin v půdě (příloha 4).

Textura je též parametrem, který vstupuje do metodických postupů výpočtu zranitelnosti půd.

2.4 Voda v půdě

Popis

Obsah vody v půdě je zásadní parametr ovlivňující růst rostlin. Aktuální zásoba vody v půdě závisí především na srážkách a výšce hladiny podzemní vody. Důležitá je však vlastnost půdy zadržovat vodu, jež závisí především na textuře a struktuře. K popisu této charakteristiky se používají půdní hydrolimity:

- **maximální vodní kapacita** (maximální množství vody, které je půda schopna zadržet)
- **polní vodní kapacita** (obsah vody v půdě po ztrátě vody gravitační)
- **bod vadnutí** (obsah vody při kterém již rostliny nejsou schopny překonat síly poutající molekuly vody v půdě)

- **maximální kapilární vodní kapacita** (schopnost půdy zadržovat vodu pro potřeby rostlin)
- retenční vodní kapacita (obsah vody zadržovaný v kapilárních pórech)

V terénu se vlhkost určuje pocitem, který zemina vyvolává stiskem v dlani. Používá se pětistupňová základní stupnice:

1. vyprahlá 2. suchá 3. vlhká 4. vlhká 5. mokrá. Je též důležitým doprovodným znakem pro charakteristiku barvy a konzistence.

Rozsahy, kritéria

Zemědělské půdy

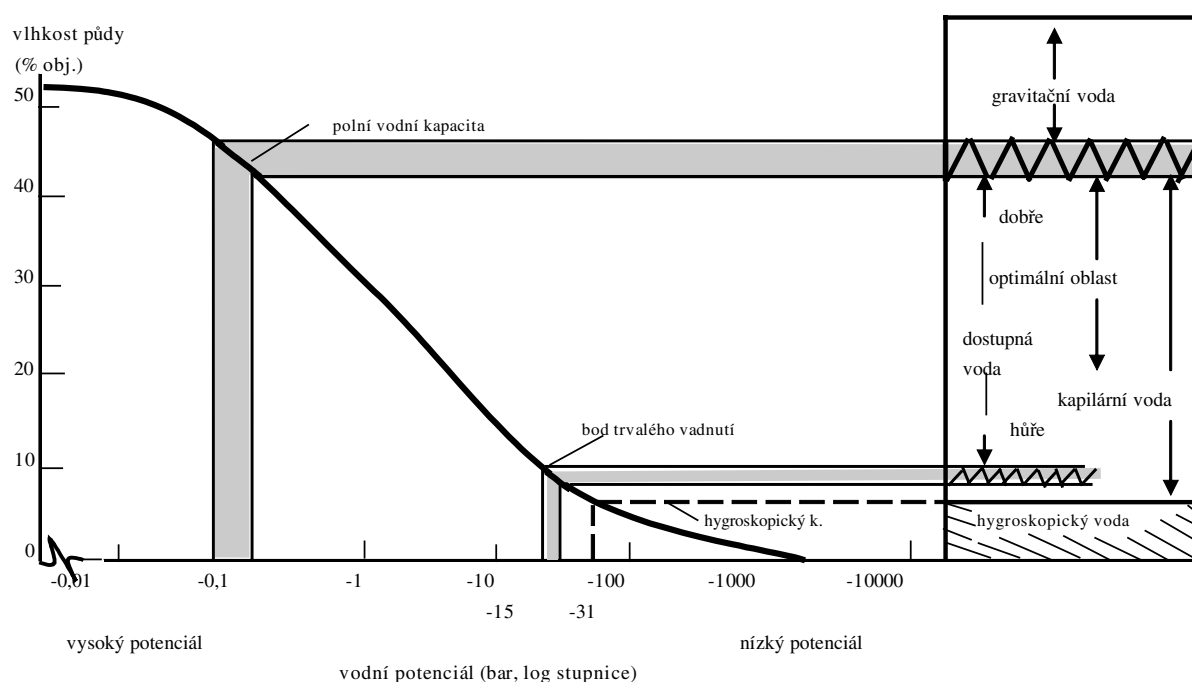
Existují pouze orientační hodnoty rozsahů hydrolimitů. Tabulka 2.4.1 uvádí průměrné hodnoty půd ČR pro maximální kapilární vodní kapacitu stanovenou rozbořem neporušeného půdního vzorku. Schematicky je znázorněno rozložení hydrolimitů v závislosti na vodním potenciálu na obrázku 2.4.1

Tabulka 2.4.1. Průměrné hodnoty maximální kapilární vodní kapacity pro jednotlivé druhy půdy. Výsledky hodnocení programu bazálního monitoringu půd (Kňákal, 2000).

horizont	druh půdy							celkem
	p	hp	ph	h	jh	jv	j	
	maximální kapilární vodní kapacita v %							
ornice	nd	30,73	34,87	35,24	37,77	41,26	46,48	35,07
podorníčí	26,90	29,73	30,37	34,00	36,84	41,94	44,83	33,79
spodina	25,59	29,46	31,24	34,58	36,00	39,92	52,79	33,73

nd = nedefinováno (žádná plocha k dispozici)

Obrázek 2.4.1. Vztah půdní vlhkosti a vodního potenciálu a půdní hydrolimity ve středně těžké půdě. V pravé části obrázku jsou uvedeny kategorie půdní vody s ohledem na její přístupnost pro rostliny. (upraveno podle: Brady, 1990, in: Šimek, 2003).



Lesní půdy

Rozložení vody a jednotlivé její formy v lesních půdách nejsou ovlivněny obděláváním, jsou dány přirozenými procesy, do jisté míry však závisí na hospodářských zásazích, druhovém složení porostů, probírkách, způsobu mýtních těžeb i na rozsáhlejších kalamitách. Schopnost lesních půd přijímat a zadržovat vodu je do značné míry ovlivněna mocností a kvalitou materiálu organického horizontu. Množství vody zadržované v silnějších vrstvách surového humusu v horských oblastech se pohybuje řádově v $10^2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Využitelnost půdních hydrolimitů je pro praxi omezená protože se standardně nestanovují. Důležité je uplatnění ve výzkumu, pokusnictví a v průzkumech zaměřených na úpravy vodního režimu půd.

V zahraniční legislativě se pro správné rozhodování nepoužívají.

2.5 Konzistence půdy**Popis**

Udává stupeň vzájemného poutání částic mezi sebou a lpění zeminy k cizím předmětům. Klasifikuje se podle

- a) stupně lepidlosti: nelepivá → *silně lepidivá*
- b) stupně plasticity: neplastická → *silně plastická*
- c) stupně pevnosti: kyprá → *velmi tuhá*

Rozsahy, kritéria

Nejsou uváděny pro absenci kvantifikace této vlastnosti

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Používá se pouze pro orientační hodnocení půdy v terénu. V legislativě se nepoužívá.

2.6 Novotvary**Popis**

Novotvary se v půdě vyskytují jako produkty chemických, fyzikálně-chemických a biologických procesů. Významným novotvarem v lesních půdách na písčitéch substrátech je ortštein – stmelenec. Jeho výskyt ukazuje na velkou chudost výchozích půdotvorných substrátů i na chyby v hospodaření v minulosti (nevhodná druhová skladba, hrabání steliva).

Rozsahy, kritéria

Nejsou uváděny pro absenci kvantifikace této vlastnosti.

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Používá se jako doprovodná charakteristika a při hodnocení půdy v terénu. V legislativě se nepoužívá.

2.7 Měrná hmotnost půdy**Popis**

Měrná hmotnost (hustota) představuje hmotnost 1 m³ pevné, neporézní zeminy (pevná fáze půdy) v tunách. (t.m⁻³) nebo (g.cm⁻³).

Rozsahy, kritéria**Zemědělské půdy**

Průměrná měrná hmotnost našich minerálních půd se pohybuje kolem 2,6 – 2,7 t.m⁻³, u organických půd klesá až pod 1,5 t.m⁻³. Pro soubor pozorovacích ploch bazálního monitoringu zemědělských půd činí průměrná hodnota měrné hmotnosti 2,69 t.m⁻³, minimum je 1,8 t.m⁻³ a maximum 2,92 t.m⁻³. Měrná hmotnost půdy závisí především na mineralogickém složení a obsahu organické hmoty. Orientační hodnoty hustoty pro hlavní horizonty jsou uvedeny v tabulce 2.7.1.

Tabulka 2.7.2. Orientační hodnoty hustoty pro hlavní horizonty (Honsa, Kňákal, 1999).

hustota (g.cm ⁻³)	horizont
< 2,0	rašelinné horizonty
2,0 – 2,4	zrašelinělé horizonty
2,4 – 2,5	silně humózní horizonty
2,5 – 2,6	povrchové humózní horizonty
2,6 – 2,7	hlinité horizonty s humusem kolem 1 %
2,7 – 2,8	železem obohacené iluviální horizonty, a to i při obsahu org. látek 2 – 5 %

Lesní půdy

Zásadně se odlišuje hustota organického horizontu a v něm hustota jednotlivých vrstev. Nejmenší hustotu vykazuje vrstva hrabanky listnatých dřevin, nejvyšší měl v mulových typech humusu, s vysokým podílem minerálních látek. Hustota hrabanky – opadu lesních dřevin se pohybuje kolem 1 g.cm^{-3}

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Pro činnost orgánů ochrany ZPF je tato charakteristika málo využitelná, protože je na konkrétním stanovišti prakticky neměnná.

2.8 Objemová hmotnost**Popis**

Udává hmotnost jednoho metru krychlového půdy v jeho přirozeném uložení (t.m^{-3} nebo g.cm^{-3}). Je vždy nižší než měrná hmotnost. Závisí na půdních vlastnostech: zrnitosti, struktuře, vlhkosti, pórovitosti. Je důležitým parametrem pro hodnocení míry zhutnění, pedokompakce, jako významného negativního faktoru.

Rozsahy, kritéria**Zemědělské půdy**

Objemová hmotnost minerálních půd kolísá mezi $0,8 - 1,8 \text{ t.m}^{-3}$, u organických půd většinou mezi $0,2 - 0,3 \text{ t.m}^{-3}$. Pro soubor pozorovacích ploch bazálního monitoringu zemědělských půd (ornice) činí průměrná hodnota objemové hmotnosti $1,46 \text{ t.m}^{-3}$, minimum je $0,41 \text{ t.m}^{-3}$ a maximum $1,90 \text{ t.m}^{-3}$. Tabulka 2.8.1 uvádí průměrné hodnoty objemové hmotnosti redukované pro jednotlivé druhy půdy a tabulka 2.8.2 počty ploch monitoringu zemědělských půd pro jednotlivé kategorie objemové hmotnosti (Kňákal, 2000, kategorie podle Kutílek, 1978).

Optimální hodnoty objemové hmotnosti redukované jsou kolem $1,2 \text{ t.m}^{-3}$, pro kořenovou zeleninu ještě nižší. Podle uvedených dat lze usoudit na velmi neuspokojivý stav našich půd.

Tabulka 2.8.1. Průměrné hodnoty objemové hmotnosti pro jednotlivé druhy půdy. Výsledky hodnocení programu bazálního monitoringu půd (Kňákal, 2000).

horizont	druh půdy							celkem
	p	hp	ph	h	jh	jv	j	
	objemová hmotnost redukovaná v g.cm ³							
ornice	nd	1,40	1,34	1,40	1,45	1,17	1,30	1,39
podorničí	1,53	1,52	1,52	1,51	1,46	1,39	1,26	1,50
spodina	1,57	1,55	1,54	1,49	1,54	1,51	1,31	1,50

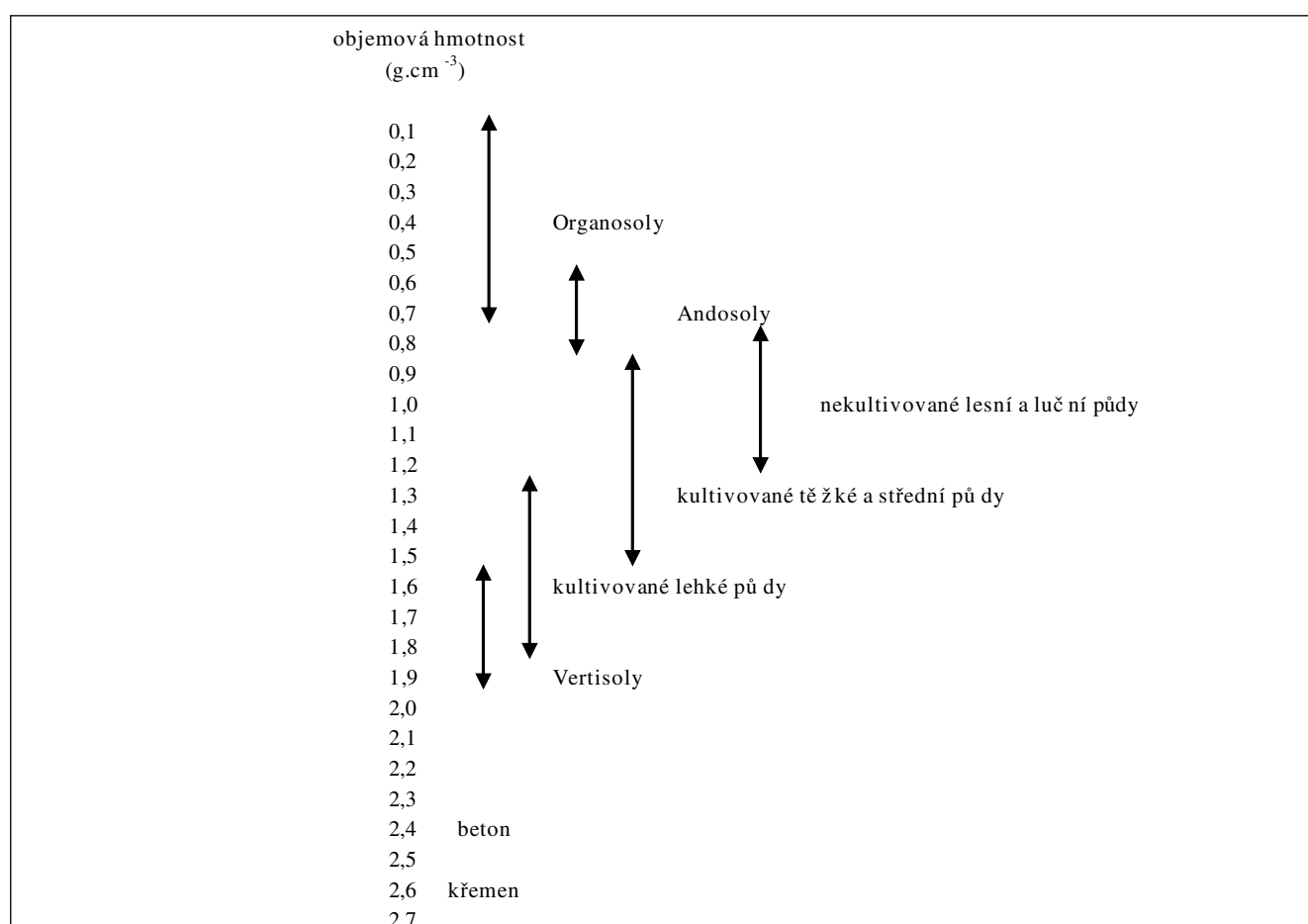
nd = nedefinováno (žádná plocha k dispozici)

Tabulka 2.8.2. Kategorie objemové hmotnosti (Kutálek, 1966, příloha č. 8 k vyhlášce č. 275/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů) a počty ploch Bazálního monitoringu půd odpovídající rozsahům kategorií (Kňákal, 2000).

kritérium		stav horizontu	počet hodnot kategorie pro kulturu					
název	kategorie		orná	chmel	vinice	sady	TTP	celkem
objemová hmotnost (g.cm ⁻³)	< 1,2	výborný	10	1	0	1	13	25
	1,2 – 1,4	dobrý	67	4	0	2	9	82
	1,4 – 1,6	nevyhovující	80	2	3	4	4	93
	1,6 – 1,8	nestruturní	14	0	2	0	2	18
celkem			171	7	5	7	28	218

Graficky jsou rozsahy hodnot objemové hmotnosti pro skupiny půd a materiálů znázorněny na obrázku 2.8.1.

Obrázek 2.8.1 Typická objemová hmotnost některých půd a materiálů. (upraveno podle: Brady a Weil, 1999, in: Šimek, 2003).



Lesní půdy

Objemová hmotnost materiálu v organickém horizontu je značně rozdílná podle jednotlivých složek. Nejnížší objemovou hmotnost mají ty části, které obsahují minimum minerální příměsí, tedy surový humus a hrabanka s objemovou hmotností nepřevyšující 0,12 g.cm⁻³ (v sušině). Organické horizonty s vyšší příměsí minerálních složek, při vyšší intenzitě rozkladu, mají objemovou hmotnost vyšší, plynule stoupající do hlubších vrstev půdního profilu, až do cca 1,8 v silně ulehých půdách. Objemovou hmotnost však významně ovlivňuje příměs skeletu a velikost jeho částic, dále přítomnost různých dutin, např. po odumřelých kořenech, tedy i složení porostů.

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Objemová hmotnost je důležitým parametrem pro hodnocení míry zhutnění, pedokompakce, jako významného negativního faktoru. K tomuto účelu lze využít několik stupnic, např. v tabulce 2.8.2 uvedenou Kutílkovu stupnici nebo vhodnější stupnici podle Arshad et al. (1996), (tabulka 2.8.3) která již uvádí třídění podle textury a základním kritériem je omezení růstu kořenů rostlin.

Tabulka 2.8.3. Přibližné limity hodnot objemové hmotnosti, které již, v závislosti na půdním druhu (kategorie USDA), omezují růst kořenů rostlin. Arshad et al. (1996).

půdní druh (textura)	minimální hodnota objemové hmotnosti pro omezení růstu kořenů (g/cm ³)
písčítá, hlinitopísčítá	1,8
velmi jemné písky a hlinité písky	1,77
písčitohlinitá	1,75
hlinitá, hlinitojílovitopísčítá	1,70
jílovitohlinitá	1,65
jílovitopísčítá	1,60
prachovitá, prachovitohlinitá	1,55
prachovitojílovitohlinitá	1,50
prachovitojílovitá	1,45
jíl	1,40

Nepřímo je možno objemovou hmotnost měřit penetračním odporem, který charakterizuje utuženost půd. (Tabulka 2.8.4). Na objemovou hmotnost podle kategorie lze usuzovat podle třídění v tabulce 2.8.5.

Tabulka 2.8.4. Třídy penetračního odporu Arshad et al. (1996).

třída	penetrační odpor (Mpa)
extrémně nízký	< 0,01
velmi nízký	0,01 – 0,1
nízký	0,1 – 1
střední	1 – 2
vysoký	2 – 4
velmi vysoký	4 – 8
extrémně vysoký	> 8

Tabulka 2.8.5. Kategorie nakypřenosti podle objemové hmotnosti (Kutílek, 1978).

Ornice		podorníčí		spodina	
objemová hm. (g.cm ⁻³)	kategorie	objemová hm. (g.cm ⁻³)	kategorie	objemová hm. (g.cm ⁻³)	kategorie
< 0,95	čerstvě nakypřená	<1,2	velmi kypré	<1,35	velmi kyprá
0,95 – 1,15	kyprá	1,2 – 1,35	slabě ulehlé	1,35 – 1,5	ulehlá
1,15 – 1,25	slabě ulehlá	1,35 – 1,45	ulehlé	> 1,5	silně ulehlá
>1,25	silně ulehlá	>1,45	silně ulehlé		

2.9 Pórovitost**Popis**

Vyjadřuje celkové procentuální množství volného prostoru, který není vyplněný pevnými částicemi půdy. Tento prostor se v průměru pohybuje kolem 50% objemu pedonu. Velmi důležité je zastoupení jednotlivých skupin pórů podle velikosti (nekapilární, semikapilární, kapilární). Přibližné poměry vyjadřuje tabulka 2.9.1.

Tabulka 2.9.1. Rozdělení půdních pórů podle velikosti a jejich typické zastoupení (% obj.) v základních skupinách podle půdního druhu. (upraveno podle Rowell, 1994, in: Šimek, 2003).

Druh pórů	Velikost (μm)	Lehká půda (%obj.)	Střední půda (%obj.)	Těžká půda (%obj.)
makropóry	nad 50	20 – 30	10 – 15	5 – 15
zásobní mikropóry	0,2 – 50	5 – 15	20 – 25	15 – 20
reziduální mikropóry	pod 0,2	5 – 10	15 – 20	25 – 35
pórovitost	–	35 – 45	45 – 55	50 – 70

Rozsahy, kritéria**Zemědělské půdy**

Základní kritéria pro hodnocení pórovitosti pro zemědělské půdy ČR stanovil Kutílek (1966), ta byla převzata do přílohy k vyhlášce č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjištění půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů (tabulka 2.9.2).

Tabulka 2.9.2. Hodnocení strukturního stavu humusového horizontu podle pórovitosti (Kutílek, 1966, příloha č. 8 k vyhlášce č. 275/1998 Sb.).

Strukturní stav humusového horizontu	Pórovitost (%)
výborný	> 54
dobrý	46 – 54
nevyhovující	39 – 46
nestrukturní	31 – 39

Průměrné hodnoty pórovitosti našich půd podle zrnitosti jsou znázorněny v tabulce 2.9.3.

Tabulka 2.9.3. Průměrné hodnoty pórovitosti zemědělských půd – plochy bazálního monitoringu zemědělských půd. (Kňákal, 2000).

horizont	druh půdy							celkem
	p	hp	ph	h	jh	jv	j	
	pórovitost v %							
ornice	nd	46,35	49,26	47,08	45,25	55,25	50,72	47,45
podorníčí	42,40	43,06	43,58	43,75	45,81	48,99	53,30	44,32
spodina	42,58	42,64	42,75	44,36	43,40	44,05	49,97	44,34

Lesní půdy

V lesních půdách je pórovitost ovlivněna obsahem půdního humusu. Na něm je do značné míry závislá tvorba půdních agregátů (půdní struktura). Nejpriznivější stav je v půdách s drobtovitou strukturou podmíněnou jak dostatečnou příměsí půdního humusu, tak i dvojmocných bazí, které příznivě ovlivňují agregaci půdních částic. Významný je i podíl skeletu, zejména hrubších složek. Při jeho vyšším obsahu je i obsah hrubších pórů vyšší, ale celková pórovitost je nižší.

Pórovitost v organickém horizontu je vysoká, dosahuje až 80 %, postupně s hloubkou půdního profilu klesá, v minerální půdě kolísá většinou mezi 35 – 50 %.

Ovlivňovat pórovitost hospodářskými zásahy v lesích je možno dlouhodobě volbou dřevinného složení porostů a zásahy do koloběhu látek, krátkodobě i málo používanými melioračními zásahy, celoplošným zpracováním půd.

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Pórovitost je spolu s objemovou hmotností významným ukazatelem stavu fyzikálních vlastností. Lze používat samostatná kritéria podle objemové hmotnosti nebo pórovitosti nebo kritéria kombinovaná, např. podle Šimon – Lhotský, 1984 (Tabulka 2.9.4).

Tabulka 2.9.4. Kritické hodnoty pórovitosti a objemové hmotnosti redukované indikující škodlivé zhutnění podorní v závislosti na půdním druhu (zrnatostním složení) podle Šimon – Lhotský, (1984).

půdní druh	j,jv	jh	h	ph	hp	p
objemová hmotnost redukovaná [g/cm ³]	> 1,35	> 1,40	> 1,45	> 1,55	> 1,60	> 1,70
pórovitost [% v/v]	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38

2.10 Další fyzikální a hydrofyzikální vlastnosti půd

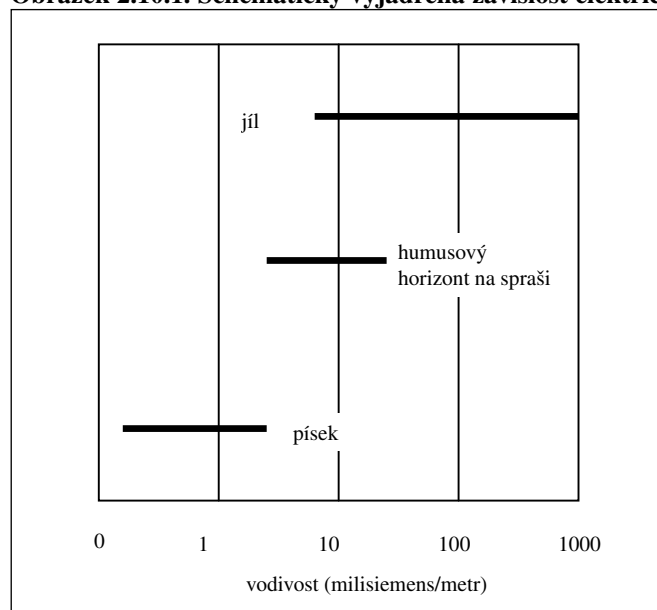
Maximální hygroscopicita, propustnost půdy pro vodu, teplota, momentní provzdušňenost, vodivost a některé další. Tyto vlastnosti mají většinou význam spíše z hlediska vědeckovýzkumného, proto nejsou podrobněji popisovány. Prakticky se někdy používá elektrická vodivost a infiltrační schopnost.

Elektrická vodivost je poměrně dobře v terénu stanovitelná hodnota, která má vztah ke kationtové výměnné kapacitě (KVK) a obsahu jílu. S použitím korelačních závislostí se pak používá vztah:

$$\text{KVK} = 0,6 \cdot (\% \text{ jílu}) + 2,0 \cdot (\% \text{ organické hmoty}).$$

Silnou závislost elektrické vodivosti na textuře schematicky ukazuje obrázek 2.10.1. Závislost salinity půdy a elektrické vodivosti je znázorněn v tabulce 2.10.1. Orientačně je možno hodnotit zasolení půdy podle podílu solí v suchém odparku (tabulka 2.10.2) a podle koncentrace solí ve vodním výluhu (půdním roztoku) (tabulka 2.10.3).

Obrázek 2.10.1. Schematicky vyjádřená závislost elektrické vodivosti na textuře (www.veristeh.com).



Tabulka 2.10.1. Základní hodnocení EC (Gardner et al., 1999).

skupina podle USDA	hodnocení	EC _{SE} (dS/m)	Celková koncentrace soli v %	Reakce plodin
0	nezasolené	0 – 2	<0.15	Dopady salinity jsou zanedbatelné s výjimkou nejvíce citlivých rostlin
1	slabě zasolení	4 – 8	0.15 – 0.35	Úrodnost většiny plodin je omezena
2	středně zasolené	8 – 15	0.35 – 0.65	Dostatečně plodí jen odolné rostliny
3	silně zasolené	>15	>0.65	Dostatečně plodí jen velmi odolné rostliny

Tabulka 2.10.2. Orientační hodnocení zasolenosti půdy podle procenta soli v suchém odparku (Dvorník, Haslbach, Přádková, 1984).

% soli	stupeň zasolenosti
< 0,3	nezasolené půdy
0,3 – 0,5	slabě zasolené půdy
0,5 – 1,0	středně zasolené půdy
1,0 – 2,0	silně zasolené půdy
> 2,0	slaniska

Tabulka 2.10.3. Orientační hodnocení zasolenosti půdy podle koncentrace solí ve vodním výluhu (Dvorník, Haslbach, Přádková, 1984).

koncentrace solí (mg.l ⁻¹)	stupeň zasolenosti
< 500	nezasolené půdy
500 – 1000	středně zasolené půdy
1000 – 2000	zasolené půdy
> 2000	silně zasolené půdy

Infiltrační schopnost (propustnost) je zásadním parametrem ovlivňujícím vodní režim půd. Závisí především na textuře, u lesních půd pak do značné míry i na rozložení kořenů v půdním profilu a množství a rozložení dutin, které se vytvoří na místech po odumřelých a rozložených kořenech dřevin. Důležitou roli hraje též množství a kvalita materiálu v organickém horizontu.

Kategorizace infiltračních schopností pro půdy nenasyčené vodou a půdy nasycené vodou udávají tabulky 2.10.4. a 2.10.5.

Tabulka 2.10.4. Kategorizace infiltrační schopnosti a propustnosti půd při nenasyčení vodou (Gardner et al., 1999).

Kategorie	Infiltrace	Charakteristika – půdy
A	Velmi vysoká 2,5 – 5,0 mm.min ⁻¹ a vyšší	Vysoká až nadměrná infiltrace; převážně hluboké a nadměrně odvodněné písky a štěrkopísky; s časem se infiltrace nezpomaluje
B	Vysoká 0,85 – 2,5 mm.min ⁻¹	Hlinitopísčité půdy nebo půdy s velmi propustným podložím a středně těžkou ornici; např. lehké spraše
C	Střední 0,25 – 0,85 mm.min ⁻¹	Hlinité, dobře strukturní půdy, případně středně těžké v povrchové vrstvě a těžší (jh) ve spodině
D	Nízká 0,08 – 0,25 mm.min ⁻¹	Jílovitohlinité půdy, půdy nestrukturní, nestrukturní, půdy s výrazným utužením, půdy s lehčí povrch. vrstvou a těžší (jílovitou) spodinou
E	Velmi nízká pod 0,08 mm.min ⁻¹ půdy	Velmi nízká infiltrace od povrchu; těžké, jílovité půdy nebo jíly, popř. půdy obdobného charakteru (tercier); v počátku může být infiltrace velmi rychlá do gravitačních pórů (trhlin) do nabobtnání jílu

Tabulka 2.10.5. Kategorizace infiltrační schopnosti a propustnosti půd při nasycení půdního profilu vodou (Gardner et al., 1999).

Kategorie	Propustnost	Charakteristika půdy
A	Velmi vysoká 0,25 mm.min ⁻¹	Vysoká propustnost i při úplném nasycení; převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné písky a štěrky
B	Vysoká 0,12 – 0,25 mm.min ⁻¹	Dobrá propustnost i při úplném nasycení; hlinitopísčité profily nebo např. spraš na písku; hluboké půdy
C	Střední 0,05 – 0,12 mm.min ⁻¹	Půdy hlinité v celém profilu nebo středně těžké v povrchové vrstvě a těžší (jílovitohlinitou) spodinou;
D	Nízká 0,025 – 0,05 mm.min ⁻¹	Nízká propustnost při úplném nasycení; půdy v celém profilu jílovitohlinité nebo s vylehčenou ornici a těžší (málopropustnou) spodinou; půdy se silně utuženým podorničím
E	Velmi nízká 0,025 mm.min ⁻¹	Velmi nízká propustnost při úplném nasycení; převážně jílovité půdy nebo jíly s vysokou bobtnavostí; půdy s vysokou hladinou podzemní vody při povrchu; některé mělké půdy nad téměř nepropustným podložím

2.11 Obsah humusu

Popis

Obsah humusu (organické hmoty) je velmi důležitým parametrem ovlivňujícím úrodnost půdy i funkci půdy v ekosystému. Zjišťuje se stanovením oxidovatelného organického uhlíku (C_{OX}) a vynásobením přepočítacím koeficientem 1,724 na humus. Tento přepočet platí za předpokladu, že humus obsahuje 58% uhlíku.

Důležitým parametrem je kvalitativní složení humusu, které se vyjadřuje poměrem uhlíku k celkovému dusíku v půdě nebo poměrem humínových kyselin a fulvokyselin. U poměru uhlíku k celkovému dusíku (C : N) je číslo < 10 považováno za ukazatel dobré kvality humusu. Čím je číslo větší než 10, tím je humus méně kvalitní. Poměr humínových kyselin a fulvokyselin je spolehlivějším ukazatelem kvality. Např. u podzolových půd se tento poměr pohybuje do 0,5, u černozemních půd je většinou větší než 2.

Rozsahy, kritéria

Zemědělské půdy

Obsah humusu se vyjadřuje v % a v humusovém horizontu normálních zemědělských půd (vyjma organické půdy) se pohybuje od několika desetin procenta až po 5%, i více. Základní klasifikaci půd podle obsahu humusu udává tabulka 2.11.1 a 2.11.2.

Obsah humusu se zjišťuje v terénu odhadem (podle barvy humusového horizontu, půdního typu, erozně – akumulčních poměrů) a laboratorně stanovením oxidovatelného organického uhlíku (C_{OX}) s vynásobením přepočítacím koeficientem 1,724 na humus. Tento přepočet platí za předpokladu, že humus obsahuje 58% uhlíku.

Průměrné obsahy humusu jako ukazatel Cox v zemědělských půdách – ornici i podornici jsou uvedeny v příloze 2, tabulka 1. (Sáňka 2001).

Tabulka 2.11.1. Hodnocení obsahu humusu.

Obsah humusu v %	Zásoba humusu
< 0,5	extrémně nízká
0,5 – 1,0	velmi nízká
1,0 – 2,0	nízká
2,0 – 3,0	střední
3,0 – 5,0	dobrá
> 5,0	velmi dobrá

Tabulka 2.11.2. Hodnocení obsahu humusu v půdách lehkých a ostatních (Prax, 1995).

Půdy	Obsah humusu v půdách (% hmotnostní)	
	lehké	střední a těžké
Bezhumózní	0	0
Slabě humózní	< 1	< 2
Středně humózní	1 – 2	2 – 5
Silně humózní	> 2	> 5

Jako kritérium pro hodnocení ztrát organické hmoty lze použít kritéria pro hodnocení eroze (Kapitola 4, tabulka 4.2.1.).

Lesní půdy

Obsah, forma a distribuce organických látek v půdním profilu patří k parametrům, které nejvíce odlišují lesní půdy od zemědělských.

Výživa porostů, jejich stabilita, produkce i funkce, jsou ovlivněny množstvím a kvalitou materiálu v organickém horizontu (nadložním, povrchovým humusu).

Pro posuzování organického horizontu je vypracována celá řada různých klasifikací. Základem je však klasické třídění na mor (surový humus), moder a mul.

Mor (surový humus) je forma humusu vznikající při zbrzděném rozkladu organické hmoty. To se projevuje výrazným rozčleněním organického horizontu na jasně oddělené alespoň 3 vrstvy:

- hrabanku, (A_{00} , L), tvořenou nerozloženými, nebo nepatrně rozloženými zbytky opadu, bez dalších příměsí,

- drť (A_{01} , F) – směs polorozložených částic, často bez možnosti identifikovat výchozí materiál, zpravidla obsahuje i houbové hyfy a zbytky jemných kořínků,
- měl (A_{02} , H) – amorfni materiál, tvořený převážně vlastním humusem, většinou ostře oddělený od povrchu minerální půdy.

Zásoba surového humusu v porostech typických pro výskyt tohoto nadložního horizontu (smrčiny vyšších poloh) se pohybuje mezi 80 a 100 t sušiny na 1 hektar. Menší akumulace je zjišťována ve smrkových monokulturách v nižších polohách, naopak vyšší, až do více než 200 t.ha⁻¹ na stanovištích náchylných k rašelinění. Důležité je, že podíl spalitelných látek v tomto materiálu dosahuje až 90 %.

Moder se většinou vyskytuje v listnatých porostech v příznivějších podmínkách. Ukazuje však na poněkud zpomalený postup rozkladu ústrojných zbytků. Od moru se liší tím, že nelze od sebe oddělit vrstvu drtě a hrabanky, měl se mísí s povrchem minerální půdy.

Zásoba moderu je většinou do 30 t suš.ha⁻¹, jen ve smrkových porostech za příznivých podmínek v nižších polohách může být zásoba vyšší. Obsah spalitelných látek je cca 50 %.

Mul. Na podzim je jasně patrná hrabanka, další dva subhorizonty splývají, během vegetační doby zpravidla je na povrchu půdy směs dosud nerozloženého opadu a drtě i měli, mísící se především činností členovců s povrchem minerální půdy. Je charakteristickou humusovou formou pro lesní půdy s nejčilejším metabolismem, pod listnatými porosty např. v lužních lesích.

Zásoba tohoto typu organického horizontu je většinou do 10 t suš.ha⁻¹ se spalitelným podílem zpravidla pod 30 %.

Obsah humusu v minerálních horizontech lesních půd navazuje na nadložní humus. V porostech, kde se tvoří surový humus, je zpravidla podíl humusových látek v povrchových vrstvách minerální půdy nižší, při hladkém průběhu rozkladu organických zbytků a intenzivním koloběhu látek, podíl půdního humusu stoupá.

Je nutno upozornit na dosti běžnou nepřesnost v označování. Často se povrchová vrstva organické hmoty pod lesními porosty označuje jako humusová vrstva a materiál, ze kterého se skládá jako humus. Pod jedním názvem tak vystupují dvě odlišné věci. Jednak směs různých částí biomasy z lesního ekosystému v různém stavu rozkladu, často členěná do 2 – 3 jasně oddělených vrstev a humus, jako látka vznikající činností půdních organismů a vystupující i v hlubších vrstvách minerální půdy. Při tom tato látka je zpravidla obsažena i v organickém horizontu na povrchu lesních půd. Pro odlišení je tedy vhodné v lesnické terminologii používat názvu nadložní (organický) horizont, aby se předešlo nejednotnému výkladu.

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Obsah organické hmoty je jedním z nejdůležitějších ukazatelů kvality půdy pro zemědělské využití.

Ztráty organické hmoty jsou nejvýznamnějším projevem degradace zemědělského půdního fondu. Hodnocení obsahu humusu (organické hmoty) by mělo sloužit k vyhodnocení potřeb dodávek organické hmoty organickými hnojivy a též k vyhodnocení provádění protierozních opatření a k případnému vyhodnocení jejich účinnosti. Obsah organické hmoty je jedním z možných kritérií pro zpracování diferencovaných hodnot limitních obsahů rizikových prvků v půdě.

Pro hodnocení lesní půdy je rozhodující především forma nadložního humusu. Je do značné míry ovlivněna i hospodařením (druhovú skladba, intenzita probírek). Je nutno zdůraznit, že jen do jisté míry. Např. ve smrčinách vyšších poloh je tvorba surového humusu přirozeným jevem.

2.12 Půdní reakce

Popis

Půdní reakce se označuje číslem pH, které je záporným logaritmem koncentrace vodíkových iontů. Prakticky se pH půdy stanovuje jako výměnné nebo aktivní.

Výměnné pH charakterizuje ionty vázané sorpčním komplexem a stanoví se výluhem neutrální solí (KCl, CaCl₂), označuje se jako pH/KCl, pH/CaCl₂.

Aktivní pH je pH půdního roztoku a stanoví se vodním výluhem. Označuje se jako pH/H₂O.

Pro potřeby agrochemie (výpočet dávek vápenatých hnojiv pro vápnění) a pro kategorizaci půd podle pH se používá pH výměnné.

Rozsahy, kritéria

Zemědělské půdy

Základní kritéria pro hodnocení zemědělských půd jsou uvedena v tabulce 2.12.1. Statistické parametry aktivního a výměnného pH pro orné půdy a trvalé travní porosty (ornice i podorníčí) v půdách ČR, na základě výsledků bazálního monitoringu zemědělských půd, jsou zobrazeny v příloze 2, tabulce 3 a 4.

Tabulka 2.12.1. Kritéria pro hodnocení půdní reakce výměnné (příloha č. 5 k vyhl. č. 275/1998, ve znění pozdějších předpisů).

hodnota pH	půdní reakce
< 4,5	extrémně kyselá
4,6 – 5,0	silně kyselá
5,1 – 5,5	kyselá
5,6 – 6,5	slabě kyselá
6,6 – 7,2	neutrální
7,3 – 7,7	alkalická
> 7,7	silně alkalická

Lesní půdy

Lesní půdy jsou od přírody kyselejší než půdy zemědělské. Proto i celé hodnocení, pokud je posuzujeme jen z pohledu rozložení pH v lesních půdách, je proti zemědělským jasně posunuto (tabulky 2.12.2 – 4).

Tabulka 2.12.2. Kritéria pro hodnocení půdní reakce pro lesní půdy (Klimo 1992, doplněno).

rozpětí pH KCl	rozpětí pH H ₂ O	označení
pod 3	pod 3,5	extrémně kyselá
3 – 4	3,5 – 4,5	velmi silně kyselá
4 – 5	4,5 – 5,5	silně kyselá
5 – 6	5,5 – 6,5	kyselá
6 – 7,1	6,5 – 7,2	slabě kyselá – neutrální
nad 7,1	nad 7,2	alkalická

Je však nutno uvést, že slabě kyselá a neutrální půdy se pod lesními porosty u nás nevyskytují a převážná většina půd pod jehličnatými porosty spadá do kategorie velmi silně až extrémně kyselých půd (Materna 2002).

Tabulka 2.12.3. Reakce (pH KCl) v nadložním humusu (H), podhumusovém horizontu (A h) a hlubší vrstvě minerální půdy do 30 cm v jehličnatých porostech.

percentil	H	Ah	do 30 cm
05	2,5	2,7	2,9
25	2,8	3,0	3,2
50 (medián)	3,2	3,2	3,4
75	3,5	3,5	3,6
95	4,2	3,9	3,9

Tabulka 2.12.4. Reakce (pH KCl) v nadložním humusu (H), podhumusovém horizontu (Ah) a hlubší vrstvě minerální půdy do 30 cm v listnatých porostech.

percentil	H	Ah	do 30 cm
05	3,3	3,0	3,1
25	3,6	3,2	3,2
50 (medián)	4,5	3,7	3,6
75	5,1	4,6	4,0
95	6,0	6,1	6,1

Z tabulek je tedy zřejmé, že půdní reakce v listnatých porostech je sice příznivější než pod jehličnatými dřevinami (smrk, borovice), avšak ani listnaté porosty nejsou výrazně acidifikace ušetřeny.

Významnější z ekologického hlediska je třídění podle pásem ústojčivosti a podle ukazatelů, na kterých jsou závislá (Ulrich 1981):

rozsah pH H_2O^2	pásma ústojčivosti
6,2 – 8,6	dáno obsahem uhličitánů a jejich reakcemi
neutrální	
5,0 – 6,2	reagující složkou půdy jsou primární silikáty (živce, slída)
slabě kyselá	zvětvávání silikátů a uvolňování živin
4,2 – 5,0	zóna ústojčivosti daná kationtovou výměnnou kapacitou,
mírně kyselá	vstupující H^+ je pufován výměnou za bazické kationty
	Vymývání Ca a Mg
3,0 – 4,2	hliníková zóna ústojčivosti. Reagují oxidy hliníku a křemičitany
silně kyselá	Uvolňují se anorganické sloučeniny Al do půdního roztoku
pod 3,0	zóna ústojčivosti železa
extrémně kyselá	Vstupující H^+ je pufován oxidy železa. Vysoké koncentrace Al, Fe a H^+ v půdním roztoku.

Se stoupající kyselostí klesá úrodnost lesních půd a jejich vhodnost pro růst náročnějších dřevin. Pod pH 4,2 pak se již může uplatnit toxický vliv sloučenin hliníku a železa, projevující se odumíráním jemných kořínků dřevin, narušením minerální výživy dřevin.

Možnosti využití pro hodnocení půdy

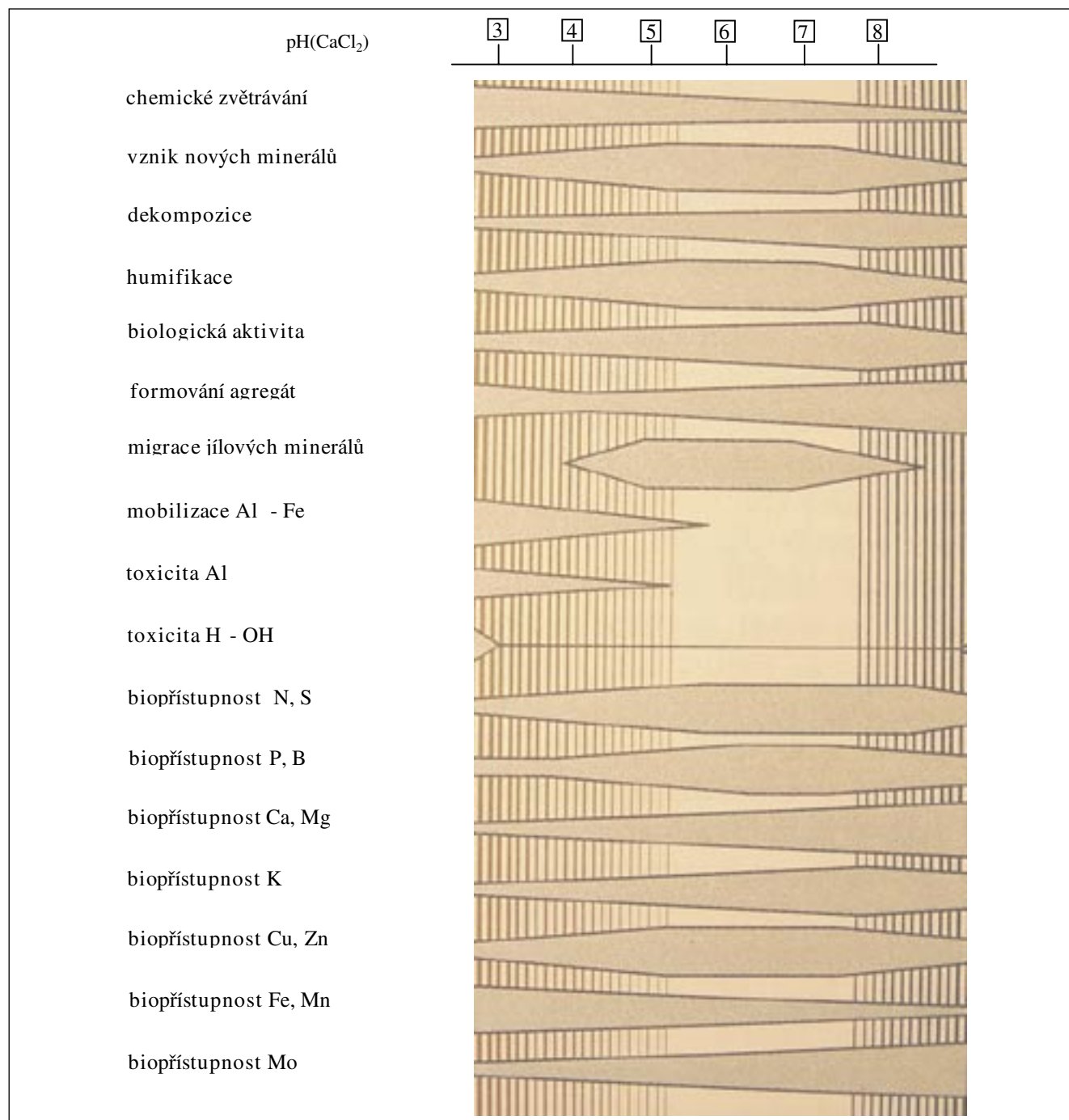
Půdní reakce je jednou ze základních vlastností hodnotících stav půdy. Hodnoty pH významně ovlivňují i další půdní charakteristiky – půdní procesy, biopřístupnost a mobilitu živin a rizikových prvků. Hodnota pH je jedním z kritérií pro zpracování diferencovaných hodnot limitních obsahů rizikových prvků v půdě.

V lesních půdách je hodnota pH jedním ze základních ukazatelů stavu půd. Je žádoucí jej respektovat při výběru vhodných dřevin pro zalesňování, při rozhodování o melioraci půd i o dalších zásazích.

Schematicky je vliv pH na další půdní vlastnosti znázorněn na obrázku 2.12.1.

² hodnota pH H_2O je zpravidla o 0,5 – 0,6 pH vyšší než pH KCl (tedy pH KCl 3,0 odpovídá pH H_2O 3,6).

Obrázek 2.12.1. Závislost výměnného pH půdy a významných pedologických charakteristik (Schroeder, 1984).



2.13 Sorpční vlastnosti

Popis

Patří mezi nejdůležitější charakteristiky půd z hlediska vazby původních i dodávaných živin v půdě a z hlediska vazby potenciálních kontaminujících látek.

Charakterizuje je:

Celková sorpční kapacita – T

Největší množství kationtů v milimolech nebo chemických ekvivalentech, které může poutat 1 kg zeminy.

Množství sorbovaných bazí – S

Udává množství bazických kationtů (Ca, Mg, K, Na) v 1 kg zeminy.

Nasycenost sorpčního komplexu v % – V

Udává podíl výměnných bazických kationtů v % z celkové sorpční kapacity:

$$V = \frac{S \cdot 100}{T}$$

Současně se sorpční kapacitou se většinou stanoví hydrolytická kyselost, která charakterizuje ionty H a Al sorbované půdními koloidy ($H = T - S$).

Rozsahy, kritéria

Zemědělské půdy

Základní kritéria uvádí tabulka 2.13.1. Obrázek 2.13.1. orientačně znázorňuje hodnoty kationtové výměnné kapacity základních půdních druhů ve srovnání s jílovými minerály a humusovými látkami.

Podrobnější hodnocení celkové sorpční kapacity a nasycenosti sorpčního komplexu je v tabulce 2. 13. 2.

Hodnoty S, T, V pro zemědělské půdy z programu bazálního monitoringu půd jsou uvedeny v příloze 2.

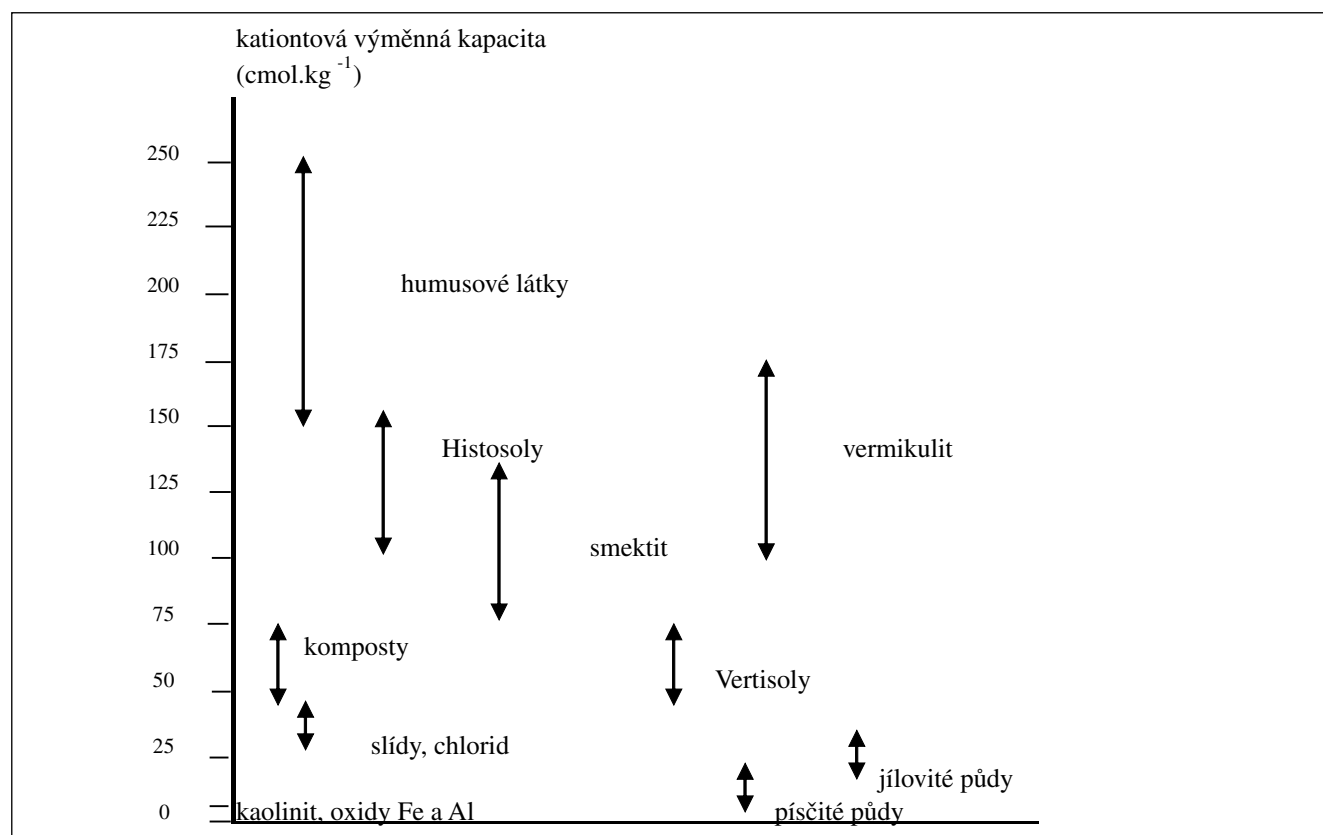
Tabulka 2.13.1. Kritéria pro hodnocení kationtové výměnné kapacity.

hodnocení	sorpční kapacita (mmol/kg)
nízká	< 120
střední	121 – 180
vysoká	> 180

Tabulka 2.13.2. Kritéria pro hodnocení T a V.

hodnocení	hodnota T (mmol/kg)	hodnocení	hodnota V (%)
velmi nízká	< 80	extrémně nenasycená	< 30
nízká	80 – 130	nenasycená	30 – 50
střední	130 – 240	slabě nasycená	50 – 75
vysoká	240 – 300	nasycená	75 – 90
velmi vysoká	> 300	plně nasycená	90 – 100

Obrázek 2.13.1. Kationtová výměnná kapacita (při pH 7) některých půd a jílových minerálů. (upraveno podle: Brady a Weil, 1999, in: Šimek, 2003).



Lesní půdy

Hodnota kationtové výměnné kapacity se v lesních půdách pohybuje v závislosti na obsahu minerálních a zejména organických koloidů mezi 30 mmol.kg⁻¹ (písčité půdy) až do 500 mmol.kg⁻¹. Za optimální se považuje rozsah mezi 150 a 200 mmol.kg⁻¹.

Podobně jako je odlišné hodnocení zemědělských a lesních půd podle míry kyselosti, je značný rozdíl i v hodnocení nasycenosti sorpčního komplexu bázemi (tabulka 2.13.3).

Tabulka 2.13.3. Nasycenost sorpčního komplexu bázemi (v %).

hodnocení	rozpět v %
velmi nízká	pod 5
nižší	15 – 30
střední	30 – 50
vyšší	50 – 70
vysoká	70 – 85
velmi vysoká	nad 85

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Kationtová výměnná kapacita je důležitým ukazatelem schopnosti půd poutat živiny, ale i rizikové prvky. Z důvodu relativně náročnějšího analytického postupu se rutinně v hodnocení půd nepoužívá, některé zahraniční předpisy však tuto vlastnost mají zařazenu jako kritérium pro diferenciaci limitních hodnot obsahů prvků v půdách.

U lesních půd je stupeň nasycení sorpčního komplexu bázemi významným indikátorem, zejména pro vymezení stanovišť vhodných pro náročnější dřeviny. Není sice součástí běžných pedologických šetření, je však mezi doporučenými sledovanými parametry na plochách monitoringu ICP Forests na úrovni 1. (kap.2.16).

2.14 Oxidačně-redukční potenciál půdy**Popis**

Tato veličina charakterizuje oxidační a redukční procesy v půdě. Vyjadřuje se milivoltech (mV) jako napětí elektrického proudu (rozdíl potenciálů) mezi dvěma elektrodami umístěnými v půdě nebo v půdním roztoku. Označuje se Eh. Jeho velikost závisí na koncentraci a vzájemném poměru oxydantů (látky schopné přijmout elektron) a reduktantů (látky schopné odevzdat elektron).

Rozsahy, kritéria

Rozsahy Eh jsou velmi závislé na aktuálním stavu půd, především hydromorfních poměrech. Kritéria stanovená nejsou. Orientační rozsahy v našich půdách je možno odvodit z tabulky udávající závislost mezi sloučeninami dusíku a Eh (tabulka 2.14.1).

Tabulka 2.14.1. Závislost mezi sloučeninami dusíku a Eh (Hraško, 1988).

Eh (mV)	750 – 480	480 – 340	340 – 200	200 – 0
NO _x	HO ₃	HO ₃ + NO ₂	NO	NO + N ₂

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Oxidačně – redukční potenciál je sice významná vlastnost, která se podílí na ovlivňování chemických pochodů v půdě, vzhledem ke značné proměnlivosti se však jako kritérium hodnocení kvality půd neuvádí zřídka. V legislativě se nepoužívá.

2.15 Obsahy rizikových prvků a rizikových látek**Popis**

Elementární složení minerálního podílu půdy je závislé na půdotvorném substrátu. Koncentrace prvků v různých půdách jsou proto velmi variabilní. Přesto je možno alespoň orientačně uvést průměrné obsahy a rozsahy koncentrací hlavních makro a mikroprvků, které se vyskytují v půdách ČR, s výjimkou půd na geochemických anomáliích (příloha 3).

Výsledky analýz chemického složení minerálního podílu půdy slouží k hodnocení pedochemických procesů, k hodnocení agronomických vlastností půdy (zásoby přijatelných živin) i k hodnocení ekologických vlastností půd a úrovně kontaminace (obsahy potenciálně rizikových prvků).

Persistentní organické polutanty (POPs) jsou v půdě obsaženy většinou jako důsledek antropogenní aktivity a imisí. Nejvíce jsou sledovány polyaromatické uhlovodíky (PAH), polychlorované bifenylly (PCB), organochlorové pesticidy a jejich metabolity (HCH, HCB, DDT, DDE, DDD) a plynchlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany (PCDD/F). Podrobnější výčet všech sledovaných organických kontaminantů v rámci programu bazálního monitoringu půd je součástí přílohy 1.

Obsahy prvků, které jsou v biopřístupné formě sledovány jako hlavní makro a mikroelementy jsou náplní kapitoly 2.16.

Rozsahy, kritéria

Zemědělské půdy

Podle různých autorů a různých datových zdrojů je v literatuře k dispozici velké množství informací o obsazích prvků v půdách. Příloha 3, tabulka 1. udává excerpci různých literárních zdrojů. Příloha 3, tabulka 2. udává obsahy prvků v zemědělské půdě v orných půdách ČR na základě vyhodnocení bazálního monitoringu zemědělských půd.

Další významné údaje o obsazích rizikových prvků lze získat z databáze registru kontaminovaných ploch (www.ukzuz.cz), který se provádí jako součást agrochemického zkoušení zemědělských půd. Základní statistické údaje jsou uvedeny v příloze 3, tabulce 3.

Základní statistické údaje o obsazích POPs v půdách v rámci celé ČR poskytuje databáze bazálního monitoringu zemědělských půd. Sumarizace výsledků za jednotlivé roky měření je uvedena v příloze 3, tabulkách 4 a 5.

Legislativní kritéria pro rozhodování o úrovni kontaminace jsou pro zemědělské půdy dána vyhláškou č. 13/1994 Sb., upravující některé podrobnosti ochrany ZPF. Tato vyhláška stanoví maximální přípustné obsahy rizikových prvků a rizikových látek v půdě (Příloha 5, tabulka 1 a 2). V současnosti je navržena novela této vyhlášky, která již rozlišuje 2 úrovně maximálních přípustných obsahů rizikových látek v zemědělské půdě: *preventivní* (Příloha 5, tabulka 3, 4) a *indikační* (Příloha 5, tabulka 5). Preventivní hodnoty pro rizikové prvky byly již legislativně využity vyhláškou č. 382/2001 Sb. jako kritéria pro aplikaci upravených kalů ČOV na zemědělskou půdu (Příloha 5, tabulka 8).

Další použitelná kritéria jsou stanovena Metodickým pokynem odboru pro ekologické škody Ministerstva životního prostředí České republiky – kritéria znečištění zemín a podzemní vody. MŽP ČR, 1. 7. 1996. (nabytí účinnosti od 31. 7. 1996). Tato kritéria jsou použitelná zejména pro hodnocení městských a průmyslových, antropogenně narušených půd v případech provádění ekologických auditů. Jsou stanovena s ohledem na ekologická a zdravotní rizika (Příloha 5, tabulka 6).

Mezinárodně použitelná kritéria pro hodnocení ekologických rizik jsou stanovena na základě účinku („effect based“). Nejsou u nás legislativně podložena, avšak pro odborné posudky jsou použitelná (Příloha 5, tabulka 7).

Lesní půdy

Základním kritériem pro hodnocení jednotlivých ukazatelů kvality lesních půd je v současných podmínkách stabilita lesních porostů, teprve v druhé řadě jde o jejich produkci a další funkce. Jen vzácně lze však prokázat jasnou reakci lesních dřevin a porostů na určitou hladinu, nebo změny koncentrace určitého biogenního nebo rizikového prvku v půdě. Proto třídění podle jejich koncentrací je jen ve velmi omezené míře závislé na jejich ekologických vazbách („effect based“). Komplikací je i to, že nelze posuzovat lesní půdu jako celek, ale organický horizont a minerální podloží je nutno uvažovat zvlášť.

Nejsou závazné limity pro obsahy rizikových prvků v lesních půdách. Je vůbec celkově málo údajů o reakci lesních dřevin na určité koncentrace těchto prvků. Určitou orientaci poskytují údaje o koncentracích, které jsou na hranici ohrožující půdní život v organickém horizontu (Příloha 3, tabulka 6). Problémem tedy není nadbytek zinku. Určité ohrožení zvýšenou koncentrací mědi a olova naznačuje 10 % vzorků. Koncentrace olova jsou na některých místech mimořádně vysoké, přesahují i 1000 mg.kg⁻¹ (Příbramsko).

Základní statistickou charakteristiku obsahů zinku, mědi, olova a hliníku v nadložním organickém horizontu pod jehličnatými porosty ukazuje Příloha 3, tabulka 7.

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Obsahy prvků v půdách jsou jedním z nejvíce legislativně využívaných kritérií pro hodnocení kvality půdy, protože indikují jak zásobenost živinami, tak potenciální kontaminaci. Hodnocení kontaminace se týká nejen obsahu prvků, ale též obsahu organických látek. Návrh diferencované soustavy limitů pro legislativu ochrany půdy (první dvě úrovně) byl sestaven kolektivem autorů (Sáňka a kol., 2000) a je zkráceně prezentován v příloze 5, tabulka 4 a 5. Citovaná zpráva též uvádí přístupy k řešení ve vyspělých zemích.

V současnosti u nás v tomto směru platí vyhláška č. 13/1994 Sb., upravující některé podrobnosti ochrany ZPF.

Při hodnocení obsahů prvků a POPs je nezbytné oddělené posuzování humusového horizontu a druhého minerálního horizontu, u lesních půd též organického nadložního horizontu. Mocnost, s ní spojená hmotnost, dále struktura a složení nadložního organického horizontu jsou mimořádně významnými faktory pro hodnocení lesních půd. Tato vrstva dalekosáhle ovlivňuje produkci, zdravotní stav a do jisté míry i mimoprodukční funkce lesů. Procesy v této vrstvě jsou důležitou etapou v celém koloběhu látek v lesním ekosystému, na kterém více nebo méně závisí výživa porostů.

2.16 Obsahy živin

Popis

Obsahy hlavních živin a mikroelementů jsou spolu s pH základním ukazatelem pro agrochemické hodnocení půd. Obsahy se většinou stanovují jako přijatelná forma pro rostliny a jsou uváděny v mg.kg^{-1} půdy nebo v procentech. Hlavními živinami z hlediska agrochemického je dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík, síra, železo, k agrochemicky sledovaným mikroelementům se pak řadí bór, mangan, měď, molybden, zinek.

Rozsahy, kritéria

Zemědělské půdy

Kritéria pro hodnocení obsahů makroelementů, mikroelementů, poměru K : Mg a obsahy uhličitánů jsou uvedeny v příloze 4 (vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění vyhlášky č. 400/2004 Sb.). Příloha 2 uvádí průměrné obsahy hlavních živin na základě hodnocení výsledků bazálního monitoringu zemědělských půd ČR. Podrobnější informace o agrochemických vlastnostech půd vztahované k územním jednotkám (produkční bloky, katastry, okresy) jsou dostupné v databázích agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP), které provádí ÚKZÚZ v šestiletém cyklu. Kritéria pro konkrétní hodnoty obsahů jsou stanovena z hlediska minimálních úrovní. Maximální úrovně stanoveny nejsou, avšak nadbytek živin v půdě může působit negativně jak na mikroorganismy, tak na růst rostlin. Orientačně jsou negativní vlivy nadbytku živin v půdě popsány v příloze 4, tabulce 9.

V rámci AZZP se nestanovují hodnoty pro dusík z důvodu relativně vysoké proměnlivosti, závislosti na klimatických podmínkách a aktuálním hnojení. Příloha 2, tabulky 5 – 7 uvádějí rozsahy hodnot obsahů minerálního dusíku v zemědělských půdách ČR na základě dlouhodobých sledování ÚKZÚZ v programu bazálního monitoringu půd, polních zkoušek a lyzimetrických sledování.

Lesní půdy

Závislost mezi obsahem prvků v půdě a růstem lesních porostů i jejich vitalitou je v lesních ekosystémech podstatně volnější než v zemědělských kulturách. Jednak je celková spotřeba živin lesními porosty (tj. to množství, které se lesním půdám odnímá těžbou lesních produktů) podstatně nižší než zemědělskými plodinami, jednak jsou porosty, alespoň hlavních jehličnatých dřevin a částečně i listnatých dřevin silně závislé na koloběhu látek mezi porosty a půdou. Tam je pak velmi oslabena přímá vazba mezi koncentrací určitého prvku v půdě a růstem resp. jinou reakcí určité dřeviny.

V lesních půdách je vždy nezbytné posuzovat odděleně obsahy biogenních i rizikových prvků v organickém horizontu (nadložním humusu) a v minerální půdě.

V organickém horizontu je především důležitý **celkový obsah prvků**, protože se předpokládá, že to, co je v této vrstvě obsaženo, tvoří pohotovější zásobu a dřeviny z ní také část živin běžně čerpají. Dnes je doporučeným postupem ke zjištění této zásoby analyzovat materiál lučavkou královskou. Organický horizont je bezprostředně ovlivněn i depozicí látek z ovzduší. Některé z nich (např. olovo) jsou z větší části v této vrstvě poutány a proto obsah některých rizikových prvků a látek může v nadložním humusu dosáhnout velmi vysokých koncentrací. Jejich stanovení pak podává obraz o zatížení dané lokality i s větším časovým odstupem.

V minerálních půdách nás zajímají jednak celkové zásoby biogenních prvků, jednak ta část z nich, kterou mohou dřeviny bez potíží přijímat (přístupná zásoba živin).

Výsledky celkových analýz určují to, co může být využito v dlouhodobé perspektivě (tedy řádově v generacích lesa). Jsou však základem i pro bilance např. celkových ztrát působených kyselou depozicí. Určují se dnes běžně ve výluhu vzorku půdy lučavkou královskou, dříve ve výluhu 20 % kyselinou solnou. U dusíku jde v lesních půdách vždy jen o celkovou zásobu, údaje o obsazích minerálních forem dusíku jsou jen výjimečné.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský podle zákona 156/1998, o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd, ve znění pozdějších předpisů, organizuje průzkum stavu povrchových půdních vrstev na převážné části lesů ČR podle přírodních lesních oblastí, analyzuje půdní vzorky a zpracovává výsledky. Sledují se koncentrace všech hlavních rostlinných živin i vybraných stopových prvků. Výsledky průzkumu podle jednotlivých přírodních lesních oblastí jsou však k dispozici již od roku 1993. V současnosti probíhá již druhý cyklus průzkumu. V tomto rámci se pro stanovení přístupných živin používá extrakční činidlo Mehlich III. Výsledky stanovení bazických kationtů v tomto extrakčním činidle ve větších souborech se významně neliší od stanovení výměnných bazí. jinými metodami.

V rámci programu UNECE (Mezinárodní kooperativní program pro zjišťování a sledování vlivu znečištěného ovzduší na lesy – International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests /ICP Forests/) se analyzují podle mezinárodně platné metodiky (Manual 1994) i materiály získané v půdních profilech na síti sledovaných ploch (úroveň 1). Část výsledků je připravena k publikaci.

Obsahy živin v lesních půdách jsou obecně velmi nízké ve srovnání se zemědělskými půdami. Rozsahy obsahů makroelementů a mikroelementů v lesních půdách pod jehličnatými a listnatými porosty jsou uvedeny v příloze 2, tabulkách 8 – 11.

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Obsahy makroelementů a mikroelementů jsou spolu s pH nejvýznamnějším agrochemickým ukazatelem, používaným v zemědělské praxi. Hodnota pH a kategorie zásobenosti půd živinami (P, K a Mg – přijatelný obsah ve výluhu Mehlich III) jsou pro uživatele zemědělské půdy dány vyhláškou č. 275/1998 Sb. o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků (ve znění vyhlášky č. 400/2004 Sb.), na základě zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd, ve znění pozdějších předpisů.

Uvedené kategorie zásobenosti a příslušná kritéria jsou podkladem pro sestavování plánů hnojení. Použití obsahů živin v půdě jako kritérií pro opatření v oblasti environmentální je problematické. Ve vztahu k dusíku je zakotveno ve Směrnici Rady 91/676/EEC, o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů, jejíž implementací do české legislativy je Nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.

Zjišťování obsahů živin v půdě je podkladem pro sestavování plánů hnojení a pro hodnocení úrodnosti půd z krátkodobého pohledu.

Stanovení minerálního dusíku v půdě ($N_{\min} = N-NO_3 + N-NH_4$) je možné použít jako diagnostický ukazatel, brzy na jaře pro zpřesnění potřeby hnojení, nebo na podzim před zámrazem pro zjištění případného nebezpečí vyplavení nitrátového dusíku a ohrožení kvality vod.

Chemismus lesních půd, obsahy živin v půdách a jejich celková úrodnost jsou důležitým kritériem pro vymezování lesních typů.

Zjišťování koncentrací a celkových obsahů prvků v nadložním humusu a minerální půdě je i podkladem při rozhodování o obnovních cílech, pro posuzování příčin nepříznivého vývoje zdravotního stavu lesních porostů a pro rozhodování o melioraci půd a přihnojování kultur a porostů v kritických případech.

2.17 Biologické vlastnosti půd

Popis

V půdě se vyskytuje velký počet mikroorganismů i makroorganismů, které se souhrnně nazývají půdní edafon. Na 1 m² se vyskytuje 1 – 200 tisíc jedinců makrofauny a miliardy jedinců mikrofauny. Na 1 ha se nachází 2 – 10 t živé půdní hmoty, což je asi 0,05 – 0,5 % z hmoty půdy.

Rozsahy, kritéria

Zemědělské půdy

Pro vysokou variabilitu se rozsahy základních biologických parametrů obecně většinou neuvádějí. Pokud jsou uvedeny, měly by být vztaženy k určitým podmínkám, které je zásadně ovlivňují (roční období, kultura, obsah organické hmoty, vodní režim aj.). Nejčastěji jsou jako reprezentativní mikrobiální charakteristiky uváděny uhlík mikrobiální biomasy (C_{bio}), C mineralizace (respirace) a N mineralizace, protože jednoznačně souvisí s množstvím labilní frakce OM a rychlostí její přeměny.

C_{bio} tvoří 1 – 5 % z C_{org} (w/w), N_{bio} 1 – 6 % z N_{tot} (w/w). Za optimálních laboratorních podmínek je rychlost C mineralizace 3 – 30 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ v minerálních půdách a 150 – 800 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ v organických vrstvách. Odpovídající N mineralizace je v rozsahu 0,3 – 2,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ v minerálních půdách a 3,0–15 v organických vrstvách (Gregorich, 1994).

Orientační informaci o rozsahu a průměrných hodnotách hlavních mikrobiologických parametrů udávají výsledky šetření bazálního monitoringu půd ÚKZÚZ (tabulka 2.17.1), šetření švýcarského monitoringu půd (tabulka 2.17.2.), rakouského monitoringu (Tabulka 2.17.3.).

Tabulka 2.17.1. Mikrobiální parametry v půdách bazálního půdního monitoringu UKZÚZ a CHKO. Deskriptivní statistika fyzikálněchemických a mikrobiálních parametrů na 33 plochách orných půd (Sánka et al., 2000).

parametr	průměr	medián	minimum	maximum	O/TTP
T (mmol/kg)	208,0	195,0	100,0	500,0	+
jíl (<0.01 mm)	35,2	36,1	16,0	68,7	-
C _{org} (mg/g)	16,1	14,6	9,5	31,2	+
N _{tot} (mg/g)	1,69	1,63	1,11	3,28	+
C/N	9,55	9,41	7,81	13,7	-
pH (KCl)	6,11	6,20	4,10	7,50	+
C _{bio} (μg/g)	205,0	182,0	92,0	669,0	+
N _{bio} (μg/g)	56,0	50,0	16,0	143,0	+
C _{bio} /N _{bio}	3,81	3,72	1,81	8,25	-
C _{bio} /C _{org} (%)	1,28	1,15	0,72	2,50	+
RES (μgCO ₂ -C/(g.h))	0,79	0,68	0,28	1,51	+
qCO ₂ (μgCO ₂ -C/(mgC _{bio} .d))	101,0	95,8	38,6	197,0	+
AMO (NH ₄ ⁺ -N/(g.d))	4,05	3,15	1,32	9,24	+
SNA (ngNO ₂ -N/(g.h))	481	377	19,0	1568,0	-
Bakterie (n/g)	1,72.10 ⁸	1,74.10 ⁸	5,59.10 ⁷	3,34.10 ⁸	-
Délka hyf (m/g)	0,39	0,35	0,06	1,21	-

(T – maximální sorpční kapacita, jíl – obsah jílnatých částic v %, C_{org} – organický uhlík, N_{tot} – celkový dusík, C_{bio} – uhlík mikrobiální biomasy stanovený fumigačně-extrakčně, N_{bio} – dusík mikrobiální biomasy stanovený fumigačně-extrakčně, RES – bazální respirace, qCO₂ – metabolický koeficient, AMO – anaerobní amonifikace, SNA – krátkodobá nitrifikační aktivita, bakterie – počty bakterií mikroskopicky, délka hyf – délka hyf půdních hub mikroskopicky, O/TTP – znaménko (+) indikuje parametry ve kterých se signifikantně liší orné půdy a půdy trvalých travních porostů).

Tabulka 2.17.2. Výsledky mikrobiálních parametrů z monitoringu půd Švýcarska (220 ploch na orné půdě, Oberholzer et al., 1999).

Parametr	Median	Percentil 2.5	Percentil 97.5
C _{bio} fumigační extrakční metoda, (μ.g ⁻¹)	518	285	1232
Bazální respirace μgCO ₂ .g ⁻¹ .d ⁻¹	42	25	92
C _{org}	1.8	1.1	3.1
pH (H ₂ O)	6.7	5.7	8.2
pH (KCaCl ₂)	6.1	4.6	7.3

Tabulka 2.17.3. Průměrné hodnoty C_{bio} z projektů sledování mikrobiologických vlastností rakouských půd (Kandeler, 1997, BZI-Bodenzustandsinventur, IM-Integrated Monitoring).

Projekt	kultura	počet ploch (n)	C _{bio} (metodou Substrátem indukovaná respirace) Median (μ.g ⁻¹)
BZI Oberösterreich	Orná	76	609.76
BZI Burgenland	Orná	30	552.08
BZI Oberösterreich	TTP	61	2774.82
IM Zöbelboden	Les (Ah-Horizont)	64	3852.2

Lesní půdy

Neexistuje soustavný průzkum ani soustavný monitoring biologických vlastností lesních půd. Takové zjišťování je součástí speciálních studií, např. při posuzování účinků některých melioračních zásahů (Lhotský 1987). Z jednotlivých parametrů charakterizujících biologickou aktivitu, jde především o metabolismus dusíku v půdách, tedy o nitrifikaci a amonizaci N sloučenin To je důležitý ukazatel, který má bezprostřední vztah k výživě dřevin a je zajímavý i z hlediska ochrany kvality vody (obsah dusičnanů) v zalesněných povodích.

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Vzhledem k uvedené variabilitě a závislosti na aktuálních podmínkách stanoviště se prozatím tyto hodnoty v legislativě neuvádějí i když jsou jako jedno ze základních kritérií kvality půdy navrhovány (tabulka 1.3.1).

2.18 Klasifikační systém půd

Popis

Klasifikační systémy půd třídí půdy do skupin (skupiny půdních typů, půdní typy, subtypy, variety, formy) podle charakteristických znaků daných morfogenetickým vývojem půd. Zásadním znakem morfogenetického vývoje půd je formace diagnostických horizontů a jejich sled v půdním profilu. Při zařazení do klasifikačních jednotek se uplatňují též některé chemické vlastnosti půd, stupeň antropogenního narušení, geologický substrát.

Každá země vyvinula svůj klasifikační systém, odpovídající jejím půdním podmínkám a vývoji půd. Celosvětově je uznávána jako referenční klasifikace WRB (World Reference Base, 1998).

V ČR prodělal klasifikační systém půd svůj vývoj především v posledních 20 letech. Původně oddělené klasifikační systémy pro lesní a zemědělskou půdu byly sjednoceny a byl vytvořen Morfogenetický klasifikační systém půd (Hraško, 1991). Po rozdělení ČSFR si obě země vytvořily svoje klasifikační systémy. V ČR nyní platí Taxonomický klasifikační systém půd ČR (Němeček a kol, 2001), který je univerzální a kompatibilní s WRB (příloha 7).

Z důvodu velkého významu organického horizontu (povrchového humusu) jako složky půdního profilu u lesních půd, je nezbytná jeho podrobná charakteristika jak s ohledem na jeho úlohu v koloběhu látek, tak pro jeho citlivost vůči různým zásahům do lesních ekosystémů. Proto klasifikační systémy specifické pro lesní půdy vycházejí především z morfologických kritérií při popisu jednotlivých vrstev organického horizontu. (Green et al. 1993). Pro náš stanovištní průzkum je určující přizpůsobená klasifikace přizpůsobená našim podmínkám (Viewegh 2000).

Pro charakteristiku lesních půd jako celku používá Ústav pro hospodářskou úpravu lesů vlastní klasifikační systém (ÚHÚL 1993), jehož základní přístup odpovídá klasifikaci půd podle FAO (FAO – UNESCO 1989). Hodnocení je však součástí stanovištního průzkumu, jehož výsledkem je především klasifikace podle souborů lesních typů.

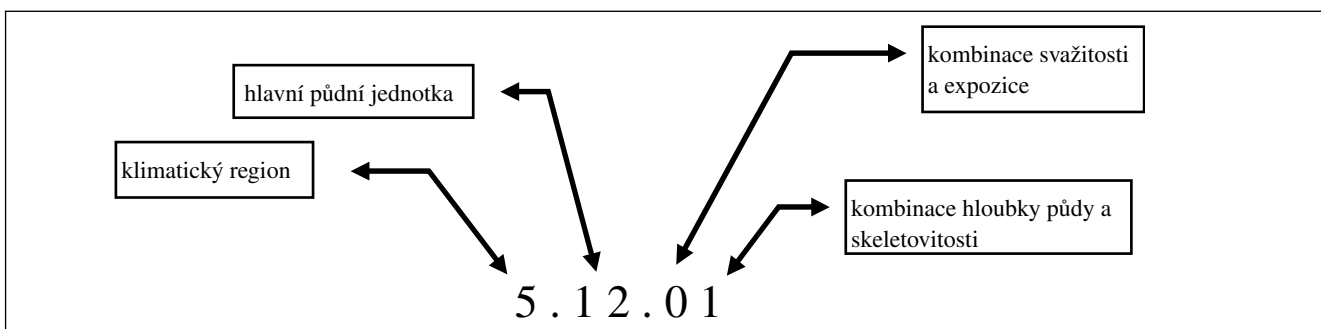
V rámci mezinárodního programu ICP Forests se půdy v lesních porostech na jednotlivých sledovaných bodech sítě charakterizují podle klasifikačního systému půdních jednotek FAO (FAO – UNESCO 1989).

Možnosti využití pro hodnocení půdy

Klasifikace podle taxonomického klasifikačního systému půd ČR je používána pro jednoznačné určení půdního typu v dokumentacích týkajících se hodnocení půd (např. hodnocení EIA, hodnocení vlivu stavby na ZPF). Jako perspektivní se jeví využití taxonomického klasifikačního systému podle zpracované metodiky Komplexního hodnocení půd (Janderková a kol. 2000). Výstupem této metodiky je kvantifikace ekologického a produkčního potenciálu půd.

Pro ekonomické účely (zejména oceňování půdy) je dosud využíván systém bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ), který vychází ze starší klasifikace (Geneticko – agronomická klasifikace půd). Soupis a charakteristika BPEJ je součástí vyhlášky č. 327/1998 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci. Pětimístný kód BPEJ charakterizuje především produkční vlastnosti půd – pro hodnocení z hlediska zemědělské výroby. Podkladem pro praktické využívání BPEJ je zpracování systému do map v měřítku 1 : 5000 a jejich digitalizace. Takto je možno každému produkčnímu bloku přiřadit příslušný kód BPEJ. Schéma kódu BPEJ je znázorněno na obrázku 2.18.1.

Obrázek 2.18.1 Schéma kódu BPEJ.



Pro účely stanovení odvodů za odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu vymezuje příloha zákona č. 334/92 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů v části A přílohy, sazby v Kč za 1 ha. Kriteriem pro vymezení sazeb jsou hlavní půdní jednotky (HPJ) kódu BPEJ a klimatické regiony. Teoreticky takto vzniká 780 tříd podle sazeb odvodů (prakticky je jich méně protože některé kombinace klimatického regionu a HPJ neexistují).

Tento přístup zohledňuje výhradně produkční funkci půdy. Ekologické funkce jsou částečně zohledněny v části B a C přílohy. V části B jsou stanoveny ekologické váhy vlivu (v hodnotách 5 až 20), kterými se násobí základní sazba v Kč podle tabulky v části A. Ekologická váha vlivu je stanovena pro všechny zóny ochrany národních parků, pro přírodní rezervace, přírodní památky, územní systémy ekologické stability krajiny, chráněné oblasti přirozené akumulace vod, ochranná pásma vodních zdrojů, chráněná ložisková území a území mimo plochy určené k zástavbě platnou územně plánovací dokumentací.

V části C přílohy jsou stanoveny koeficienty pro snížení odvodů (v hodnotách 0,8 – 0,2), jimiž se násobí základní sazba v Kč podle tabulky v části A. Důvodem ke snížení základní sazby je poškození zemědělské půdy spady průmyslových exhalací, úniky pevných nebo tekutých toxických látek, ropnými látkami, vodní nebo větrnou erozí, a lokalizace pozemků do zastavěného území obcí. Pro účely rozhodování orgánů ochrany ZPF při odnímání pozemků zemědělské výroby je zemědělská půda klasifikována na základě BPEJ do tříd ochrany (Metodický pokyn MŽP, OOLP, 1996) Procentické zastoupení jednotlivých tříd ochrany z rozlohy ZPF ukazuje tabulka 2.18.1.

Tabulka 2.18.1. Procentické zastoupení tříd ochrany z rozlohy ZPF ČR.

třída I	třída II	třída III	třída IV	třída V
21,87	19,40	20,56	18,02	20,15

Podrobně o této problematice pojednává publikace Němec, J. (2001) Bonitace a oceňování zemědělské půdy České Republiky.

3. Možnosti použití celostátních průzkumů půd pro specifikaci vývojových trendů půdních vlastností

V České republice má pedologický průzkum značnou tradici a vysokou úroveň. Z hlediska množství a podrobnosti poskytovaných údajů patří bezesporu k nejdokonalějším v Evropě. První rozsáhlé údaje o úrodnosti půd chemismu, fyzikálních vlastnostech, typologii a morfogenezi poskytl program komplexního průzkumu zemědělských půd. Na základě těchto výsledků pak byla provedena bonitace půd a vytvoření systému BPEJ.

Hlavní etapy průzkumu zemědělských půd lze charakterizovat takto (blíže např. Němec, 2001):

- Tereziánský katastr, Josefský katastr (od 18. stol.).
- Komplexní průzkum zemědělských půd – probíhal v letech 1961 – 1970.
- Bonitace zemědělského půdního fondu – probíhala v letech 1971 – 1980, v současnosti probíhá průběžná aktualizace.
- Agrochemické zkoušení zemědělských půd (1961 – 1980 pětiletá perioda; 1981 – 1989 tříletá perioda 1990 + šestiletá perioda).
- Registr kontaminovaných ploch – součást agrochemického zkoušení půd od roku 1990.
- Bazální monitoring zemědělských půd – zahájen v roce 1992, pokračuje dosud.
- Dlouhodobé výzkumné projekty sledující vývoj vlastností zemědělských půd (VÚMOP, ÚKZÚZ).

U lesních půd byly vytvořeny podklady pro hodnocení vlastností půd typologickým mapováním. Dalšími programy poskytující data o půdních vlastnostech lesních půd jsou:

- Opakované průzkumy stavu povrchových vrstev lesních půd podle zákona 156/1998 Sb., ve znění pozdějších předpisů.
- Zjišťování půdních vlastností v rámci programu ICP Forests.
- Zjišťování půdních vlastností na trvalých zkusných plochách v lesích ÚHÚL Brandýs n.L.

Předpokládá se, že na tyto průzkumy naváže systém evropského monitoringu půd, který je připravován v rámci aktivity EU „EUROPEAN UNION SOIL THEMATIC STRATEGY“ (<http://europa.eu.int/comm/environment/soil/index.htm>, Blum et al., 2004). Tento monitoring by měl zohledňovat stávající monitorizační sítě a současně poskytnout údaje o degradaci půd v celoevropském měřítku.

3.1 Vývojové trendy pH a obsahu přístupných živin v zemědělských a lesních půdách

Zemědělské půdy

Nejkomplexnější výsledky v tomto směru poskytuje program AZZP a bazální monitoring půd.

Tabulka 3.1.1 ukazuje vývoj hodnot pH a zásobenosti orných půd přístupnými živinami podle hodnocení výsledků AZZP v posledních cyklech. Tabulka 3.1.2 pak ukazuje změny agrochemických vlastností – srovnání period 1993 – 95 a 1999 – 2001. Tabulka 3.1.3 tyto změny pak vyjadřuje v procentech zastoupení jednotlivých kategorií zásobenosti.

Tab. 3.1.1. Průměrné hodnoty pH výměnného a obsahů přístupných živin v orné půdě v mg.kg⁻¹. (Klement, Sušil, 2004).

cyklus	pH vým.	P	K	Mg	Ca
1993 – 1997	6,4	101	254	186	3229
1999 – 2003	6,3	96	224	186	3066

Tabulka 3.1.2. Průměrné relativní změny (%) pH/KCl a obsahu přístupných živin (P, K, Mg, Ca) a poměru K / Mg mezi léty 1993 – 95 a 1999 – 2001 v orné půdě jednotlivých krajů ČR podle údajů AZZP (Čermák, 2003).

správní jednotka ČR	změny agrochemických vlastností půd					
	pH	P	K	Mg	Ca	K / Mg
ČR v průměru:	-0,1	-5	-14,2	1,1	-5,2	-14,9
Kraj: Středočeský	0	9,5	-16,1	3,1	-4,8	-19,3
Jihočeský	-3,1	-3,9	-8,4	11,0	-5,8	-17,4
Plzeňský	0	-3,7	-22,3	7,3	-11,5	-27,6
Karlovarský	-1,7	-5,3	-9,0	-4,8	-17,0	-4,6
Ústecký	0	0	-11,5	1,1	-1,0	-12,4
Liberecký	0	4,0	-19,5	9,3	-9,5	-26,1
Královéhradecký	-4,6	6,0	-20,8	-4,3	-8,9	-16,9
Pardubický	-3,1	-13,1	-23,5	2,9	-3,7	-22,6
Vysočina	-4,9	-7,0	-13,3	2,7	-8,8	-15,4
Jihomoravský	-2,9	-8,1	-2,4	-5,9	-2,8	3,4
Olomoucký	-1,5	-12,5	-10,3	5,5	-4,4	-14,7
Zlínský	-1,5	-10,2	-12,1	-3,3	-5,9	-9,4
Moravskoslezský	-3,1	-18,6	-20,9	12,0	-6,9	-29,3

Tabulka 3.1.3. Změny kategorií zásobenosti orné půdy ČR přístupnými živinami a změny kategorií půdní reakce mezi lety 1993 – 95 a 1999 – 2001 podle údajů AZZP (Čermák, 2003).

kat. zásoby	Fosfor		draslík		hořčík		vápník		půdní reakce	pH/KCl	
	1993 – 1995	1999 – 2001	1993 – 1995	1999 – 2001	1993 – 1995	1999 – 2001	1993 – 1995	1999 – 2001		1993 – 1995	1999 – 2001
nízká	10,9	16,8	4,6	8,4	23,9	19,9	2,8	4,8	silně kys.	13,6	17,2
vhodná	29,7	30,3	22,1	31,5	30,6	31,4	29,0	35,9	slabě kys.	38,7	42,7
dobrá	29,1	26,2	49,2	44,8	27,5	32,1	37,5	32,3	kyselá	28,3	24,0
vysoká	24,0	20,2	14,7	9,7	9,2	9,4	18,1	14,8	neutrální	17,3	13,8
velmi vys.	6,3	6,4	9,4	5,6	8,8	7,2	12,6	12,1	alkalická	0,5	0,9

Výsledky AZZP za poslední období dokladují, že jak v orné půdě, tak i v trvalých travních porostech (v České republice i v jednotlivých krajích) dochází jak v úrovni půdní reakce, tak i v obsahu přístupného draslíku, vápníku i poměru K / Mg skoro ve všech českých krajích k negativnímu ovlivnění. Celorepublikový úbytek obsahu přístupných živin za toto období činí u fosforu 5, u draslíku 37, u vápníku 193 mg.kg⁻¹, u pH/KCl činí průměrné snížení – 0.1 jednotky pH, snížil se i poměr K / Mg o 0,21. Zpravidla (s výjimkou Středočeského a Libereckého kraje) dochází rovněž k úbytku obsahu přístupného fosforu. Naopak u hořčíku jeho obsah v orné půdě relativně stoupá; při úbytku draslíku a vápníku z půdního sorpčního komplexu nastupuje totiž hořčík na jejich místo, takže podíl Mg v sorpčním nasycení se takto zvyšuje (Čermák, 2003).

Z tabulky 3.1.3 je zřejmé, že v průběhu šesti až sedmi let v důsledku nedostatečného přísunu hnojiv dochází k velmi výraznému snížení podílu půd s „vysokou zásobou“ draslíku (z 15 na 10%), resp. s „velmi vysokou“ zásobou (z 9 na 6%, u fosforu z 18 na 6%); ke snížení podílu půd s „dobrou“ zásobou došlo zejména u draslíku (v případě fosforu se podíl půd náležejících k této kategorii zásobenosti nezměnil); došlo však ke zvýšení podílu půd se zásobou „vhodnou“ (u draslíku z 22 na 32%, u fosforu z 25 na 31%) a rovněž ke zvýšení podílu půd s „nízkou zásobeností“ (u fosforu z 10 na 17%, u draslíku z 5 na 8%). Obdobný vývoj nastává také u jednotlivých kategorií půdní reakce: Za sledované období stoupl podíl půd s „kyselou reakcí“ (z 39 na 44%) a rovněž podíl půd s reakcí „silně kyselou“ (ze 14 na 17%) – na úkor podílu půd s reakcí „slabě kyselou“ (jejichž podíl poklesl z 29 na 24%) a půd s reakcí „neutrální“, jejichž poměrné zastoupení se snížilo ze 17 na 14%.

V dlouhodobé perspektivě se naopak projevují pozitivní trendy – viz tabulka 3.1.4 – srovnání hodnot obsahů hlavních živin a pH z období KPP a nyní i když výsledky srovnání se liší podle půdních typů. U pH jsou hodnoty poměrně vyrovnané, pouze u kambizemí a fluvizemí byl zaznamenán pokles hodnot. U přístupného fosforu a draslíku jde většinou o výrazné zvýšení zásobenosti.

Tabulka 3.1.4. Dlouhodobé průměrné změny (Δ) pH / KCl a obsahu dostupných forem P a K: Rozdíly původních (KPP) hodnot naměřených v době KPP a hodnot současných („souč.“).

půd. typ:	horizont	Ø pH / KCl			ØŘ P – dostupný			Ø K – dostupný		
		KPP	souč.	Δ	KPP	souč.	Δ	KPP	souč.	Δ
černice	ornice	6,78	7,01	+0,23	37,8	8,8	-29	214,1	206,0	-8,1
	podorn.	7,02	7,04	+0,02	11,2	5,3	5,9	108,5	190,1	81,5
černozemě	ornice	7,20	7,22	+0,02	37,4	87,8	50,4	148,3	160,2	11,9
	podorn.	7,25	7,53	+0,28	5,5	14,4	5,9	132,2	127,2	-5,0
kambizem	ornice	7,00	6,58	-0,42	42,7	74,3	31,6	100,3	153,3	53,0
	podorn.	6,95	6,81	-0,14	7,5	29,6	22,1	60,5	134	73,5
fluvizem	ornice	6,90	6,05	-0,85	39,4	96,0	56,6	98,6	102,2	3,6
	podorn.	6,72	6,22	-0,50	7,5	18,2	10,7	72,0	69,1	-2,9
regozemě	ornice	6,06	6,02	-0,04	18,8	120,3	101,3	89,3	109,7	20,4
	podorn.	6,55	6,33	-0,22	6,8	57,3	51,0	46,9	47,4	0,5

Lesní půdy

Nejsou ucelené starší podklady, které by umožnily prokázat změny půdní reakce a obsahů významných prvků v lesních půdách v odstupu několika desetiletí. Pokud za rozhodující faktor změn považujeme depozici kyselých složek znečištění ovzduší, pak jde v Evropě i u nás zejména o období uplynulých 50 let. Takové studie jsou k dispozici ze zahraničí, prokazují především zvýšení kyselosti. Vzhledem k obrovskému zatížení našeho prostoru emisemi i depozicí sloučenin síry, (v průměru více jak 5000 kg S.ha⁻¹ za uplynulých 150 let) i dusíku, je ovlivnění lesních půd obrovské, tím spíše, že depozice pod lesními porosty je zpravidla výrazně vyšší než na volné ploše.

Ze srovnání se staršími údaji o reakci v půdních profilech (např. Pelíšek 1961) je však nepříznivý posun v půdní reakci evidentní.

Změny v obsazích živin se týkají především:

- zvyšování obsahů dusíku v půdě,
- zásob bazických kationtů.

Nejsou k dispozici výsledky starších širších průzkumů, které by umožnily odvodit k jakým posunům došlo. Umožňují to teprve průzkumy od roku 1993 podle přírodních lesních oblastí. Jako příklad jsou uvedeny Orlické hory, oblast, která v tomto období byla zatížena velmi vysokou depozicí dusíku (tabulka 3.1.5, 3.1.6).

Tabulka 3.1.5. Koncentrace dusíku v nadložním humusu ze stejných lokalit Orlických hor ve dvou obdobích: 1993 a 1999 (g.kg⁻¹).

percentil	1993	1999
25	10,0	13,6
50	12,2	17,0
75	14,0	18,7
90	16,7	19,8
průměr	12,2	15,6

Tabulka 3.1.6. Koncentrace biogenních prvků v povrchové vrstvě minerální půdy ze stejných lokalit Orlických hor ve dvou obdobích: 1993 a 1999 (mg.kg⁻¹).

percentil	K		Ca		Mg		Fe	
	1993	1999	1993	1999	1993	1999	1993	1999
25	41	37	150	87	33	34	1 190	687
50	49	44	200	144	42	45	3 320	1 765
75	60	53	263	196	54	64	8 490	7 543
90	98	73	326	324	71	96	12 616	12 429
průměr	52	48	218	185	47	57	5 691	2 854

Výsledky analýz potvrzují hlavní trendy, tj. akumulace dusíku v povrchové vrstvě půdy a snižování koncentrací vápníku a draslíku. U hořčíku je vliv kyselé depozice utlumen působením vápnatého dolomitu použitého jako melioračního materiálu na několika lokalitách.

Akumulace dusíku v lesních ekosystémech u nás je jen ojediněle prokazatelná v lesní půdě (humusu). Zvýšená depozice je však dobře patrná na úrovni výživy tímto prvkem zejména ve smrkových porostech. Zatím nikde tyto změny nepřekročily

únosnou mez. Je však možné, že se podílejí nepřímo na výrazných poruchách výživy hořčíkem, patrných v různé míře po celém území ČR. Pokles průměrné depozice N na úroveň 9 kg.ha⁻¹ v roce 2002 (Znečištění ovzduší 2003) na území však riziko dalšího nepříznivého vývoje podstatně omezuje. Toto množství však stále ještě významně přispívá k acidifikaci lesních půd.

3.2 Vývojové trendy obsahu organické hmoty

Úbytky obsahu organické hmoty v půdě jsou považovány za nejvýznamnější faktor procesu degradace půd v obecném pojetí. Jsou způsobovány především větrnou a vodní erozí, nedostatečným přísunem organických hnojiv do půd. Kvantifikace tohoto jevu je problematická i když běžným pozorováním jsou známky dobře patrné (světlé – erodované plochy na orné půdě bez vegetace na návětrných plochách svahů, odnosy materiálu kvalitního humusového horizontu do vodotečí nebo jeho akumulace v podsvahových deluviích).

Objektivní šetření změn obsahů organické hmoty provedl v rámci řešení výzkumného úkolu (Novák a kol. 2002). Šetření vycházelo ze statistického vyhodnocení a srovnání výsledků KPP (44 speciálních a 23 výběrových sond přesně identifikovaných) a ekvivalentního současného sledování. Výsledky byly vyhodnoceny pro hlavní půdní typy (tabulka 3.2.1). Průkazný úbytek obsahu organické hmoty byl zjištěn u černozemí smytých (stará klasifikace), černozemí pelických a černic. U černozemí modálních byl naopak zjištěn nárůst, u fluvizemí vyrovnaný stav. Přes relativně nízký počet srovnávacích lokalit lze usuzovat, že proces degradace není plošný, ale probíhá především v erozně exponovaných areálech, případně na lokalitách se zvýšenou mineralizací v důsledku nevhodných způsobů hospodaření.

Tabulka 3.2.1. Průměrné hodnoty obsahu organické hmoty (po přepočtu z Cox) pro ornici vybraných půdních typů. Srovnání výsledků KPZP a současného šetření a vyjádření statistické průkaznosti rozdílů. (Novák a kol. 2002).

půdní typ ¹⁾	počet sond	průměrné hodnoty obsahu humusu v %			stat. významnost rozdílů
		KPZP	nové šetření	rozdíl	
CEm, CEI	29	2,51	2,76	0,25	*
CEm smytá	5	2,61	2,15	-0,46	**
CEr	8	2,66	2,14	-0,52	*
CEp	6	4,94	4,13	-0,81	*
CCm	6	6,11	3,3	-2,81	**
FLm	12	2,24	2,15	-0,09	-

* statisticky významný rozdíl při p = 0,05

** statisticky vysoce významný rozdíl při p = 0,05

¹⁾ Označení půdních typů podle Taxonomického klasifikačního systému půd ČR (Němeček 2001). CEm smytá uvedena podle KPZP

3.3 Bilanční metody hodnocení vývoje agrochemických vlastností

Zemědělské půdy

Důležitým nástrojem pro odhady vývoje půdních vlastností, především zásobenosti živinami jsou výpočty bilancí látek, vztažené buď k farmě nebo k pozemku. Pro daný účel je vhodnější vyjádření k pozemku. Protože výpočty bilancí poskytují podklady pro optimalizaci hospodaření s živinami, je snaha je též zařadit do legislativy.

Příklad výpočtu bilancí uvádí tabulka 3.3.1. Hodnoty pocházející z období intenzivního používání hnojiv vykazují téměř vyrovnanou bilanci dusíku, silně pozitivní bilanci fosforu, draslíku a hořčíku a negativní bilanci vápníku.

Tab. 3.3.1. Hlavní položky hospodářské bilance živin na zemědělské půdě v kg.ha⁻¹.rok⁻¹ (Vostál, Penk 1989).

	položka	dusík	fosfor	draslík	hořčík	vápník
aktiva	průmyslová hnojiva	104,0	31,6	75,0	30,0	1.065,0
	organická hnojiva	40,0	8,0	46,0	5,0	25,0
	spady (suché, mokré)	26,0	0,1	10,0	1,0	5,0
	osivo a sadba	2,0	0,9	1,9	0,1	1,1
pasiva	odběr sklizněmi	127,5	21,3	99,3	10,0	30,0
	plynné ztráty	31,1				
	ztráty vyplavením	9,8	0,8	3,3	5,0	89,0
	ztráty jiné	7,0				60,0

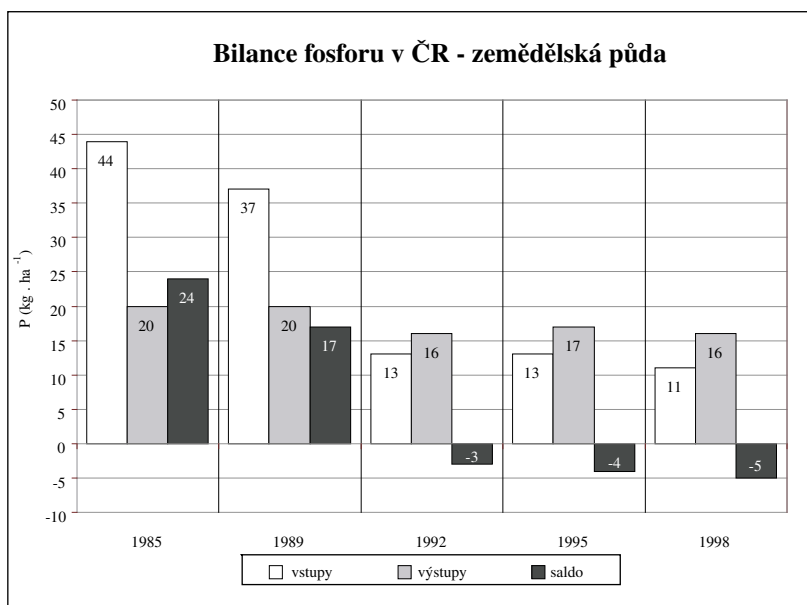
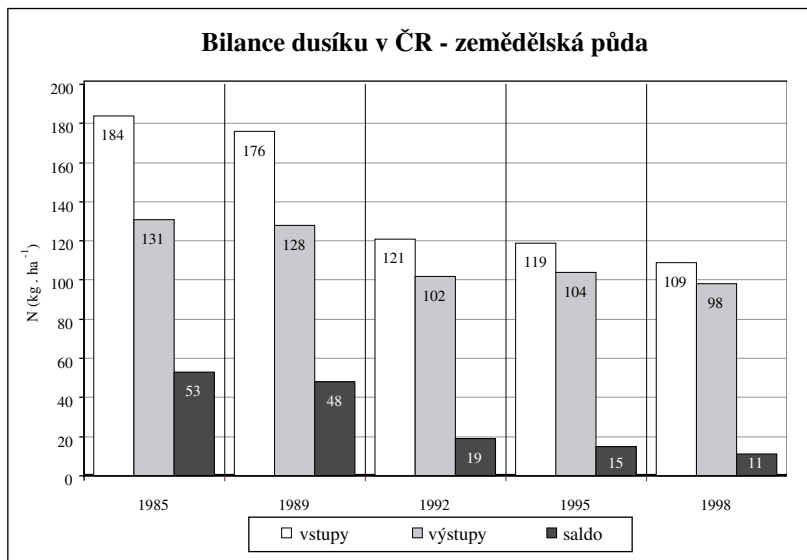
Bilance dusíku, fosforu a draslíku na zemědělské půdě v České republice v období 1985 až 1998 je uvedena v grafech 3.3.1 až 3.3.3. U všech tří živin je patrný výrazný pokles vstupů mezi rokem 1989 a 1992. V tomto období došlo k silnému poklesu

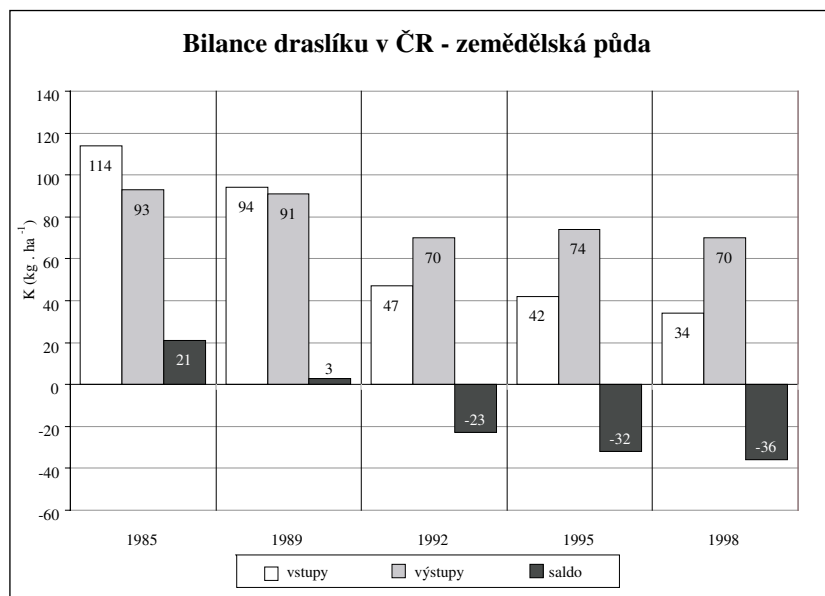
spotřeby minerálních hnojiv a pozvolnému poklesu i statkových hnojiv. Po roce 1992 se vstupy u dusíku a draslíku ještě mírně snižují. Výsledkem je mírně kladná bilance dusíku, slabě záporná bilance fosforu a výrazně záporná bilance draslíku.

Podobné závěry jako z bilancování na základě statistických šetření (obrázek 3.3.1 – 3.3.3) je možno získat při výpočtech z údajů monitoringu zemědělských půd, atmosférické depozice a lyzimetrických sledování, avšak pouze pro období po roce 1992 (tabulka 3.3.2). Průměrné množství čistých živin z atmosférické depozice na hektar ročně vykazovalo tyto hodnoty: N 38 kg, P 1,1 kg, K 2,2 kg, Mg 1,0 kg a Ca 4,7 kg. Průměrné ztráty vyplavením živin na lyzimetrických stanovištích činily ročně na hektar u N 6 kg, P 1,3 kg, K 1,7 kg, Mg 4,5 kg a Ca 15,3 kg.

Mírně kladnou bilanci vykazuje dusík, mírně zápornou fosfor a hořčík a výrazně zápornou draslík a vápník.

Obrázek 3.3.1. – 3.3.3. Bilance dusíku, fosforu a draslíku na zemědělské půdě v České republice v období 1985 až 1998 (Trávník 2000).





Tabulka 3.3.2. Bilance živin na pozorovacích plochách monitoringu půd v letech 1992 až 1999 v kg . ha⁻¹. (Trávník 2000).

rok sledování	počet pozorovacích míst	N	P	K	Mg	Ca
1992	66	-0,51	-3,42	-66,29	-13,67	5,51
1993	132	5,44	3,22	-45,16	-11,27	-11,98
1994	132	8,87	-2,16	-55,60	-11,82	-22,31
1995	134	42,15	2,18	-31,29	-6,40	6,24
1996	130	25,10	-3,00	-44,10	-9,74	-3,75
1997	136	13,20	0,67	-53,66	-11,20	-20,35
1998	138	30,90	-1,10	-35,16	-10,92	-19,98
1999	138	13,55	-8,61	-49,25	-10,77	-15,05
průměr	1.006	21,49	0,56	-45,29	-8,84	-6,64
medián		10,92	-8,93	-54,52	-11,13	-32,32

Lesní půdy

Bilance živin v lesních půdách není obvykle ovlivňována lidskými zásahy přímo. Hnojení lesních půd není ještě běžnou praxí, obvykle se používá jen k řešení kritických situací a jeho celkový rozsah je malý. Zahrneme-li i vápnění, které za současné situace má přímo ovlivnit výživu porostů, pak bylo tímto zásahem dosud ovlivněno méně jak 5 % výměry lesní půdy.

Přesto jsou bilance ztrát významným podkladem pro hospodářská rozhodnutí.

Představu jak velké jsou ztráty, které vznikají těžbou dřeva přináší tabulka 3.3.3.

Tabulka 3.3.3. Ztráty při těžbě dřeva kmene s kůrou za 100 leté období u vybraných dřevin v kg.ha⁻¹.

	smrk	buk	dub	javor klen
dusík	260	843	613	1 590
fosfor	23	60	57	162
draslík	236	1 040	323	1 422
vápník	510	824	818	2 737
hořčík	53	195	45	197

Jde o orientační představu. Odčerpání živin smrkem, bukem, dubem se týká těžby v porostech středních bonit, ve všech případech vztažené na dobu 100, což však u listnatých dřevin neodpovídá normálnímu obmýtí. U kleny, který reprezentuje skupinu velmi náročných dřevin, jde o údaje z velmi vzrůstného porostu.

Pokud by se využívala celá vytvořená biomasa, tj. včetně kletu a v mládí i materiál z prořezávek, vzrostly by ztráty významně protože tyto složky jsou živinami podstatně bohatší než dřevo kmene.

Tyto údaje jsou důležité srovnáváme-li nároky dřevin při změnách druhového složení porostů, umožňují i porovnat význam ztrát způsobených těžbou s vlivem kyselé depozice a jejich přínos pro acidifikaci lesních půd.

3.4 Bilanční metody hodnocení vývoje kontaminace půd – metoda kritických zátěží

Kritická zátěž je definována jako „kvantitativní odhad dávky (expozice) znečišťující látky (látek), pod jejíž úrovní ještě nenastávají škodlivé změny na senzitivních složkách ekosystémů“. Koncept kritických zátěží se stal základem pro mezinárodní program EHK/OSN Mapování kritických zátěží (nyní pod názvem mezinárodní program spolupráce pro modelování a mapování kritických zátěží a koncentrací – ICP pro modelování a mapování). Cílem programu mapování a modelování kritických zátěží je hodnocení rizik plynoucích z emisí látek do ovzduší pro ekosystémy a člověka a získání podkladů pro úpravy emisních limitů. V metodologiích výpočtů kritických zátěží je jako cílového receptoru možno použít různých složek ekosystémů (půda, půdní roztok, podzemní voda, rostliny). Nejvíce je rozpracována metodika pro půdy (půdní roztok). Z chemických látek jsou pak k dispozici modely pro síru a dusík jako látky způsobující acidifikaci půd, těžké kovy a persistentní organické polutanty. Z hlediska matematického přístupu jsou používány modely statické, semidynamické a dynamické. Semidynamické a dynamické modely dosahují lepších výsledků, ale zároveň jsou náročnější na rozsah a přesnost vstupních dat, což prozatím neumožňuje jejich spolehlivé využití pro velká území.

Koncept kritických zátěží umožňuje, jako dosud jediný, kvantifikovat potřebné snížení emisí tak, aby bylo možné dostatečně chránit přirozené ekosystémy, půdy a vody před acidifikací.

Pro Českou republiku byly počítány pro hlavní rizikové prvky kritické doby, tj. doby, za kterých bude dosaženo limitních hodnot obsažených v půdě za předpokladu, že se rychlost vstupů v budoucnu nebude měnit (Zapletal et al. 2002):

Cd

Kritické doby kadmia se pohybují od záporných do kladných hodnot a na poměrně velkém území nejsou definovány. To znamená, že zde kritických koncentrací nebude za současného stavu nikdy dosaženo. Protože je prakticky vždy koncentrace kadmia v půdách pod kritickou koncentrací, odpovídají pozitivní kritické doby času, kdy bude kritické koncentrace dosaženo. Aktuální nebezpečí půdám hrozí pouze v oblastech s nízkými kritickými časy v rozmezí 0 – 500 let. V ostatních případech je znečišťování kadmii buď příliš pomalé (t.j. kritické časy jsou pozitivní a velmi dlouhé, > 500 let), nebo jsou kritické časy záporné to znamená, že se koncentrace kadmia snižují.

Cu

Koncentrace mědi v půdách je v současné době vesměs pod kritickou hodnotou, ale s časem se bude zvyšovat. Toto zvyšování však bude velmi pomalé, takže za současného trendu nebude kritické koncentrace mědi dosaženo dříve než za 1000 let a na většině území tomu bude za více než 3000 let. To vše je za předpokladu, že současný trend bude pokračovat.

Pb

Větší část území republiky, která je pokryta zemědělskou půdou má obsahy olova v půdě nižší než je kritická koncentrace. V těchto oblastech se v současné době koncentrace zvyšuje působením atmosférického spadu a zemědělských vstupů. Toto zvyšování je však na většině území velmi pomalé. Na značné části území jsou kritické doby záporné. To jsou zejména lesní oblasti, kde je dnes koncentrace olova v půdách vyšší než je koncentrace kritická, ale současná hmotová bilance je příznivá, takže se tato koncentrace bude snižovat. Toto přírodní čištění je však velmi pomalý proces. K vyčištění půd na kritickou úroveň za současného trendu dojde často až za více než 1000 let.

Zn

Zinek není považován za rizikový prvek první kategorie významnosti. Jeho koncentrace v půdách jsou až na několik málo výjimek pod kritickou hodnotou. Koncentrace zinku bude pomalu stoupat, ale kritické doby se pohybují nad 600 let.

3.5 Hlavní závěry hodnocení vývoje půdních vlastností

- Celostátní průzkumy půd jsou neocenitelným zdrojem podkladových dat pro vyhodnocování probíhajících změn vlastností zemědělské půdy.
- První objektivní vyhodnocení ze srovnání výsledků starších šetření s novými lze uplatnit na základě výsledků KPP z let šedesátých.
- Bazální monitoring půd, jako výhledově nejpřesnější program pro sledování změn půdních vlastností, je z důvodu prozatím krátké doby funkčnosti možno použít pouze omezeně.
- Hodnoty pH zemědělských (orných) půd vykazují postupný mírný pokles. Potvrzují to výsledky programu AZPP i srovnávací hodnocení KPZP – současné sledování.
- Bilance živin vypočtená pro ČR ze statistických údajů o spotřebě hnojiv a odběru živin sklizněmi vykazuje stejný trend jako bilance živin vycházející z konkrétních podkladů velkého souboru pozorovacích ploch monitoringu půd.
- Současné období je možno charakterizovat mírně kladnou bilancí dusíku, mírně zápornou bilancí fosforu a hořčíku a výrazně zápornou bilancí draslíku a vápníku.

- Výrazné snížení spotřeby hnojiv má za následek snižování salda u všech živin. Přesto však nebylo dosaženo hodnot obsahů živin z doby provádění KPZP.
- Záporná bilance fosforu a draslíku má nepříznivý odraz v obsahu těchto živin v půdě. U hořčíku a vápníku v půdě nejsou zatím negativní změny patrné.
- Při hodnocení degradace půd prostřednictvím změn v obsahu humusu za posledních cca 40 let lze usuzovat, že proces degradace není plošný, ale probíhá především v erozně exponovaných areálech, případně na lokalitách se zvýšenou mineralizací v důsledku nevhodných způsobů hospodaření. U černozemí modálních byly zjištěny vyrovnané hodnoty, snížení obsahu bylo zjištěno u ostatních subtypů černozemí, u černic a fluvizemí.
- Při hodnocení vývoje kontaminace metodou kritických zátěží je zjišťován u většiny prvků pomalý nárůst obsahů v zemědělských půdách přičemž limitních hodnot obsahů v půdě by při setrvání současných vstupů bylo na většině území ČR dosaženo v průběhu několika stovek let. Indikován je pokles obsahů olova v lesních půdách v důsledku výrazného poklesu vstupů atmosférickou depozicí.
- Protože nejsou souborné údaje o chemismu lesních půd v minulosti, je možno hodnotit jen jejich současný stav. Dlouhodobý vliv mimořádně vysoké depozice kyselých složek znečištění ovzduší se promítl do vysokého okyselení povrchových půdních vrstev i jejich ochuzení o živiny. Nepříznivě se promítá do výživy porostů.

4. Hodnocení legislativních předpisů z hlediska zabezpečení ochrany produkčních a ekologických funkcí půdy

4.1 Plošná ochrana půdy

Problematika

Pod pojem plošné ochrany jsou zahrnovány především zábory půd a dále změny druhu a způsobu využití pozemků. Zábor půd, především pro stavební účely je většinou nevratným procesem, který podstatně omezuje nebo úplně odstraňuje plnění funkcí půdy. Pro některé země jsou k dispozici odhadované plochy záboru v ha za 1 den: Německo 130, Rakousko 35, Holandsko 35, Švýcarsko 10. Nejsou informace o typech půd, které jsou zabírány, z velké míry jsou to však půdy s vysokým významem pro produkci potravin nebo z hlediska ochrany přírody.

Legislativní nástroje

Plošná ochrana půdy je definována ustanoveními **zákona č. 50/1972 Sb., o územním plánování a stavebním řádu**, ve znění pozdějších předpisů a ustanoveními **zákona 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu**, ve znění pozdějších předpisů.

Jedním z nejvýznamnějších úkolů územního plánování je jeho koordinační role, tzn. nalézání souladu veřejných zájmů. Současný stav řady právních předpisů však uvedený princip oslabuje tím, že nadřazuje dílčí požadavky některých složek státní správy do imperativní pozice. Při striktním výkladu těchto zvláštních předpisů je tak prakticky vyloučeno dosažení potřebné dohody, neboť aplikace širokého výkladu těchto právních předpisů je v ČR problematická.

Závazné části územně plánovací dokumentace stanoví **vyhláška č. 135/2001 Sb. o územně plánovacích podkladech a územně plánovací dokumentaci** ve znění pozdějších předpisů. Závazná část územně plánovací dokumentace s ohledem na hodnoty území omezuje, vylučuje, popřípadě podmiňuje umístování staveb, využití území nebo opatření v území a stanoví zásady pro jeho uspořádání (§ 18 vyhlášky).

Závazná část územně plánovací dokumentace obsahuje zejména:

- a) u územního plánu velkého územního celku hlavní koridory a plochy umožňující umístění staveb dopravní a technické infrastruktury nadmístního významu, vymezení regionálních a nadregionálních územních systémů ekologické stability, limity využití území nadmístního významu, vymezení koridorů a ploch pro veřejně prospěšné stavby,
- b) u územního plánu obce urbanistickou koncepci, využití ploch a jejich uspořádání, vymezení zastavitelného území, omezení změn v užívání staveb, zásady uspořádání dopravního, technického a občanského vybavení, vymezení územního systému ekologické stability, limity využití území, plochy přípustné pro těžbu nerostů, vymezení ploch pro veřejně prospěšné stavby a pro provedení asanací nebo asanačních úprav,
- c) u regulačního plánu vymezení zastavitelného území, jednotlivých stavebních pozemků, jejich využití, umístění staveb, omezení změn v jejich užívání, přístupy ke stavbám a napojení na technické vybavení, prvky územního systému ekologické stability, pozemky přípustné pro těžbu nerostů, pokud těžba přichází v úvahu, regulační prvky plošného a prostorového uspořádání (např. uliční a stavební čáry, výška a objemy zástavby, ukazatele využití území, řešení dopravy a technického vybavení), limity využití území a vymezení pozemků pro veřejně prospěšné stavby a pro provedení asanací nebo asanačních úprav.

Při vynětí pozemků ze ZPF jsou při procesu územního plánování zohledňovány faktory a podmínky bytové výstavby, ekonomického růstu regionu i ekologie a ochrany přírody. To upravuje zejména § 126. Ochrana složek životního prostředí a jiných zvláštních zájmů, který říká, že „Dotýká-li se řízení podle tohoto zákona zájmů chráněných zvláštními předpisy³, rozhodne stavební úřad jen v dohodě, popřípadě se souhlasem orgánu státní správy, který chráněné zájmy hájí (dotčený orgán státní správy). Dotčený orgán státní správy může svůj souhlas vázat na splnění podmínek stanovených ve svém rozhodnutí (stanovisku, vyjádření, souhlasu, posudku apod.) v souladu se zvláštním zákonem, na jehož podkladě je oprávněn zájem chránit.“

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů upravuje ochranu půdy při územně plánovací činnosti v § 5:

- 1) Aby ochrana zemědělského půdního fondu byla při územně plánovací činnosti prováděná podle zvláštních předpisů⁴ zajištěna, jsou pořizovatelé a zpracovatelé územně plánovací dokumentace a územně plánovacích podkladů povinni řídit se zásadami této ochrany, navrhnout a zdůvodnit takové řešení, které je z hlediska ochrany zemědělského půdního

³ Platí též pro zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně ZPF ve znění pozdějších předpisů

⁴ Zákon č. 50/1976 Sb. o územním plánování a stavebním řádu ve znění pozdějších předpisů

fondy a ostatních zákonem chráněných obecných zájmů nejvýhodnější. Přitom musí vyhodnotit předpokládané důsledky navrhovaného řešení na zemědělský půdní fond, a to zpravidla ve srovnání s jiným možným řešením.

- 2) Návrhy územně plánovací dokumentace a územně plánovacích podkladů musí být již v období zpracování konceptů projednány s orgány ochrany zemědělského půdního fondu a před schválením opatřeny jejich souhlasem.
- 3) Územní rozhodnutí,⁵ jímž má být dotčen zemědělský půdní fond, nelze vydat, pokud nebyl dán orgánem ochrany zemědělského půdního fondu souhlas k jejímu odnětí, s výjimkou případů, kdy takového souhlasu není třeba.

Dále jsou v § 9 specifikovány podmínky odnětí půdy ze ZPF, především že k odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu pro nezemědělské účely je třeba souhlasu orgánu ochrany zemědělského půdního fondu, který je nezbytný k vydání rozhodnutí podle zvláštních předpisů.⁶

S vazbou na půdu je třeba při procesu územního plánování též zohledňovat ostatní funkce krajiny, jejichž aplikace do práva je označována jako "Limity využití území". Metodickou příručku s tímto názvem vydal v roce 1999 Ústav územního rozvoje. Obsahuje přehled limitů, vyplývajících z obecně platných právních předpisů a platných norem podle stavu k 31. 12. 1998 a je pravidelně dvakrát ročně aktualizována (Hyvnar a kol. 2002). Úvodem jsou vysvětleny základní obecné pojmy a dále formou katalogu členěného do 7 částí uvádí jednotlivé limity. Účelem jejího vydávání je usnadnit účastníkům procesu územního plánování orientaci v rozsáhlé řadě obecně platných právních předpisů a norem, regulujících využití území, a poskytnout tak podklad pro věcné a rychlé zjištění omezení, která z těchto předpisů vyplývají. Při zadávání, zpracovávání a schvalování územně plánovací dokumentace jsou tyto znalosti nezbytné a hledisko ochrany půdy by mělo být organickou součástí těchto limitů.

Pokud není zpracována územně plánovací dokumentace, získá stavební úřad podklady k územnímu rozhodnutí dalším šetřením jehož součástí je též hledisko ochrany ZPF (§ 37 zákona č. 50/1972 Sb.):

Stavební úřad v územním řízení posoudí návrh především z hlediska péče o životní prostředí a potřeb požadovaného opatření v území a jeho důsledků; přezkoumá návrh a jeho soulad s podklady podle odstavce 1 a předchozími rozhodnutími o území, posoudí, zda vyhovuje obecným technickým požadavkům na výstavbu a obecným technickým požadavkům zabezpečujícím užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace,^{1a)} popřípadě předpisům, které stanoví podmínky hygienické, protipožární, bezpečnosti práce a technických zařízení, dopravní, ochrany přírody, péče o kulturní památky, ochrany zemědělského půdního fondu, lesního půdního fondu apod., pokud posouzení nepřísluší jiným orgánům.

Změny druhu a způsobu využití půdy (změny kultur zemědělské a nezemědělské půdy) upravuje § 2 zákona 334/1992 Sb.:

- 1) Na základě rozhodnutí vydaného v řízení o využití území na návrh vlastníka pozemku, popřípadě na návrh nájemce pozemku doloženého souhlasem jeho vlastníka může být provedena přeměna nezemědělské půdy na půdu zemědělskou.
- 2) Změnu louky nebo pastviny na ornou půdu lze uskutečnit jen na základě souhlasu orgánu ochrany zemědělského půdního fondu.
- 3) Orgán ochrany zemědělského půdního fondu je oprávněn z důvodu ochrany životního prostředí uložit vlastníku či nájemci zemědělské půdy změnu kultury. Rozhodnutí o uložení změny kultury zemědělské půdy opravňuje vlastníka či nájemce, aby mu orgán ochrany zemědělského půdního fondu uhradil vzniklé náklady a ztráty z této změny vyplývající. Na úhradu výdajů podle tohoto ustanovení lze použít prostředky ze Státního fondu životního prostředí České republiky.

Nástrojem plošné ochrany ZPF jsou též odvody za odnětí (§ 11 zákona č. 334/1992 Sb, **o ochraně zemědělského půdního fondu**, ve znění pozdějších předpisů), které platí ten, v jehož zájmu byl vydán souhlas k odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu.

O výši odvodů za odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu rozhodne orgán ochrany zemědělského půdního fondu podle přílohy k zákonu v návaznosti na pravomocné rozhodnutí vydané podle zvláštních předpisů.⁷ Část odvodů ve výši 40 % je příjmem rozpočtu obce, v jejímž obvodu se odnímaná půda nachází, zbytek je příjmem Státního fondu životního prostředí České republiky. Odvody, které jsou příjmem rozpočtu obce, mohou být použity jen pro zlepšení životního prostředí v obci a pro ochranu a obnovu přírody a krajiny.

Postupy k zajištění ochrany zemědělského půdního fondu při zpracování a projednávání územně plánovací dokumentace a územně plánovacích podkladů, při zpracování a projednávání návrhů na stanovení dobývacích prostorů, při zpracování dokumentace staveb potřebné k vydání územního rozhodnutí, při zpracování návrhů tras nadzemních a podzemních vedení, pozemních komunikací, celostátních drah a vodních cest a jejich součástí, při stavební, těžební a průmyslové činnosti a při geologickém a hydrogeologickém průzkumu, při zpracování plánu otvírky, přípravy a dobývání, jsou stanoveny §§ 3 – 9 **vyhlášky č. 13/1994 Sb.**, kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu.

Důležitý je odst. 4 v § 3, který umožňuje orgánu ochrany ZPF uplatnit stanovisko k předpokládaným záborům zemědělské půdy v rámci územně plánovací dokumentace:

⁵ § 39 a násl. zákona č. 50/1976 Sb ve znění pozdějších předpisů

⁶ § 126 zákona č. 50/1976 Sb. ve znění pozdějších předpisů

⁷ Zákon č. 50/1976 Sb. ve znění pozdějších předpisů

Pořizovatel prognózních úkolů, územních a hospodářských zásad a programů výstavby projedná jejich návrh s orgánem ochrany zemědělského půdního fondu, který bude příslušný k udělení souhlasu s návrhem připravované územně plánovací dokumentace na základě textové, tabulkové a grafické části vyhodnocení údajů z podkladů podle odstavce 3. Ve svém vyjádření orgán ochrany zemědělského půdního fondu označí části území (pozemky), na kterých lze uvažovat s dalším urbanistickým rozvojem, z hlediska co možná nejmenších důsledků na zemědělský půdní fond. Zároveň vymezí, jak je třeba usměrnit budoucí řešení příslušné územně plánovací dokumentace, aby byly co nejméně dotčeny zemědělské pozemky s nejpříznivějšími fyzikálními, biologickými a chemickými vlastnostmi půdy, hydrologické poměry, síť zemědělských účelových komunikací, opatření navržená pozemkovými úpravami, významné krajinné prvky, územní systémy ekologické stability, uspořádání zemědělského půdního fondu v území a nevýrobní funkce zemědělské půdy jako složky životního prostředí.

Metodickým nástrojem pro ochranu ZPF před odnímáním a zábory je **Metodický pokyn odboru ochrany lesa a půdy MŽP ČR č.j. OOLP/1067/1996**. V čl.III odst. 1 je uvedeno, že při posuzování žádosti o odnětí půdy ze ZPF přihlíží orgán ochrany ZPF k zásadám podle § 4 zákona o ochraně ZPF a k tomu zda požadované odnětí je na ploše určené schválenou dokumentací. Ve stejném článku, odst. 2 se hovoří o souhlasu k odnětí, pokud se zemědělská půda požadovaná k odnětí nalézá mimo plochu uvedenou v odst. 1. Potom se souhlas vydá zejména pokud se jedná dle § 9 odst. 6 o vynětí:

- pro veřejně prospěšnou stavbu (mimo liniových staveb)
- v zájmu ochrany základních složek ŽP
- pro stavbu rodin. domu pro fyzickou osobu, na pozemku bezprostředně navazujícím na plochy určené k nezemědělskému využití schválenou dokumentací nebo navazující na stávající zástavbu a to do velikosti max. 1200 m²,
- na plochách bezprostředně navazujících na stávající zástavbu v těch sídlech, kde není uvažováno s pořízením dokumentace,
- tam, kde již byl udělen souhlas orgánu ochrany ZPF podle § 7 odst. 3 zákona.

V příloze tohoto metodického pokynu jsou uvedeny třídy ochrany ZPF a tabulka se zařazením bonitovaných půdně-ekologických jednotek (BPEJ) do tříd ochrany.

4.2 Půdní eroze

Problematika

Lidská činnost může dramaticky akcelarovat přirozeně pozvolně probíhající proces eroze, který je za normálních podmínek kompenzován zvětráváním substrátu a tvorbou nové půdy. Eroze je ovlivňována kombinací faktorů jako je sklon a délka svahu, charakter klimatu, využití půdy, vegetační kryt a půdní vlastnosti (textura, struktura, mocnost organických horizontů, obsah organické hmoty).

Eroze snižuje mocnost ornice, v extrémních případech je zcela zlikvidována orniční vrstva i podorničí. Omezují se ekologické funkce půdy. Rychleji dochází k poškození povrchových a podzemních vod. Snižuje se zadržování vody (retence) a regulační funkce půdy v hydrosféře. Omezuje se produkční schopnost půdy, tj. schopnost produkce biomasy. Neméně důležité jsou i vedlejší účinky eroze. Jedná se o zanášení toků a nádrží, obohacování vody živinami atd.

Přibližný rozsah poškození půdy erozí v některých evropských zemích uvádí tabulka 4.2.2. V ČR je potenciálně ohroženo přes 50 % rozlohy ZPF vodní erozí (tabulka 4.2.1). Aktuální vodní erozí je postiženo 40 % orných půd. Větrná eroze poškozuje téměř 10 % orných půd. Ztráty materiálu humusového horizontu vlivem vodní nebo větrné eroze jsou na značné rozloze zemědělského půdního fondu nejvýznamnějším negativním činitelem.

Tabulka 4.2.1. Potenciální ohrožení zemědělské půdy vodní erozí na území ČR.

Stupeň ohrožení vodní erozí (t.ha.r ⁻¹)		Plocha zemědělské půdy (ha)	%
Velmi slabé ohrožení	méně než 1,6	134 041	3
Slabé ohrožení	1,6 – 3,0	1 094 507	26
Střední ohrožení	3,1 – 4,5	1 054 905	25
Silné ohrožení	4,6 – 6,0	728 972	17
Velmi silné ohrožení	6,1 – 7,5	484 365	11
Extrémní ohrožení	více než 7,5	782 601	18
Součet		4 279 391	100

Tabulka 4.2.2. Procento zemědělské půdy postižené různým stupněm eroze ve vybraných evropských zemích. (OECD 2000 – Soil Quality).

Země	Data z období	Stupeň vodní eroze		
		Přijatelná a nízká (<10,9 t/ha/rok)	Střední (11–21,9 t/ha/rok)	Vysoká a kritická (>22 t/ha/rok)
Rakousko	1996	64 %	26 %	10 %
Belgie	1995	–	10 %	–
Východní Německo	1996	–	12 %	–
Francie	1995		18 %	
Itálie	1995	39 %	31 %	30 %
Portugalsko		6 %	25 %	69 %
Španělsko	1980	8 %	10 %	82 %
Velká Británie	1995 – 98	88 %	8 %	4 %

Úbytky půdy větrnou erozí a z toho vyplývající úbytky půdní organické hmoty je možno vyčíslit obtížněji než úbytky erozí vodní. Existuje pouze vztah mezi obsahem částic $M < 0,01$ mm a odnosem půdy větrem (tabulka 4.2.3.).

Tabulka 4.2.3. Ztráty půdy větrnou erozí.

% částic < 0,01 mm	odnos půdy $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$
0	875,5
5	353,0
10	143,0
20	23,4
30	3,8
40	0,6
50	0,1

Legislativní nástroje

Eroze půd jako negativní faktor není v české legislativě ošetřena přímo. Nepřímým nástrojem je **zákon č. 139/2002 Sb.**, o pozemkových úpravách a pozemkových úradech, ve znění pozdějších předpisů. Ten v § 2 uvádí že pozemkovými úpravami se současně zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny. Výsledky pozemkových úprav slouží pro obnovu katastrálního operátu a jako závazný podklad pro územní plánování.

Vyhláška č. 545/2002 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav v § 3 stanoví, že podrobný průzkum terénu se provede v celém obvodu pozemkových úprav, a pokud je to potřebné z hlediska **ochrany pozemků před vodní erozí** a před povodněmi nebo pro řešení dalších opatření v oblasti vod, provede se i v lokalitách na něj navazujících tak, aby byl zjištěn skutečný stav využívání území z hlediska zemědělské výroby, ochrany půdy, krajinného prostředí a všech faktorů, které mohou ovlivnit plán společných zařízení, nové polohové uspořádání pozemků a změny pozemků podle jejich druhů

Podrobným průzkumem terénu, ke kterému jsou přizváni **zástupci orgánu ochrany zemědělského půdního fondu**, státní správy lesů a popřípadě dalších dotčených orgánů, se zjišťuje též nesoulad mezi skutečností v terénu a stavem evidovaným v katastru nemovitostí a současně se posuzuje možnost změny druhů pozemků. Stanoviska dotčených orgánů ke změnám druhů pozemků se zaznamenávají do protokolu.

Součástí podrobného průzkumu terénu podle § 3 zákona je zjištění skutečností, které jsou nezbytné pro zpracování návrhu pozemkových úprav, mj. též degradace půdy, heterogenita pozemků, **zjištění projevů vodní a větrné eroze (například smyvy, zamokření, dráhy soustředěného odtoku vody, rýhy, strže, deflace, akumulace)**; současný stav eroze se dokladuje výpočtem míry erozního ohrožení.

Ustanovení zákona č. 139/2002 Sb. a prováděcí vyhlášky je možné aplikovat pouze jako součást provádění pozemkových úprav.

Pro zranitelné oblasti (**Nařízení vlády ČR č. 103/2003 Sb.**, příloha č. 1) jsou v § 11 stanovena protierozní opatření:

- (1) Vhodná agrotechnická protierozní opatření ve zranitelných oblastech, která odpovídají stanovištním podmínkám, se provádějí na půdách ohrožených erozí, jejichž skupiny jsou uvedeny v tabulce č. 5 přílohy č. 2 k tomuto nařízení.
- (2) Z důvodů ochrany půdy před erozí a vod před znečištěním se nesmí pěstovat širokořádkové plodiny (kukuřice, slunečnice, sója, bob, brambory apod.) na pozemcích se sklonitostí nad 7 (čtvrtá číslice kódu bonitované půdně-ekologické jednotky je 4 a více), které přiléhají k vodnímu toku nebo k jinému vodnímu útvaru.

Tabulka 4.2.2. Skupiny půd ohrožených erozí podle Nařízení Vlády ČR č. 103/2003 Sb., příloha č. 2.

Skupina půd ohrožených erozí		
Klimatický region (KR)*	Hlavní půdní jednotka (HPJ)**	Účelová charakteristika
0 – 9	08, 14, 15, 19, 24, 25, 26, 43, 47, 48, 49	půdy se sklonitostí 7° – 12°, čtvrtá číslice kódu BPEJ je 4 – 5
0 – 9	40, 41	půdy se sklonitostí 12° – 17°; čtvrtá číslice kódu BPEJ je 6 – 7
0 – 9	40, 41	půdy se sklonitostí > 17°; čtvrtá číslice kódu BPEJ je 8 – 9
0 – 9	77, 78	strže, půdy se sklonitostí > 25°, čtvrtá číslice kódu BPEJ je 8 – 9

* 1. číslice pětímístného kódu BPEJ ** 2 a 3. číslice pětímístného kódu BPEJ.

Lesní půdy zpravidla nejsou ohroženy větrnou erozí. Vodní erozí jsou ohroženy pouze výjimečně v případech vysokých srážek, na prudkých svazích nebo pokud je porušen vegetační kryt. Mimořádně ohroženy jsou sutové svahy a balvaniska především introskeletovou erozí. Ta posunuje organické i minerální částice především vertikálně mezi balvany a kameny do spodiny. Pokud zmizí stromový kryt může být následkem eroze úplné odhalení skeletu. Návrat lesa na taková stanoviště je otázkou staletí. Významné škody působí eroze vznikající podél sítě cest a eroze při rozrušení půdního povrchu těžbou a přibližováním dřeva.

Ochrana lesní půdy před erozí je možná jen ochranou stability lesních ekosystémů.

4.3 Kontaminace půd

Problematika

Lokální kontaminace

Je způsobena především průmyslovými aktivitami jako je těžba a zpracování nerostů, ukládání odpadů, ale též haváriemi s úniky toxických látek. U zemědělské půdy jsou zdroje lokální kontaminace v aplikaci hnojiv a kalů ČOV, popř. v deponiích jiných odpadů. Je odhadováno, že v zemích EU existuje 300 000 až 1 500 000 takto kontaminovaných míst. Velký rozsah odhadu je dán nejednotností v definici kontaminovaného místa. EEA (European Environmental Agency) odhaduje celkové náklady na čištění kontaminovaných míst v Evropě na 59 – 109 mld. Euro.

Difúzní kontaminace

Je způsobena atmosférickou depozicí látek průmyslem a dopravou emitovaných látek podléhajících dálkovému přenosu a plošnými zemědělskými a průmyslovými praktikami (aplikace odpadních kalů, hnojiv a pesticidů). Depozice polutantů přináší do půd především rizikové prvky a persistentní organické polutanty.

Legislativní nástroje

Ze základních legislativních předpisů upravuje problematiku kontaminace půd **zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně ZPF** (ve znění pozdějších předpisů), **zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech** (ve znění pozdějších předpisů) a částečně **zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech** ve znění pozdějších předpisů a příslušné vyhlášky k těmto zákonům. Uvedené zákony se však vztahují pouze k zemědělským půdám, neřeší celkově půdu jako složku ŽP. Dále existuje několik předpisů nižší úrovně (metodické nebo informační nástroje), které slouží především orgánům ochrany půdního fondu jako podpora při rozhodování.

§ 3 zákona č. 334/ 1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů (odst. 1) stanoví, že „Hospodařit na zemědělském půdním fondu musí vlastníci nebo nájemci pozemků tak, aby neznečišťovali půdu a tím potravní řetězec a zdroje pitné vody škodlivými látkami ohrožujícími zdraví nebo život lidí a existenci živých organismů, nepoškozovali okolní pozemky a příznivé fyzikální, biologické a chemické vlastnosti půdy a chránili obdělávané pozemky podle schválených projektů pozemkových úprav.“

Současně § 3 umožňuje orgánu ochrany zemědělského půdního fondu, jsou-li pro to závažné důvody, uložit odstranění zjištěných závad podle odstavce 1, popřípadě rozhodnout, že pozemek kontaminovaný škodlivými látkami ohrožujícími zdraví nebo život lidí nesmí být používán pro výrobu zemědělských výrobků vstupujících do potravního řetězce.

Prováděcím předpisem k zákonu č. 334/1992 Sb. je **vyhláška č. 13/1994 Sb.**, kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Tato vyhláška v § 2 vymezuje limity obsahů rizikových prvků a rizikových látek v půdě, které jsou uvedeny v **příloze 1 a 2. vyhlášky** (viz příloha 5). Problémem je, že tyto limitní hodnoty nejsou založeny na účinku a není podrobně specifikován postup orgánu ochrany ZPF v případě jejich překročení. To je pouze částečně specifikováno v **§ 3 zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu** ve znění pozdějších předpisů. Odst. 3 uvádí: „Jsou-li pro to závažné důvody, mohou orgány ochrany zemědělského půdního fondu uložit odstranění zjištěných

závad podle odstavce 1, popřípadě rozhodnout, že pozemek kontaminovaný škodlivými látkami ohrožujícími zdraví nebo život lidí nesmí být používán pro výrobu zemědělských výrobků vstupujících do potravního řetězce.“

§ 2 vyhlášky č. 275/1998 Sb., ve znění pozdějších předpisů (Agrochemické zkoušení zemědělských půd a sledování rizikových prvků a rizikových látek), odst. 4 specifikuje práce v rámci AZZP, které se týkají kontaminace a jejího sledování.

- a) zjišťování výsledků chemických rozborů jednotlivých zkoušených pozemků, včetně průměrných hodnot těchto výsledků,
- b) agronomické zhodnocení stavu jednotlivých zkoušených pozemků,
- c) zhodnocení vývoje agrochemických vlastností zkoušených zemědělských půd průběžně a za období 6 let,
- d) zjišťování aktuálního stavu kontaminace zemědělských půd, včetně vedení seznamu kontaminovaných pozemků,
- e) zjišťování a hodnocení průběžných výsledků monitoringu zemědělských půd se zaměřením na ochranu potravního řetězce před vstupy nežádoucích látek.

Specifikaci rizikových prvků a rizikových látek sledovaných při AZZP udává příloha č. 2 k **vyhlášce č. 275/1998 Sb.**, o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů:

1. Rizikové prvky

As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, F, Hg, Mo, Ni, Pb, V, Zn

2. Rizikové látky

Polycyklické aromatické uhlovodíky – stanoveno jako součet 16 individuálních uhlovodíků (naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benzo(a)antracen, chrysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, dibenzo(ah)antracen, benzo(ghi)perylene, ideno(1,2,3-cd)pyren)

Chlorované uhlovodíky

Polychlorované bifenyly (PCB)

Extrahovatelný organicky vázaný chlor (EOCl)

Adsorbovatelný organicky vázaný chlór (AOCl)

Persistentní organochlorové pesticidy

Polychlorované dibenzodioxiny (PCDD) a dibenzofurany (PCDF)

Nástrojem pro dlouhodobé sledování stavu a vývoje kontaminace půdy je též program monitoringu zemědělských půd (viz výše – **§ 2 vyhlášky č. 275/1998 Sb.**, o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů, **odst. 4, písm. e**). Parametry kontaminace sledované v programu monitoringu půd uvádí příloha 1.

Preventivní opatření, která mají zabránit kontaminaci půd jsou součástí těchto legislativních předpisů:

- **Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech**, ve znění pozdějších předpisů, kde v § 72 je Ministerstvo zemědělství ustanoveno vykonavatelem kontroly dodržování povinností při používání kalů z čistíren odpadních vod a sedimentů z říčních toků a vodních nádrží v zemědělství. § 33 zákona stanoví podmínky pro aplikaci kalů, ke kterým též patří mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových prvků v půdě (ukazatele pro hodnocení půd) jež jsou uvedeny v Příloze č. 2 k **vyhlášce č. 382/2001 Sb.**, o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, ve znění pozdějších předpisů. (viz příloha 5, tabulka 8.).
- Pro sedimenty z vodních toků a nádrží je podobný předpis pouze v návrhu. Jeho součástí jsou také limitní hodnoty obsahů rizikových prvků v půdě na kterou se má sediment aplikovat.
- Limitní hodnoty koncentrací látek v ovzduší (imisní limity) jsou stanoveny **Nařízením vlády č. 350/2002 Sb.**, kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší ve znění pozdějších předpisů, přílohou č. 1. Přestože hlavním cílem tohoto nařízení je ochrana lidského zdraví, jedná se současně o prevenci vstupů látek do půdy.
- Limitní hodnoty koncentrací rizikových prvků v hnojivech jsou stanoveny **vyhláškou č. 474/2000 Sb.**, o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění pozdějších předpisů **příloha 1**. Pokud hnojivo nesplňuje příslušné limity, není registrováno. Tato prevence se týká především aplikace minerálních fosforečných hnojiv s vysokým obsahem kadmia, případně arzenu nebo organických hnojiv připravovaných kompostováním odpadů.
- **Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí** a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí) se v preventivních opatřeních uplatňuje v případech provádění procedury EIA (vybrané stavby a projekty), kdy je součástí hodnocení též posouzení půdních podmínek a vlivů na půdu.

4.4 Acidifikace

Problematika

Patří k nejzávažnějším impaktům na půdu způsobovaných lidskou činností, zejména v lesních ekosystémech a na minerálně chudých substrátech. K acidifikaci lesních půd nejvíce přispívají emise SO_2 , NO_x a NH_4 , který je oxidován na NO_3^- . Proces vede k vyplavování bazických kationtů do vod a vazebná místa pro kationty v půdě jsou nahrazována H^+ a Al^+ s následkem toxického působení na rostliny a mikroorganismy. Při dalším postupu jsou ionty H^+ a Al^+ dále vyplavovány do vod.

Česká republika stále patří k oblastem s největší úrovní kyselé depozice v Evropě. Nejvíce postiženy jsou horské oblasti s vysokými srážkami, největší lesnatostí a převážně nízkou pufrací (tlumivou) kapacitou půd v důsledku pomalého zvětrávání minerálů a nízké nasycenosti půdy bazickými kationty. Kapacita většiny našich půd neutralizovat kyseliny zvětrávacími procesy je v rozpětí od $0,5 \text{ kmol ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ na chudých substrátech, do $2 \text{ kmol ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ na bohatších substrátech. Vzhledem k tomu, že kyselá depozice byla v minulosti ještě vyšší a její působení se dá počítat na desetiletí, jsou výsledkem závažné změny v chemickém stavu půdy a její resilienci.

U zemědělských půd není acidifikace tak závažným problémem, přesto je z výsledků AZZP patrný velmi mírný pokles pH v důsledku kyselé depozice a snížených dávek vápnění.

Legislativní nástroje

Pro zemědělské půdy není acidifikace jako taková legislativou přímo upravována. Sledování pH je součástí AZZP podle vyhlášky č. 275/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů, kde je v § 2 pH půdy uvedeno jako jedna ze zjišťovaných agrochemických vlastností zemědělských půd.

Hodnota pH je též kritériem pro povolení aplikace upravených kalů ČOV na zemědělskou půdu podle § 33 **zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech**, ve znění pozdějších předpisů: použití kalů je zakázáno na půdách s hodnotou výměnné půdní reakce nižší než pH 5,6.

V návrhu nových limitních hodnot obsahů rizikových prvků v půdě je pH použito jako kritérium pro diferenciaci limitních hodnot některých prvků (příloha 5, tabulka 5).

4.5 Úbytek organické hmoty

Problematika

Půdní organická hmota je klíčovou složkou půdy. Je tvořena organickými zbytky rostlin a živočichů, živými organismy (bakterie, houby, červi...), a humusem jako konečným produktem dekompozice. Půdní organická hmota je významná z hlediska půdní úrodnosti, ochrany proti erozi, zvyšování pufrací kapacity a udržování biodiversity.

Hlavním komponentem půdní organické hmoty je organický uhlík. Odhaduje se, že každoročně je půdou uloženo ve formě organické hmoty 2 Gt uhlíku, což je významný podíl z odhadovaných emisí 8 Gt uhlíku ročně. Předpokládá se proto, že tímto způsobem může půda významně pozitivně ovlivňovat klimatické změny.

Ke ztrátám půdní organické hmoty dochází nevhodnými zemědělskými praktikami a vodní a větrnou erozí.

Legislativní nástroje

Problematika ztrát organické hmoty je legislativně řešena v rámci problematiky eroze půdy (viz kapitola 4.2).

4.6 Zhutnění půd (pedokompakce)

Problematika

Rozšířený fenomén fyzikálního poškození půdy především zemědělských půd v důsledku těžké mechanizace nebo nadměrné pastvy. Dochází k degradaci půdní struktury, která s sebou nese potenciální ohrožení dalších půdních funkcí: půda má sníženou pórovitost, schopnost infiltrace, je omezen růst rostlin a biologická aktivita. Pedokompakcí jsou též zvyšována rizika vodní eroze a záplav. Pedokompakce hlubších vrstev půdy je obtížně vratný proces.

Preventivními a nápravnými prostředky pro omezování degradace půd zhutněním jsou tato opatření:

- zpracování a půdy ve vhodném vlhkostním stavu,
- omezení pojezdů těžkých mechanismů, počtu pojezdů, pojezdů na jaře a po orbě, ježdění v těžké koleji, rozložení hmotnosti pojezdových vozidel,
- vhodná protierozní ochrana půd,
- dostatečné organické hnojení a vápnění, zlepšování podmínek pro biologické procesy v půdě,
- vhodné ovlivňování vodního režimu (infiltrace a akumulace vody v půdě – spojitost s protierozními opatřeními),
- vyvážené osevní postupy.

Lhotský, Damaška (1989) sestavili tabulku kategorizace půd podle stupně rizika degradace jejich ekologických funkcí vlivem degradace půdní struktury na bázi kódu BPEJ (tabulka 4.6.1).

Výnos pšenice a cukrovky v závislosti na zhutnění půdy uvádí např. Šimon (1986) (tabulka 4.6.2).

Tabulka 4.6.1. kategorizace půd podle stupně rizika degradace jejich ekologických funkcí (Lhotský, Damaška, 1989).

stupeň rizika	hlavní půdní jednotka	rozlišující charakteristiky	
		klimatický region	svažitost
	(2 a 3 číslice kódu BPEJ)	1 číslice kódu BPEJ	4 číslice kódu BPEJ
slabý	02, 03, 04, 05, 06	< 5	> 1
	19		≤ 1
	55, 56, 58, 59		
	57		
mírný	09, 10, 11, 12, 13	< 5	≥ 1
	19		> 1
	25, 30, 31, 33, 34, 36		
	60, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76		
	66, 67		
střední	9, 10, 11, 12, 13	≥ 5	> 1
	8, 14, 15, 20, 21, 22, 23		≤ 1
	25, 30, 31, 33, 34, 36, 55, 56, 58, 59	< 5	
	42, 43, 44, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54		
silný	37, 38, 40, 41	≥ 5	> 1
	42, 43, 44, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54		

Tabulka 4.6.2. Výnos ozimé pšenice a cukrové řepy v závislosti na stlačení (Šimon, 1986).

Výnos ozimé pšenice, t.ha ⁻¹	
pneumatiky	průměr r. 1978 – 1988
standardní	4,33
s nízkým tlakem	3,625
dvojitě s nízkým tlakem	3,32

Výnos cukrové řepy, t.ha ⁻¹			
pneumatiky	Průměr r. 1978 – 1988		
	kořeny	listy	cukr %
standardní	34,6	51,2	15,16
úzké	35,55	45,45	14,61

Bliže k problematice zhutnění půdy též v kapitolách 2.8 a 2.9.

Legislativní nástroje

Přestože je zhutnění půd velmi rozšířeným negativním fenoménem, není přímo legislativně upraveno nebo omezeno. Obecně § 3 zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů (odst. 1) stanoví, že „Hospodařit na zemědělském půdním fondu musí vlastníci nebo nájemci pozemků tak, aby neznečišťovali půdu a tím potravní řetězec a zdroje pitné vody škodlivými látkami ohrožujícími zdraví nebo život lidí a existenci živých organismů, nepoškozovali okolní pozemky a příznivé fyzikální, biologické a chemické vlastnosti půdy a chránili obdělávané pozemky podle schválených projektů pozemkových úprav.“

Absence legislativních kritérií neumožňuje tento proces kontrolovat a usměrňovat. V tomto případě je však prakticky nemožné použít represivní způsob řešení. Možností je zahrnutí příznivých fyzikálních vlastností do zásad správné zemědělské praxe a do podmínek pro poskytování dotací.

4.7 Ztráta biodiverzity

Problematika

Půdní bakterie, houby, prvoci a další organismy hrají zásadní roli v udržování fyzikálních a chemických vlastností půdy, které jsou nezbytné z hlediska půdní úrodnosti. Pokles obsahu organické hmoty negativně ovlivňuje biodiverzitu, půdy se sníženou biodiverzitou jsou označovány za více zranitelné vůči kontaminaci, acidifikaci.

Ke ztrátám biodiverzity dochází nevhodnými zemědělskými postupy, používáním pesticidů a kontaminací půd.

Kromě negativních dopadů na produkční a ekologické funkce půdy může být ztráta biodiverzity též nenahraditelnou ztrátou genetické informace.

Blíže též kapitola 2.17.

Legislativní nástroje

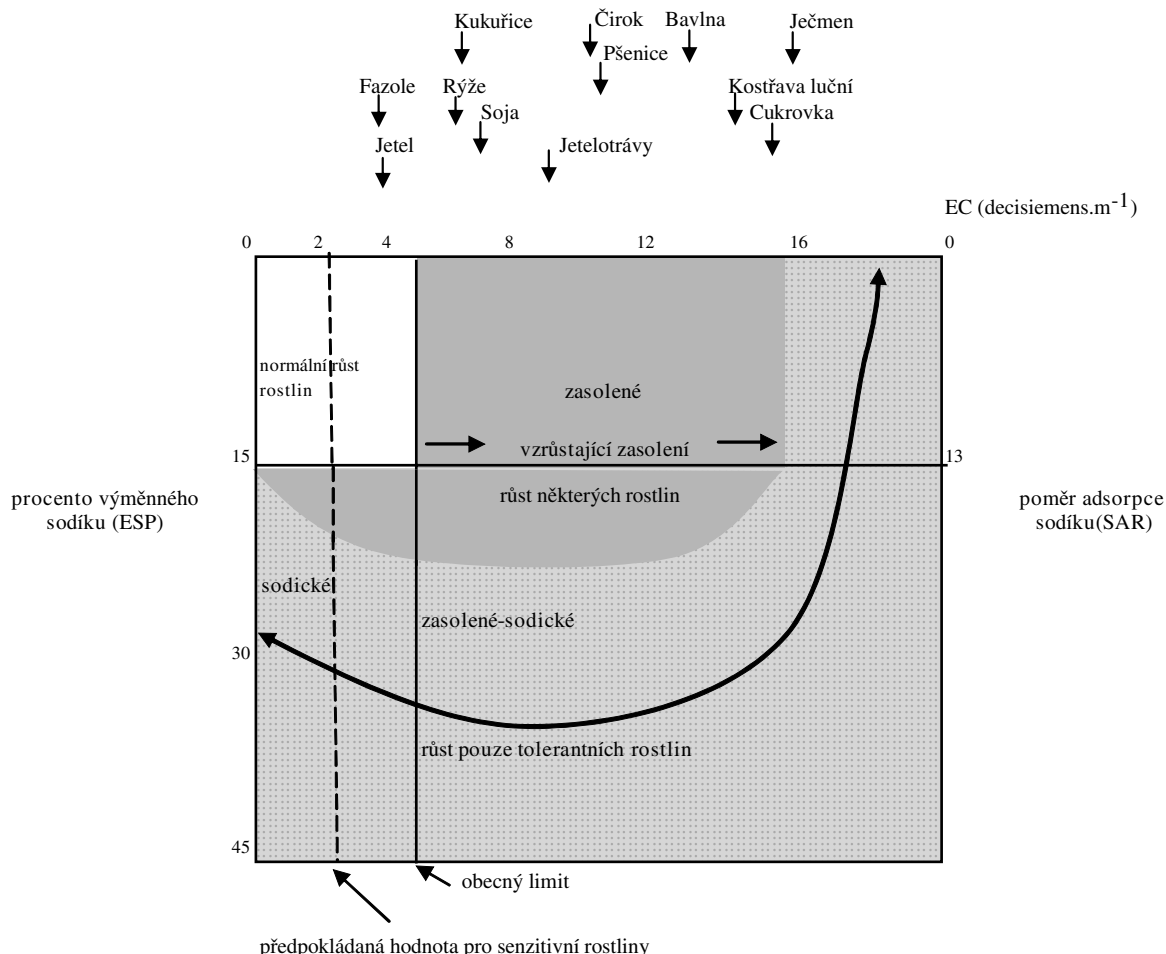
Vzhledem k vysoké variabilitě mikrobiálních společenstev a závislosti na aktuálních podmínkách stanoviště se prozatím hodnoty biodiverzity v legislativě neuvádějí i když jsou jako jedno ze základních kritérií kvality půdy navrhovány (tabulka 1.3.1).

4.8 Salinizace

Problematika

Salinizace je proces akumulace solí sodíku, hořčíku a vápníku v půdě v takovém rozsahu, že je významně snížena úrodnost půd. Proces salinizace je často spojen se závlahami, kdy jsou závlahovými vodami dodávány do půdy rozpustné soli a zároveň jsou půdy v prostředí vysoké evapotranspirace. Přirozeně se vyskytuje v oblastech s vyšší hladinou podzemní vody a s výsušným vodním režimem. Zasolení se hodnotí podle elektrické vodivosti (EC) vodního výluhu půdy. Orientační ukazatele EC a reakce plodin na danou salinitu jsou uvedeny v kapitole 2.10 a na obrázku 4.8.1.

Obrázek 4.8.1. Grafické znázornění vlivu zasolených půd na růst rostlin. Každá plodina má šipku znázorněnou přibližně v místě, kde dochází vlivem zasolení k cca 10% snížení produkce. (Lynden et al., 2004).



Legislativní nástroje

Problematika salinizace není legislativně řešena. Hospodaření na postižených pozemcích musí být přizpůsobeno podmínkám.

4.9 Záplavy a sesuvy

Problematika

Záplavy a sesuvy jsou přirozeným jevem, který je výrazně ovlivňován hospodařením na půdě. Procesy jsou spojeny s erozní činností a způsobují obrovské materiální škody.

Legislativní nástroje

Záplavy a sesuvy je možné z hlediska legislativy řešit pouze preventivně. Částečně je takovýmto nástrojem **Vyhláška č. 545/2002 Sb.**, o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav, která v § 3 stanoví, že podrobný průzkum terénu se provede v celém obvodu pozemkových úprav, a pokud je to potřebné z hlediska **ochrany** pozemků před vodní erozí a **před povodněmi** nebo pro řešení dalších opatření v oblasti vod, provede se i v lokalitách na něj navazujících tak, aby byl zjištěn skutečný stav využívání území z hlediska zemědělské výroby, ochrany půdy, krajinného prostředí a všech faktorů, které mohou ovlivnit plán společných zařízení, nové polohové uspořádání pozemků a změny pozemků podle jejich druhů.

4.10 Příprava evropské legislativy

Vydáním dokumentu „**Towards a Thematic Strategy for Soil Protection**“ (Communication from the Commission to the Council, European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions) byla zahájena systematická práce na přípravě společné evropské legislativy ochrany půdy (Commission of the European Communities, 2002; <http://europa.eu.int/comm/environment/soil/index.htm>). Dokument hodnotí stav půdního fondu v členských a kandidátských zemích EU, specifikuje negativní vlivy působící na půdu a navrhuje možná řešení.

Na základě tohoto prvního dokumentu bylo založeno „Advisory forum“ v jehož rámci bylo ustaveno pět pracovních skupin:

- **Monitoring**
- **Eroze**
- **Organická hmota**
- **Kontaminace**
- **Výzkum**

Členy pracovních skupin jsou zástupci členských států EU, JRC, EEA, Evropských institucí, regionálních a lokálních organizací státní správy, nevládních organizací, akademických a výzkumných organizací a mezinárodních organizací.

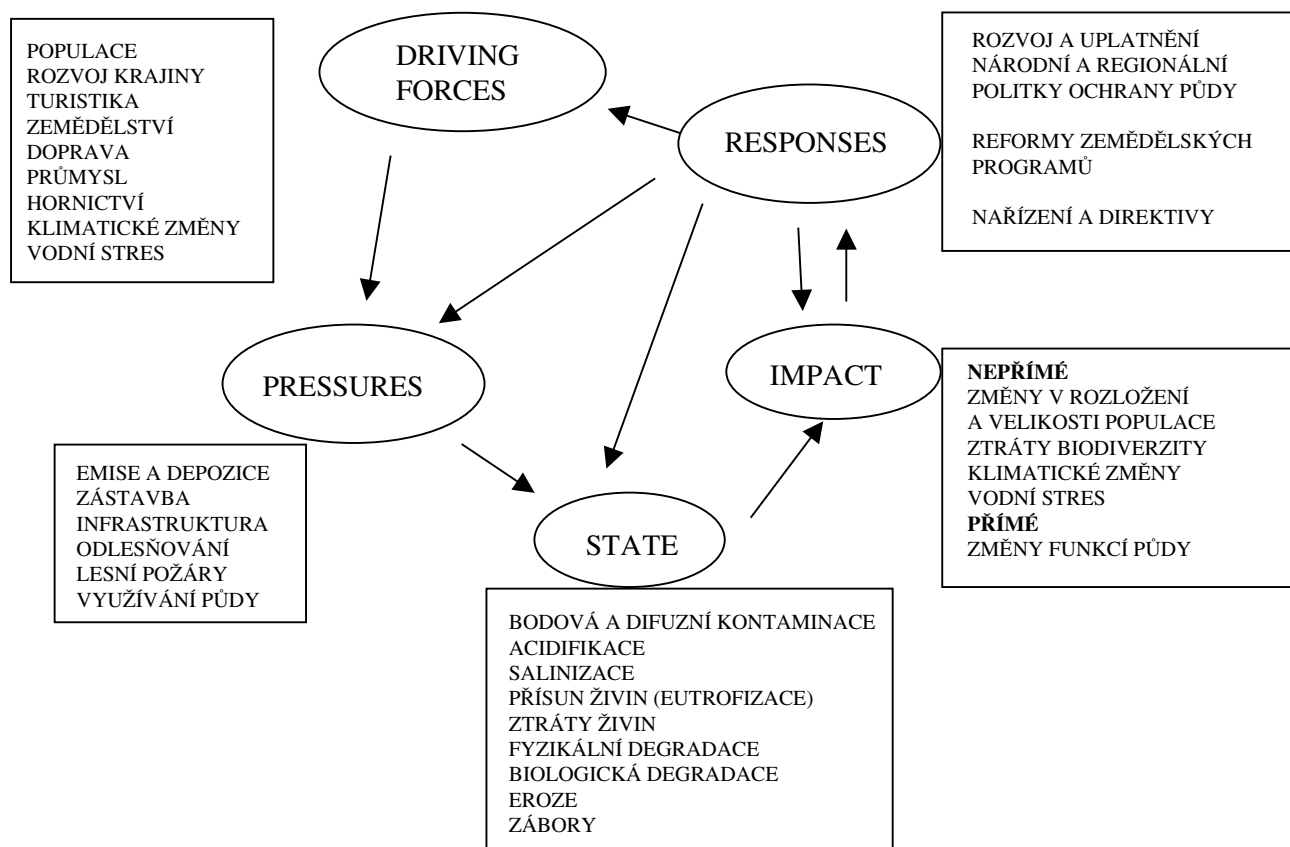
V rámci pracovní skupiny výzkum byly specifikovány hlavní negativní faktory, které na půdu působí, zejména v důsledku antropogenní aktivity.

Podle této specifikace k těmto faktorům patří:

- **eroze**
- **ztráty organické hmoty**
- **kontaminace**
- **zábory**
- **zhutnění**
- **ztráty biodiverzity**
- **salinizace**
- **záplavy a sesuvy**

Výsledkem práce Advisory forum budou podkladové dokumenty pro evropskou legislativu v ochraně půdy. Základním strategickým přístupem je model DPSIR (obrázek 4.10.1).

Obrázek 4.10.1. Základní strategie ochrany půdy, založená na modelu DPSIR (Blum et al., 2004).
(D = hnací síly; P = tlaky; S = stav; I = dopady; R = odezvy)



5. Literatura

1. Arshad, M. A., Coen, G. M (1992): Characterization of soil quality: Physical and chemical criteria. *Am. J. Alt. Agric.*, 7, 1992, pp. 5 – 12.
2. Beneš, S. (1993): Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí, I. část. MZe ČR, Praha 1993, 88 s.
3. Beneš, S. (1993): Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí, II. část. MZe ČR, Praha 1994, 159 s.
4. Blum, W., E., H., Büsing, J., L'Escaille, T. (2004): European Union soil Thematic Strategy, Working group research. Summary report. Commission européenne, BU9 3/173, B-1049 Bruxelles.
5. Boumphrey, R., et al. (2002): Assessing risks to ecosystems from land contamination. R&D Technical report P299. UK Environment Agency and SIFFER, Rio House, Bristol.
6. Commission of the European Communities, (2002): Communication from the Commission to the Council, European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Towards a Thematic Strategy for Soil Protection, Brussels, 16.4.2002 COM(2002).
7. Čermák, P., Sušil, A. (2003): Porovnání vývoje agrochemických vlastností půd za období 1993 – 95 a 1999 – 2001. Odbor agrochemie ÚKZÚZ Brno, 2003.
8. ČSN 72 1001 Pomenovanie a opis hornín v inžinierskej geológii (v říjnu 2004 novelizována normou ČSN EN 180 14689 – část 1 Geotechnický průzkum a zkoušení – pojmenování a zařizování hornin – část 1: pojmenování a popis)
9. Doran, J. W., Jones, A. J. (eds) (1996): Methods for assessing soil quality. SSSA special publication number 49. SSSA, Inc., American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 1996, 410 p.
10. Doran, J. W., Parkin, T. B. (1994): Defining and assessing soil quality. In: Defining soil quality for a sustainable environment. SSSA special publication number 35. SSSA, Inc., American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 1994, pp. 3 – 21.
11. Dvorník, Haslbach, Prádková (1984): Praktikum půdoznalství. VŠZ Brno, 1984.
12. Eichler J. (1973): Mechanika zemin, skripta VUT v Brně, SNTL Praha, 1973
13. FAO – UNESCO (1989): Soil map of the world. ISRIC Wageningen. 138 str.
14. Gardner, C.M.K. et al. (1999): Soil physical constraints to plant growth and crop production. FAO publication, Land and Water Development Division. Rome, 1999.
15. Granatstein D., Bezdicek, D. F. (1992): The need for a soil quality index. Local and regional perspectives. *Am. J. Alt. Agric.*, 17, 1992, pp. 12–16.
16. Green, R.N., Trowbridge, R. L., Klinka, K., (1993): Towards a taxonomic classification of humus forms Forest Science Monograph 29. 49 str.
17. Gregorich EG, Carter MR, Angers DA, Monreal CM, Ellert B.H. (1994) Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Can J Soil Sci* 74:367–385.
18. Hlušíčková, J., Lhotský, J. (1994): Ochrana půdní struktury před technogenní degradací (metodika), Praha, ÚZPI, 40 s.
19. Honsa I., Kňákal P. (1999): Fyzikální vlastnosti půd (literární rešerše), ÚKZÚZ Brno, OAPVR Liberec, 1999.
20. Hyvňar a kol. (2002). Limity využití území. Metodická příručka. Ústav územního rozvoje.
21. Hraško, J., Bedrna, Z. (1988) Aplikované podoznalectvo. Příroda Bratislava.
22. Hraško, J. a kol. (1991): Morfogenetický klasifikační systém půd ČSFR. VÚPÚ Bratislava, 1991, 106 s.
23. Chváta, V., Němec, P., Pospíchalová, M., Sánka, M., Studený, M., Zbírál, J. (1996): Jednotný systém monitoringu atmosférické depozice v resortu MZe ČR. ÚKZÚZ, Brno, s. 40.
24. Janderková, J., Mackovčín, P., Šefrna, L., Macků, J., Sánka, M., Tomášek, M., Novák, P. (2000): Systém komplexního hodnocení půd. Závěrečná zpráva VaV MŽP. AOPK ČR Brno, 2000.
25. Kandeler E (1997) Bodenbiologie. In: Blum WEH, Klaghofer E, Köchl A, Ruckebauer P (eds) Bodenschutz in Österreich. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, pp123-134.
26. Kelly, R. T. (1979): "Guidelines for Contaminated Soils – Suggested Range of Values (mg per kg) on air dried soils – except for pH".
27. Klement, V., Sušil, A. (2004): Porovnání vývoje agrochemických vlastností půd za období 1993 – 1997 a 1999 – 2003. ÚKZÚZ Brno, OAPVR
28. Kňákal, P. (2000): Fyzikální vlastnosti hodnocené na pozorovacích plochách bazálního monitoringu zemědělských půd. Zpráva ÚKZÚZ.
29. Kolektiv (1984): Bonitace ČS zemědělských půd a směry jejich využití. 1. díl. FMZV ČSR, Praha-Bratislava, 1984, 130 s.
30. Kolektiv (1995): Revised Standard Soil Color Charts. Eijkelkamp Agrisearch Equipment, 1995.
31. Kutílek, M. (1978): Vodohospodářská pedologie. SNTL Praha, 1978
32. Larson, W. E., Pierce, F. J. (1991): Conservation and enhancement of soil quality. In: Evaluation for sustainable land management in the developing world. Vol. 2. IBSRAM Proc. 12, Bangkok, Thailand. Int. Board for Soil Res and Management, 1991.

33. Lhotský, J. Damaška, J. (1989): Návrh agromelioračních soustav a zásad testování zúrodňovacích opatření Závěrečná zpráva, VÚZP Praha.
34. Lhotský, J., (1987): Degradace lesních půd a jejich meliorace. SZN Praha. 234 str.
35. Loveland, P. J., Thompson, T. R. E. (2002): Identification and development of a set of national indicators for soil quality. R & D project record P5-053/PR/02. Environmental Agency, Rio House, Waterside House, Aztec West, Almondsbury, Bristol, BS32, 4UD.
36. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE. Programme Coordinating Centres Hamburg, Prague 1994, 177 str.
37. Lynden, G w., J., et al. (2004): Guiding principles for the quantitative assessment of soil degradation, with focus on salinization, nutrient decline and soil pollution. FAO publication No. AGL/MISC/36/2004, Rome.
38. Macků, J., Vokoun, J. (1993): Klasifikační systém lesních půd uplatňující morfogenetický klasifikační systém půd. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 1993, 53s.
39. Materna J., (2002): Souhrnné výsledky průzkumu stavu povrchových půdních vrstev v období 1993 – 1999. ÚKZÚZ Brno. 98 str.
40. Materna, J. (2003): Výsledky průzkumu výživy lesních porostů v lesích ČR. ÚKZÚZ Brno, 125 str.
41. Morris, J. et al. (2002): Secondary model procedure for the development of appropriate soil sampling strategies for land contamination. R&D Technical report P5-066/TR. UK Environment Agency and SIFFER, Rio House, Bristol.
42. NCR-59 meeting minutes, Madison, WI, 1991.
43. Němec, J. (2001): Bonitace a oceňování zemědělské půdy České republiky VÚZE Praha, ISBN 80-85898-90-X.
44. Němeček, J. a kol. (1967): Průzkum zemědělských půd ČSSR (Souborná metodika). 1 díl. MZVŽ, 1967.
45. Němeček, J. a kol. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky ČZU Praha, 2001, 78 s.
46. Němeček, J., Smolíková, M., Kutílek, M. (1990): Pedologie a paleopedologie. Academia Praha, 1990, 480 s.
47. Novák, P. a kol.: Syntetická půdní mapa ČR 1 : 200 000. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Kartografie, a. s. Praha, 1992.
48. Novák, P., Pacola, M., Vopravil, J., Lagová, I. (2002): Současný stav vlastností a charakteristik půdy a jejich vývojové trendy na vybraném území. Zpráva za etapu výzkumného záměru MZE – M07 – 99 – 01 – 02, VÚMOP Praha.
49. Oberholzer HR, Rek J, Weisskopf, Walther U (1999) Evaluation of soil quality by means of microbiological parameters related to the characteristics of individual arable sites. *Agribiol Res* 52:113–125.
50. OECD (2000): Environmental Indicators for Agriculture: Methods and Results – The Stocktaking Report Background: Objectives and Scope of the Report COM/AGR/CA/ENV/EPOC(99)121.
51. Parr, J. F., Papendick, R. I., Hornick, S. B., Meyer, R. E. (1992):: Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. *Am. J. Altern. Agric.*, 7, 1992, pp. 5 – 11.
52. Pelíšek, J. (1961): Atlas hlavních půdních typů ČSSR. SZN a SVPL. Praha, Bratislava. 441 str.
53. Plíva, K. (2000): Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů. ÚHÚL Brandýs n.l.
54. Pokorný, E., Sřalková, R., Podešvová, J. (2001): Půdní humus – vybrané kapitoly z metodiky. *Obilnářské listy*, ročník IX, č. 6, s. 108–119.
55. Power, J. F, Myers, R. J. K. (1989): The maintenance or improvement of farming systems in North America and Australia. In.: *Soil quality in semiarid agriculture*. Saskatchewan Inst. of Pedology, Univ. of Saskatchewan, Saskatoon, Canada, 1989, pp. 273 – 292.
56. Prax, A., Jandák, J., Pokorný, E. (1995): Půdoznalství (skriptum), MZLU v Brně, 153 s.
57. Rodale Institute. Conference report and abstracts, International Conference on the Assessment and monitoring of Soil Quality. Emmaus, PA, 11–13. 7. 1991.
58. Sáníka, M., Havlíková, Š., Malý, S., Hauptman, I. (2000): Kontrola a monitoring cizorodých látek v půdě a vstupech do půdy. Zpráva za rok 2001. ÚKZÚZ Brno, 1999.
59. Sáníka, M., Havlíková, Š., Němec, P., Malý, S., Chvátal, V. (2002): Kontrola a monitoring cizorodých látek v půdě a vstupech do půdy. Zpráva za rok 2001. ÚKZÚZ Brno, 2002.
60. Sáníka, M., Němec, P., Chvátal, V., Havlíková, Š. (1998): Bazální monitoring zemědělských půd a monitoring atmosférické depozice. Metodické postupy, ÚKZÚZ Brno.
61. Sáníka, M., Němeček, J., Podlešáková, E., Vácha, R., Beneš, S. (2002): Vypracování kritických hodnot obsahů rizikových prvků a organických cizorodých látek v půdě a jejich příjem rostlinami z hlediska ochrany kvality a kvantity zemědělské produkce. MŽP, 2000, 60 s.
62. Sáníka, M. (1995): Bazální monitoring půd CHÚ ČR. Závěrečná zpráva AOPK ČR, Výzkumné a monitorovací pracoviště v Brně, 1995.
63. Sáníka, M. (2001): Vlastnosti zemědělských půd ČR – výsledky programu bazálního monitoringu půd. Sborník referátů z konference Pedologické dny, Brno, 2001.
64. Směrnice Rady 91/676/EEC, o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů.
65. Schroeder, D. (1984): Soils – Facts and Concepts. International Potash Institute, Bern, Switzerland

66. Soil Strategy Workshop: International Soil Campaign for Cities? Tutzing, 6–7 April 2000
67. Spolkový zákon na ochranu půdy SRN (BBodSchG) ze 17. 3. 1998 a vyhláška o ochraně půdy a starých zátěžích ze dne 12. 7. 1999 (BGBl I, č. 36/1999)
68. Šarapatka, B.: Pedologie. (1996) Učební texty Univerzity Palackého, Olomouc, 1996, 235 s.
69. Šimek, M., (2003) Základy nauky o půdě. 1. Neživé složky půdy. JČ Univerzita, České Budějovice
70. Šimon J., Lhotský J.: (1989) Zpracování a zúrodnění půd, SZN Praha.
71. Šimon, J.: (1986) Zhutňování půdy a výnosy polních plodin. ÚVTIZ Praha, 2/86.
72. Trávník, K. (2000): Balance živin a současný obsah přístupných živin v půdě. Sborník referátů z konference Půdní úrodnost. MZLU Brno, ISBN 80-7157-436-8.
73. Ulrich, B. (1981): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand Ztschr..Pflanzenern.Bodenk. 144 (3), 289 – 305.
74. Viewegh, J., (2000): Problematika lesnické typologie II. Sborník ČZU Praha.
75. Voplakal, K. (2003): Změny některých agrochemických vlastností v našich půdách a jejich vývojové tendence. In: Sborník příspěvků z konference Pedologické dny 2003. MZLU Brno, 2003.
76. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2002. (2003) Český hydrometeorologický ústav Praha
77. www.veristeh.com/faq.htm (2002).
78. <http://europa.eu.int/comm/environment/soil/index.htm>

6. Použité legislativní předpisy

1. EEC No 1488/94 of 28 June 1994: Commission Regulation – laying down the principles for the assessment of risks to man and the environment of existing substances and accordance with Council Regulation No 793/93. (OJ L 161, 29 June 1994). 9 pages.
2. Metodický pokyn MŽP č. 1138/OER/94 <http://www.ecn.cz/env/lex/zivpros/1138-94>.
3. Metodický pokyn odboru ochrany lesa a půdy MŽP ČR ze dne 1.10. 1996 č.j. OOLP/1067/96 k odnímání půdy ze zemědělského půdního fondu podle zákona ČNR 334/1992 Sb., o ochraně ZPF ve znění zákona ČNR 10/1993 Sb.
4. Metodický pokyn odboru pro ekologické škody Ministerstva životního prostředí České republiky – kritéria znečištění zemín a podzemní vody. MŽP ČR, 1. 7. 1996. (nabytí účinnosti od 31. 7. 1996).
5. Metodický pokyn odboru pro ekologické škody MŽP ČR k zabezpečení usnesení vlády ČR č. 393 ze dne 13. července 1994, o zásadách dalšího postupu při privatizaci – postup zpracování analýzy rizika (nabytí účinnosti od 31. 7. 1996).
6. Metodický pokyn odboru odpadů MŽP ČR: Vydání odvětvové technické normy odpadového hospodářství TNO 83 8035 „Skládkování odpadů – uzavírání a rekultivace skládek.
7. Nařízení vlády č. 350/2002 Sb., kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší. Příloha č. 1. Hodnoty imisních limitů a mezí tolerance pro vybrané látky znečišťující ovzduší, cílové imisní limity a dlouhodobé imisní cíle pro troposférický ozon a depoziční limit pro prашný spad.
8. Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Příloha č. 3: Imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod.
9. Nařízení vlády č. 103/2003 Sb. o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.
10. Ordinance on the Utilisation of Bio-Wastes on Land used for Agricultural, Silvicultural and Horticultural Purposes (Ordinance on Bio-Wastes – BioAbfV) Of 21 September 1998.
11. Směrnice rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeným dusičnany ze zemědělských zdrojů.
12. Spolkový zákon na ochranu půdy SRN (BBodSchG) ze 17. 3. 1998 a vyhláška o ochraně půdy a starých zátěžích ze dne 12. 7. 1999 (BGBl I, č. 36/1999).
13. Věstník MŽP ČR (1996): ročník 1996, Praha 15. Zář 1996, částka 3.
14. Vyhláška č. 215/95 Sb., kterou se stanoví Seznam katastrálních území s přiřazenými průměrnými cenami zemědělských pozemků, odvozenými z bonitovaných půdně ekologických jednotek zemědělských pozemků.
15. Vyhláška č. 279/97 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení Zákona 115/97 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (oceňování staveb, pozemků a trvalých porostů (příloha č. 16)), ve znění pozdějších předpisů.
16. Vyhláška č. 10/2002 Sb., kterou se stanoví seznam nebezpečných chemických látek, které mohou představovat závažné riziko pro zdraví člověka a životní prostředí.
17. Vyhláška č. 190/1996 Sb., kterou se provádí zákon Č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem, ve znění zákona Č. 210/1993 Sb. a zákona č. 90/1996 Sb.

18. Vyhláška č. 191/2002 Sb., o technických požadavcích na stavby pro zemědělství.
19. Vyhláška č. 306/1998 Sb., kterou se stanoví postup hodnocení rizika nebezpečných chemických látek pro životní prostředí.
20. Vyhláška č. 327/1998 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně-ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci, ve znění pozdějších předpisů.
21. Vyhláška č. 376/2000 Sb. Ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly. Příloha č. 1. Mikrobiologické, biologické, fyzikální a chemické ukazatele pitné vody a balené pitné vody a jejich hygienické limity.
22. Vyhláška č. 381/2001 Sb., Ministerstva životního prostředí, kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů).
23. Vyhláška č. 382/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.
24. Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů.
25. Vyhláška č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění pozdějších předpisů.
26. Vyhláška č. 475/2000 Sb., o odběrech a chemických rozborech vzorků hnojiv, ve znění pozdějších předpisů.
27. Vyhláška č. 476/2000 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv, ve znění pozdějších předpisů.
28. Vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů.
29. Vyhláška č. 53/2002 Sb. MZ, kterou se stanoví chemické požadavky na zdravotní nezávadnost jednotlivých druhů potravin a potravinových surovin, podmínky použití látek přídatných, pomocných a potravních doplňků.
30. Vyhláška MŽP ČR č. 13/94 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu.
31. WHO 2000: Air Quality Guidelines for Europe. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, WHO Regional Publications, European Series, No. 91, Second Edition.
On-line: <http://www.who.dk/document/e71922.pdf>.
32. Zákon č. 110/97 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů.
33. Zákon č. 115/95 Sb., o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících právních předpisů.
34. Zákon č. 229/91 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku ve znění pozdějších předpisů.
35. Zákon č. 284/91 Sb., o pozemkových úpravách (ve znění pozdějších předpisů) Zákon 569/91 Sb., o pozemkovém fondu
36. Zákon č. 289/95 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon).
37. Zákon č. 50/76 Sb., o územním plánování a stavebním řádu ve znění pozdějších předpisů.
38. Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí).
39. Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů.
40. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
41. Zákon č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon), ve znění zákona č. 89/1996 Sb., ve znění pozdějších předpisů.
42. Zákon č. 334/92 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů.

Příloha 1.

Přehled sledovaných parametrů v programu bazálního monitoringu zemědělských půd

FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI – zrnitostní složení (kompletní charakteristika – tabulka 2.3.2 v textu), – frakce < 0,006 mm a < 0,002 mm	CHEMICKÉ VLASTNOSTI – ORGANICKÁ KONTAMINACE
soubor fyzikálních charakteristik neporušeného vzorku – fyzikálního válečku – momentní vlhkost, – maximální kapilární kapacita, – specifická hmotnost, – objemová hmotnost redukována, – pórovitost a % zastoupení pórů, – momentní vzdušnost, – minimální vzdušná kapacita a max. vodní kapacita	Atrazin a jeho metabolity – deethylatrazin – deisopropylatrazin
FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ VLASTNOSTI – maximální sorpční kapacita, – stupeň nasycení bázemi (hodnoty STV s modifikací stanovení sorbovaného Ba metodou AAS) – aktuální sorpční kapacita, včetně stanovení jednotlivých kationtů (s modifikací stanovení jednotlivých kationtů včetně výměnného hliníku metodou AAS), – výměnná acidita	Persistentní organochlorové pesticidy a jejich metabolity – αHCH – βHCH – γHCH – HCB – o,p'-DDE – p,p'-DDE – o,p'-DDD – p,p'-DDD – o,p'-DDT – p,p'-DDT
	Polychlorované bifenylly (PCB) – Kongener 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180
AGROCHEMICKÉ VLASTNOSTI – oxidovatelné látky (C_{ox}) dvojchromanovou metodou – minerální dusík – celkový půdní dusík – aktivní (pH/H_2O), výměnné (pH/KCl) – přístupné formy P, K, Mg, Ca ve výluhu Mehlich II – přístupné formy Cu, Mn, Zn, Fe dle Lindsaye a Norwela – přístupná forma Mo dle Grigga – přístupná forma B dle Berger-Truoga – K, Mg dle Schachtschabela – P – laktátově rozpustné formy dle Egnera – fixované formy K (suchá a mokrá fixace) – uvolnitelný K – P, K ve výluhu CAL	Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH) – Naphthalene – Acetnaphthylene (UV) – Acetnaphthene – Fluorene – Phenanthrene – Anthracene – Fluoranthene – Pyrene – Benzo[a]anthracene – Chrysene – Benzo[b]fluoranthene – Benzo[k]fluoranthene – Benzo[a]pyrene – Dibenzo[a,h]anthracene – Benzo[g,h,i]perylene – Indeno[1,2,3-cd]pyrene
CHEMICKÉ VLASTNOSTI – ANORGANICKÁ KONTAMINACE	MIKROBIOLOGICKÉ A BIOCHEMICKÉ VLASTNOSTI
– obsah As, Be, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, V, Zn, ve výluhu 2M HNO_3 – obsah Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, V, Zn ve výluhu horkou lučavkou, Hg totální – obsah As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V, Zn biopřístupné (ve výluhu $CaCl_2$, $NaNO_3$, NH_4NO_3)	– bazální respirace, – uhlík mikrobiální biomasy, – aktivita katalasy, – čistá N mineralizace, – C_{ox}, – N_{tot}

Příloha 2.

Základní agrochemické vlastnosti půd – rozsahy hodnot

Tabulka 1. Obsah organické hmoty a sorpční vlastnosti – základní statistika podle půdních typů – ornice (Výsledky programu Bazálního monitoringu zemědělských půd ČR)

Černice				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	2,38	36,63	34,64	95,74
Medián	2,23	36,75	33,71	98,13
Minimum	1,65	23,70	23,70	86,73
Maximum	3,41	49,33	47,45	100,00
Počet	4	4	4	4

Černozem				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	1,58	24,47	22,70	92,49
Medián	1,60	24,64	22,88	94,60
Minimum	0,71	10,80	10,40	75,45
Maximum	2,02	32,93	31,53	100,00
Počet	20	20	20	20

Fluvizem				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	1,59	23,01	19,61	83,72
Medián	1,53	22,34	18,36	81,86
Minimum	1,05	11,40	9,15	64,05
Maximum	2,51	35,20	33,65	100,00
Počet	20	20	20	20

Glej				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	2,38	22,79	16,96	73,71
Medián	1,76	22,39	16,69	74,30
Minimum	1,16	13,18	9,00	54,70
Maximum	4,08	37,75	30,93	97,75
Počet	11	11	11	11

Hnědozem				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	1,32	20,47	17,52	84,91
Medián	1,24	19,70	17,33	86,03
Minimum	0,87	12,63	8,98	60,35
Maximum	3,35	47,60	41,00	100,00
Počet	39	39	39	39

Kambizem				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	1,64	18,84	13,27	69,82
Medián	1,42	17,25	11,46	70,69
Minimum	0,77	8,60	0,83	3,23
Maximum	3,19	55,68	49,83	100,00
Počet	64	64	64	64

Luvizem				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	1,26	15,25	11,81	77,15
Medián	1,28	15,00	12,53	78,05
Minimum	0,98	11,30	7,33	57,73
Maximum	1,47	17,80	15,33	96,00
Počet	13	13	13	13

Pseudoglej				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	1,86	20,49	14,64	70,07
Medián	1,67	18,43	12,55	69,73
Minimum	1,16	12,98	5,90	36,10
Maximum	3,13	35,73	32,75	91,63
Počet	17	17	17	17

Rendzina				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	1,27	21,18	20,64	97,90
Medián	1,33	23,54	22,46	100,00
Minimum	0,79	8,88	8,88	91,60
Maximum	1,62	28,75	28,75	100,00
Počet	4	4	4	4

Regozem				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	0,87	10,23	7,13	68,84
Medián	1,02	10,00	5,60	72,70
Minimum	0,50	7,15	4,18	41,63
Maximum	1,15	14,68	10,35	85,98
Počet	5	5	5	5

Tabulka 2. Obsah organické hmoty a sorpční vlastnosti – základní statistika podle půdních typů – podorníčí (Výsledky programu Bazálního monitoringu zemědělských půd ČR)

Černice				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	1,66	36,59	33,96	94,40
Medián	1,50	35,63	33,45	94,33
Minimum	1,00	20,90	20,73	88,95
Maximum	2,64	54,23	48,23	100,00
Počet	4	4	4	4

Černoze				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	1,07	22,34	21,12	95,02
Medián	1,14	22,70	20,34	95,64
Minimum	0,37	11,18	10,15	85,00
Maximum	1,64	29,53	28,35	100,00
Počet	20	20	20	20

Fluvizem				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	1,06	22,13	18,83	82,64
Medián	1,04	22,60	16,50	84,28
Minimum	0,41	7,40	5,10	45,33
Maximum	1,64	37,83	36,05	100,00
Počet	21	21	21	21

Glej				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	0,92	17,24	12,20	67,99
Medián	0,87	16,70	11,78	68,05
Minimum	0,41	9,53	5,05	38,65
Maximum	1,77	26,68	23,40	93,50
Počet	11	11	11	11

Hnědozem				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	0,70	21,04	18,44	87,12
Medián	0,64	21,25	18,48	86,95
Minimum	0,35	11,25	9,53	66,58
Maximum	1,98	45,70	39,75	100,00
Počet	39	39	39	39

Kambizem				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	0,76	15,55	10,67	65,90
Medián	0,62	14,79	8,61	66,99
Minimum	0,24	4,28	0,95	10,25
Maximum	1,83	54,28	51,03	100,00
Počet	64	64	64	64

Luvizem				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	0,59	14,65	11,45	77,30
Medián	0,43	14,78	11,38	79,83
Minimum	0,21	9,88	6,73	61,40
Maximum	1,19	22,78	19,73	95,75
Počet	13	13	13	13

Pseudoglej				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	0,92	18,07	12,49	65,95
Medián	0,79	16,30	10,13	66,23
Minimum	0,37	10,23	6,33	44,78
Maximum	1,99	32,65	30,00	94,23
Počet	17	17	17	17

Rendzina				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	0,83	23,90	23,42	98,46
Medián	0,74	23,83	23,83	100,00
Minimum	0,39	16,80	16,80	93,83
Maximum	1,46	31,15	29,23	100,00
Počet	4	4	4	4

Regozem				
	Cox	T	S	V
Stř. hodnota	0,35	7,13	6,02	79,55
Medián	0,31	8,10	5,63	88,10
Minimum	0,23	2,00	1,20	51,55
Maximum	0,57	11,15	10,45	93,28
Počet	5	5	5	5

Tabulka 3. Popisná statistika pro základní agrochemické vlastnosti – orné půdy (Výsledky programu Bazálního monitoringu zemědělských půd ČR)

parametr	horizont	popisná statistika (mg.kg ⁻¹)					
		průměr	medián	minimum	maximum	dolní kvartil	horní kvartil
aktivní půdní reakce	ornice	7,0	7,0	5,3	8,1	6,7	7,4
pH/H ₂ O	podorničí	7,0	7,0	4,9	8,2	6,6	7,4
výměnná půdní reakce	ornice	6,4	6,5	4,7	7,7	5,9	7,0
pH/KCl	podorničí	6,2	6,2	4,0	7,7	5,6	6,9
fosfor	ornice	101	88	14	401	62	124
Mehlich 3	podorničí	42	31	2	263	18	52
draslík	ornice	224	200	70	834	156	265
Mehlich 3	podorničí	159	151	48	608	117	187
hořčík	ornice	182	156	34	1160	109	217
Mehlich 3	podorničí	224	188	23	1050	119	293
vápník	ornice	3168	2403	887	13050	1870	3677
Mehlich 3	podorničí	3282	2367	555	19500	1705	3526

Tabulka 4. Popisná statistika pro základní agrochemické vlastnosti – trvalé travní porosty (Výsledky programu Bazálního monitoringu zemědělských půd ČR)

parametr	vrstva	popisná statistika (mg.kg ⁻¹)					
		průměr	medián	minimum	maximum	dolní kvartil	horní kvartil
aktivní půdní reakce	0 – 10 cm	6,6	6,9	4,5	7,5	6,3	7,2
pH/H ₂ O	11 – 25 cm	6,5	6,9	4,6	7,6	6,0	7,1
	26 – 40 cm	6,3	6,3	4,7	7,4	5,6	7,0
výměnná půdní reakce	0 – 10 cm	5,9	6,3	3,8	7,2	5,4	6,8
pH/KCl	11 – 25 cm	5,8	5,9	3,9	7,1	5,1	6,7
	26 – 40 cm	5,4	5,4	4,1	6,7	4,7	6,3
fosfor	0 – 10 cm	70	59	20	297	36	91
Mehlich 3	11 – 25 cm	56	38	12	279	22	70
	26 – 40 cm	35	25	6	202	15	35
draslík	0 – 10 cm	150	135	41	539	84	158
Mehlich 3	11 – 25 cm	129	104	39	565	79	143
	26 – 40 cm	113	94	38	471	65	133
hořčík	0 – 10 cm	240	231	30	634	122	302
Mehlich 3	11 – 25 cm	229	220	26	680	131	301
	26 – 40 cm	250	234	15	1029	129	296
vápník	0 – 10 cm	2789	2360	407	6378	1777	3709
Mehlich 3	11 – 25 cm	2515	2040	463	6438	1737	2979
	26 – 40 cm	2019	1638	230	5558	1374	2563

Tabulka 5. Popisná statistika pro podzimní obsahy nitrátového a amonného dusíku v půdě (Výsledky programu Bazálního monitoringu zemědělských půd ČR)

dusík	kultura	horizont	popisná statistika (mg.kg ⁻¹ suš.)				
			aritmet. průměr	medián	min	max	počet vzorků
nitrátový dusík N-NO ₃	orná půda	ornice	9,9	8,2	0	50,4	423
		podorničí	8,3	6,5	0	63,2	423
	trvalé travní porosty	svrchní vrstva	3,5	2,3	0	13,5	44
		spodní vrstva	2,3	1,2	0	12,2	44
amonný dusík N-NH ₄	orná půda	ornice	2,8	1,8	0	28,4	423
		podorničí	2,3	1,3	0	39,5	423
	trvalé travní porosty	svrchní vrstva	4,6	4,4	0,5	11,2	44
		spodní vrstva	3,0	2,1	0,3	10,5	44

Tabulka 6. Popisná statistika pro jarní a podzimní obsahy minerálního dusíku v půdě (Výsledky polních zkoušek ÚKZÚZ)

doba odběru	hloubka odběru	popisná statistika (mg.kg ⁻¹ suš.)				
		aritmet. průměr	medián	minimum	maximum	počet vzorků
brzy na jaře	0 – 30 cm	9,4	7,6	0,6	157,9	936
	30 – 60 cm	8,4	7,2	0,3	74,3	936
před zámrazem	0 – 30 cm	11,7	9,6	0,7	113,4	918
	30 – 60 cm	8,3	6,7	0,2	48,0	908

Tabulka 7. Popisná statistika pro obsahy minerálního dusíku v půdě (Výsledky lyzimetrických stanovišť ÚKZÚZ na orné půdě)

dusík	hloubka odběru	doba odběru	popisná statistika (mg.kg ⁻¹ suš.)				
			aritmet. průměr	medián	min	max	počet vzorků
N-NO ₃	40 cm	před zámrazem	11,2	9,5	0	84,8	256
		brzy na jaře	9,4	7,1	0	105,0	261
N-NH ₄	40 cm	před zámrazem	4,4	2,8	0	43,7	256
		brzy na jaře	4,4	2,8	0	35,1	261
Nmin	40 cm	před zámrazem	15,6	13,0	0,9	85,6	256
		brzy na jaře	13,8	10,6	1,1	76,4	261
N-NO ₃	60 cm	před zámrazem	7,5	5,5	0	54,5	256
		brzy na jaře	8,5	6,1	0	64,3	261
N-NH ₄	60 cm	před zámrazem	3,5	1,8	0	45,3	256
		brzy na jaře	3,3	1,8	0	41,5	260
Nmin	60 cm	před zámrazem	11,0	8,9	0	56,0	256
		brzy na jaře	11,8	9,0	1,6	76,9	261
N-NO ₃	80 cm	před zámrazem	4,8	3,5	0	40,1	251
		brzy na jaře	6,7	4,9	0	77,6	258
N-NH ₄	80 cm	před zámrazem	3,1	1,4	0	74,3	251
		brzy na jaře	3,0	1,3	0	38,0	256
Nmin	80 cm	před zámrazem	7,9	6,3	0	80,0	251
		brzy na jaře	9,7	7,6	0,6	77,9	258

Tabulka 8. Koncentrace hlavních biogenních prvků v minerální půdě pod jehličnatými porosty (mg.kg⁻¹).

percentil	N tot	P	K	Ca	Mg
10	400	1	15	51	10
25	700	2	27	79	15
50	1 000	5	39	124	24
75	1 500	11	54	206	38
90	2 400	27	73	330	62

Tabulka 9. Koncentrace hlavních biogenních prvků v minerální půdě pod listnatými porosty (mg.kg⁻¹).

percentil	N tot	P	K	Ca	Mg
10	700	1	27	78	15
25	900	2	44	132	24
50	1 500	6	67	313	47
75	2 200	13	105	1 302	134
90	2 900	36	164	3 240	287

pozn.: P,K,Ca,Mg ve výluhu Mehlich II.

Tabulka 10. Koncentrace mikroelementů v minerální půdě (humusový horizont) pod jehličnatými porosty (mg.kg⁻¹, výluh 2M HNO₃).

percentil	Mn	Fe	Zn	Cu
10	10	1 041	3	1,0
25	33	2 760	6	1,6
50	101	4 992	12	4,8
75	222	7 940	20	5,1
90	453	11 870	27	9,0

Tabulka 11. Koncentrace mikroelementů v minerální půdě (humusový horizont) pod listnatými porosty (mg.kg⁻¹, výluh 2M HNO₃).

percentil	Mn	Fe	Zn	Cu
10	66	992	5	1,0
25	168	1 614	10	2,0
50	372	3 197	17	4,8
75	659	5 494	28	8,0
90	1 070	7 640	52	22,1

Příloha 3

Obsahy rizikových prvků a persistentních organických polutantů v půdě – rozsahy hodnot

Tabulka 1. Průměrné koncentrace prvků v půdách podle literárních údajů (bez makroprvků, celkové obsahy).

Prvek	Průměrná koncentrace	Rozsah
	mg.kg ⁻¹	
Al	71 000	10 000 – 300 000
As	6	0,1 – 40
Cd	0,1	0 0,01 – 3,0
Co	8	1 – 40
Cr	100	5 – 3 000
Cu	20	2 – 100
Fe	38 000	7 000 – 550 000
Hg	0,03	0,01 – 0,3
Mn	850	100 – 4 000
Mo	2	0,2 – 5
Ni	40	10 – 1 000
Pb	20	2 – 200
Sn	10	2 – 200
Tl	0,5	0,05 – 1,1
V	100	20 – 500
Zn	50	10 – 300

Tabulka 2. Obsahy rizikových prvků v ornici (O) a podorníci (P) v orných půdách z odběrů na pozorovacích plochách BMP v roce 1995.

Prvek	Horizont	výluh lučavkou královskou				výluh 2M kyselinou dusičnou			
		geom. prům.	median	min.	max.	geom. prům.	median	min.	max.
Be	O	1.24	1.25	0.53	3.55	0.44	0.44	0.11	1.70
	P	1.31	1.33	0.44	3.52	0.43	0.44	0.11	1.45
Cd	O	0.27	0.27	0.05	4.21	0.20	0.19	0.05	4.75
	P	0.18	0.18	0.05	4.57	0.10	0.11	0.04	4.82
Cr	O	34.57	34.40	10.20	535.70	6.20	5.78	1.05	64.16
	P	36.26	36.60	7.70	556.70	5.92	5.58	1.05	53.08
Co	O	9.56	9.80	1.90	30.10	4.78	4.95	0.70	15.75
	P	10.08	10.30	1.70	42.40	4.52	4.80	0.63	18.48
Cu	O	17.88	18.80	4.20	98.40	7.45	7.25	2.09	81.06
	P	16.74	17.20	2.50	63.10	5.66	5.36	1.23	45.55
Ni	O	19.78	21.90	4.70	255.60	4.91	5.09	0.65	24.77
	P	21.52	23.20	3.50	270.50	4.62	5.29	0.65	27.66

Pokračování tabulky 2.

Pb	O	20.63	20.40	7.30	169.00	16.10	15.71	5.27	119.68
	P	15.58	15.40	3.10	161.00	11.32	11.16	3.45	111.37
V	O	42.07	41.50	13.80	193.90	10.39	9.97	3.10	47.61
	P	44.25	43.70	9.40	195.50	9.02	8.53	1.92	41.02
Zn	O	63.03	62.00	19.00	558.70	18.80	17.98	6.78	463.43
	P	58.53	58.90	6.20	580.50	14.62	13.93	1.63	462.00

Tabulka 3. Celkové počty odebraných vzorků a popisná statistika základního souboru databáze registru kontaminovaných ploch. (obsahy ve výluhu 2M HNO₃).

Prvek	Celkový počet vzorků	Aritmetický průměr	Geometrický průměr	Medián
		mg.kg ⁻¹		
Be	16677	0,472	0,418	0,430
Cd	40441	0,238	0,190	0,190
Co	22310	5,602	4,993	5,000
Cr	40452	7,100	4,978	4,600
Cu	36209	8,531	7,295	7,100
Hg	32477	0,105	0,082	0,080
Ni	35123	6,042	4,665	4,700
Pb	40478	18,647	15,499	14,900
V	20507	10,867	9,564	9,570
Zn	36257	19,385	16,619	16,000

Tabulka 4: Základní statistická charakteristika obsahů organických polutantů v souboru pozorovacích ploch na orné půdě (v µg.kg⁻¹). (O = ornice, P = podorníčí)

Rok	popisná statistika	Σ PAH		Σ PCB		HCB		DDT		DDE		DDD	
		O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
1995	ar. průměr	–	–	1,1	1,6	5,6	3,1	19,2	12,4	10,9	7,9	2,5	1,6
	medián	–	–	0,8	0,8	5,7	2,6	15,4	10,1	12	6,3	1,2	0,8
1996	ar. průměr	–	–	1,9	1,1	5,2	2,4	26,8	15,5	11,4	7,6	2,6	1,3
	medián	–	–	0,8	0,8	6,1	1,9	21,4	8,8	10,7	6,2	2,1	1
1997	ar. průměr	986	433	7,9	3,5	8,2	6,4	114,6	54,4	72,2	22,3	9,6	6,8
	medián	667	323	0,8	0,8	7,2	4,4	37,4	17	19,8	14,6	<1	<1
1998	ar. průměr	694	454	4,8	3,33	–	–	–	–	–	–	–	–
	medián	584	306	2,6	1,5	–	–	–	–	–	–	–	–
1999	ar. průměr	929	642	7,8	3,2	–	–	–	–	–	–	–	–
	medián	558	276	2,4	1,9	–	–	–	–	–	–	–	–
2000	ar. průměr	1067	592	7	3,3	2,3	1,6	148	86,8	33,5	19,8	7,2	4,8
	medián	595	257	1,5	1,5	1,7	< 1	74,2	46,9	6,6	3,8	2,1	1,5
2001	ar. průměr	843	551	5,1	3,1	4,5	2,3	61,5	32,5	46,3	22,9	6,3	3,9
	medián	691	343	1,8	1,5	3,1	1,6	14,3	7,5	11,7	5,2	1,8	< 1
2002	ar. průměr	1264	666	5,7	4,2	7,3	5,9	18,4	17,5	13,7	13,8	2,5	2,2
	medián	787	359	2,5	1,8	5,5	4,3	3,8	2,3	3,2	1,2	0,5	< 1
limitní hodnota*		1000	1000	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
poč. vz. celkem**		216	216	280	274	211	203	211	203	211	203	211	203
nadlim – počet***		68	29	25	13	28	14	154	118	122	81	23	17
nadlim – %****		31,5	13,4	8,9	4,7	13,3	6,9	73	58,1	57,8	39,9	10,9	8,4

Vysvětlivky jsou uvedeny na str. 66.

Poznámka: V rámci stanovování obsahů PCB se jako suma uvádí suma tří kongenerů PCB (138, 153, 180), k nimž v roce 1998 přistoupily tři kongenery (28, 52, 101) a v roce 2000 další kongener (118).

V sumě PAH je uváděno 15 individuálních uhlovodíků (naftalen, acetnaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benzo(a)antracen, chrysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(g,h,i)perylene, indeno(1,2,3-c,d)pyren).

Ve skupině látek DDT je uvedena suma dvou izomerů (p,p', o,p') jak pro samotné DDT, tak pro jeho metabolity DDE, DDD.

* maximálně přípustná hodnota podle vyhlášky MŽP č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu

** celkový počet analyzovaných vzorků od roku 1995

*** počet nadlimitních vzorků

**** procento nadlimitních vzorků

Tabulka 5: Popisná statistika – obsah PCDD/F v půdách (38 pozorovacích ploch). Výsledky v pg.g⁻¹ sledování v roce 2001.

Parametr	průměr	minimum	maximum	medián	10% perc	90% perc
ΣPCDD/F	274.1	32.8	1136.1	118.9	49.8	797.7
ΣP(4-8)CDD/F	230.7	24.7	1082.8	91.9	33.9	706.1
ΣPCDD/F TEQ	3.1	0.5	14.3	1.3	0.6	9.3

Tabulka 6. Koncentrace rizikových prvků v nadložním humusu lesních půd, při kterých dochází k ohrožení půdního života (Tyler 1992).

prvek	Koncentrace v mg.kg ⁻¹
měď	20
zinek	300
kadmium	3,5
olovo	150

Tabulka 7. Základní statistická charakteristika obsahů zinku, mědi, olova a hliníku v nadložním organickém horizontu pod jehličnatými porosty (Materna 2002).

Percentil	mg.kg ⁻¹ suš., celkový obsah			
	Zn	Cu	Pb	Al
10	33	7,8	38	2 231
25	40	9,7	51	2 985
50	48	12,3	70	4 421
75	56	15,9	103	6 830
90	98	20,9	153	9 464

Příloha 4

Kritéria pro hodnocení výsledků chemických rozborů zemědělských půd

Kritéria hodnocení obsahu fosforu, draslíku a hořčíku (metoda Mehlich III, příloha č. 5 k vyhlášce č. 275/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů).

Tabulka 1. Orná půda

Fosfor (mg. kg ⁻¹)	
kategorie obsahu	limitní hranice
nízký	do 50
vyhovující	51 – 80
dobrý	81 – 115
vysoký	116 – 185
velmi vysoký	nad 185

Draslík (mg. kg ⁻¹)			
	půda		
kategorie obsahu	lehká	střední	těžká
nízký	do 100	do 105	do 170
vyhovující	101 – 160	106 – 170	171 – 260
dobrý	161 – 275	171 – 310	261 – 350
vysoký	276 – 380	311 – 420	351 – 510
velmi vysoký	nad 380	nad 420	nad 510

Hořčík (mg. kg ⁻¹)			
	půda		
kategorie obsahu	lehká	střední	těžká
nízký	do 80	do 105	do 120
vyhovující	81 – 135	106 – 160	121 – 220
dobrý	136 – 200	161 – 265	221 – 330
vysoký	201 – 285	266 – 330	331 – 460
velmi vysoký	nad 285	nad 330	nad 460

Tabulka 2. Trvalé travní porosty

Fosfor (mg. kg ⁻¹)	
kategorie obsahu	limitní hranice
nízký	do 25
vyhovující	26 – 50
dobrý	51 – 90
vysoký	91 – 150
velmi vysoký	nad 150

Draslík (mg. kg ⁻¹)			
	půda		
kategorie obsahu	lehká	střední	těžká
nízký	do 70	do 80	do 110
vyhovující	71 – 150	81 – 160	111 – 210
dobrý	151 – 240	161 – 250	211 – 300
vysoký	241 – 350	251 – 400	301 – 470
velmi vysoký	nad 350	nad 400	nad 470

Hořčík (mg. kg ⁻¹)			
	půda		
kategorie obsahu	lehká	střední	těžká
nízký	do 60	do 85	do 120
vyhovující	61 – 90	86 – 130	121 – 270
dobrý	91 – 145	131 – 170	171 – 230
vysoký	146 – 220	171 – 245	231 – 310
velmi vysoký	nad 220	nad 245	nad 310

Tabulka 3. Sady a vinice (speciální kultury)

Fosfor (mg. kg ⁻¹)	
kategorie obsahu	limitní hranice
nízký	do 55
vyhovující	56 – 100
dobrý	101 – 170
vysoký	171 – 245
velmi vysoký	nad 245

Draslík (mg. kg ⁻¹)			
	půda		
kategorie obsahu	lehká	střední	těžká
nízký	do 100	do 125	do 180
vyhovující	101 – 220	126 – 250	181 – 310
dobrý	221 – 340	251 – 400	311 – 490
vysoký	341 – 500	401 – 560	491 – 680
velmi vysoký	nad 500	nad 560	nad 680

Hořčík (mg. kg ⁻¹)			
	půda		
kategorie obsahu	lehká	střední	těžká
nízký	do 80	do 105	do 170
vyhovující	81 – 180	106 – 225	171 – 300
dobrý	181 – 320	226 – 365	301 – 435
vysoký	321 – 425	366 – 480	436 – 580
velmi vysoký	nad 425	nad 480	nad 580

Tabulka 4. Chmelnice

Fosfor (mg. kg ⁻¹)	
kategorie obsahu	limitní hranice
nízký	do 155
vyhovující	156 – 220
dobrý	221 – 290
vysoký	291 – 390
velmi vysoký	nad 390

Draslík (mg. kg ⁻¹)			
půda			
kategorie obsahu	lehká	střední	těžká
nízký	do 170	do 220	do 290
vyhovující	171 – 275	221 – 370	291 – 400
dobrý	276 – 400	371 – 515	401 – 570
vysoký	401 – 560	516 – 650	571 – 680
velmi vysoký	nad 560	nad 650	nad 680

Hořčík (mg. kg ⁻¹)			
půda			
kategorie obsahu	lehká	střední	těžká
nízký	do 135	do 160	do 210
vyhovující	136 – 210	161 – 250	211 – 300
dobrý	211 – 300	251 – 350	301 – 295
vysoký	301 – 400	351 – 460	396 – 530
velmi vysoký	nad 400	nad 460	nad 530

Tabulka 5. Kritéria pro hodnocení obsahu uhličitánů v půdě (příloha č. 5 k vyhlášce č. 275/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů).

% uhličitánů	hodnocení
0	žádný
0,1 – 0,5	nízký
0,6 – 3,0	střední
3,1 – 5,0	vysoký
> 5,0	velmi vysoký

Tabulka 6. Kritéria pro hodnocení obsahu přijatelného vápníku v půdě

půda / obsah vápníku v mg.kg ⁻¹			hodnocení
lehká	střední	těžká	
< 500	< 900	< 1600	velmi nízký
501 – 1000	901 – 1400	1601 – 2100	nízký
1001 – 1600	1401 – 2100	2101 – 2800	střední
1601 – 2100	2101 – 3000	2801 – 3900	dobrý
> 2100	> 3000	> 3900	vysoký

Tabulka 7. Hodnocení poměru obsahu K : Mg (hmotnostní)

poměr K : Mg	hodnocení
< 1,6	dobrý
1,6 – 3,2	vyhovující
> 3,2	nevyhovující

Tabulka 8. Kritéria pro hodnocení obsahu stopových prvků v orné půdě

prvek	druh půdy	obsah v mg.kg ⁻¹ zeminy		
		nízký	střední	vysoký
bór (B) Berger-Truog	L	pod 0,40	0,40 – 0,70	nad 0,70
	S	pod 0,60	0,60 – 1,00	nad 1,00
	T	pod 0,80	0,80 – 1,50	nad 1,50
molybden (Mo) ¹⁾ Grigg	L	pod 6,40	6,40 – 7,00	nad 7,00
	S	pod 6,80	6,80 – 7,80	nad 7,80
	T	pod 7,20	7,20 – 8,20	nad 8,20
měď (Cu) Lindsay-Norvell	L,S,T	pod 0,80	0,80 – 2,70	nad 2,70
mangan (Mn) Lindsay-Norvell	L,S,T	pod 10	10 – 100	nad 100
zinek (Zn) Lindsay-Norvell	L,S,T	pod 1,00	1,00 – 2,50	nad 2,50

¹⁾ vyjádřeno tzv. molybdenovým číslem $Moc = pH(KCl) + 10 \times Mo$ (v mg/kg zeminy)

L = půda lehká; S = půda střední; T = půda těžká

Tabulka 9. Příznaky negativního působení nadbytku obsahů živin v půdě na mikroorganismy a na rostliny. (Šarapatka, et al., 2002)

Prvek	negativní příznaky
N	Snížení počtu hlízkových bakterií, absence volně žijících mikroorganismů fixujících N ze vzduchu, prodloužení vegetace rostlin, bujný růst vegetativních orgánů rostlin, větší křehkost stébel obilovin, slabé a opožděné kvetení, méně kvalitní a hůře skladovatelné produkty, slabší odolnost, zejména proti houbovým chorobám, vymrzání, kumulace nitrátů v zelenině, blokování příjmu Cu rostlinami. Vysoké obsahy amonného dusíku (řádově $> 100 \text{ mg.l}^{-1}$, u senzitivních rostlin i méně) a jeho nepříznivý poměr k dusičnanovému dusíku mohou způsobovat akutní poškození vegetačních orgánů mladých rostlin. Při výživě rostlin amonným dusíkem je též nižší příjem většiny iontů, zvláště kationtů, takže u nízkých obsahů v substrátu se může projevit u rostlin jejich deficit. Vedle těchto účinků může vysoký obsah amonného dusíku též přímo poškozovat vegetační orgány rostlin vlivem jeho volatilizace z půdy. Tyto účinky se projevují zasycháním okrajů listů a retardací růstu rostlin.
P	Nižší aktivita fosfatázy, snižování množství bakterií v půdě, zrychlené kvetení rostlin a tvorba plodů, nedostatečný růst rostlin, blokování příjmu Mo („vyslepnutí“ kvěťáku), Zn, (žloutnutí listů fazolu), a Mn (slabý růst kořenů) rostlinami.
K	Rozpad půdní struktury a větší náchylnost k utužení, s negativním vlivem na početnost mikroorganismů, zpomalení růstu a kvetení rostlin, zhoršení kvality produkce (snížená pevnost lnu, křenčení hrušek, duté bulvy řepy, a celeru, blokování příjmu Ca rostlinami s následným slabším rozvojem kořenové soustavy, snižování příjmu stopových prvků B, Mo, Zn, a Cu rostlinami.
Ca	Omezování početnosti mikromycet v půdě na úkor bakterií, zpomalení růstu rostlin a prodlužování vegetace, chloróza listů rostlin v důsledku blokování příjmu Fe, Zn, Mg a B, vliv na acidofilní rostliny, strupovitost brambor.
Mg	Zpomalení růstu rostlin, blokování příjmu Ca rostlinami s následným zpomalením růstu kořenů, vliv na acidofilní rostliny.
B	Náchylnost rostlin k vadnutí, tvorba drobných květů, snížení výnosů obilovin, blokování příjmu Cu rostlinami s omezením jejich kvetení.
Zn	Zpomalení růstu kořenů rostlin, zakrslé a chlorotické výhonky, odumírání rostlin a prořídlý porost.
Cu	Omezení růstu kořenů, zhoršený metabolismus rostlin s následným zhoršením výnosů, chloróza listů a vadnutí rostlin.
Fe	Omezení růstu, odumírání vrcholů obilovin, omezení kvetení, blokování příjmu P rostlinami (petrifikace P se vznikem sloučenin pro rostliny nepřijatelných), snižování výnosů, zhoršování kvality produkce.

Příloha 5

Kritéria pro hodnocení kontaminace půd

Tabulka 1. Maximální přípustné obsahy rizikových prvků v půdě podle vyhlášky č. 13/94 Sb. (mg.kg⁻¹).

Prvek	Výluh 2 M HNO ₃		Výluh lučavkou	
	Lehké půdy	Ostatní půdy	Lehké půdy	Ostatní půdy
As	4,5	4,5	30	30
Be	2,0	2,0	7,0	7,0
Cd	0,4	1,0	0,4	1,0
Co	10,0	25,0	25,0	50,0
Cr	40,0	40,0	100,0	200,0
Cu	30,0	50,0	60,0	100,0
Hg	–	–	0,6	0,8
Mo	5,0	5,0	5,0	5,0
Ni	15,0	25,0	60,0	80,0
Pb	50,0	70,0	100,0	140,0
V	20,0	50,0	150,0	220,0
Zn	50,0	100,0	130,0	200,0

Tabulka 2. Maximální přípustné obsahy dalších anorganických a organických látek v půdě podle vyhlášky č. 13/94 Sb. (mg.kg⁻¹).

látky	přípustná koncentrace (mg.kg ⁻¹ suš.)		
I. Anorganické látky		c) chlorované uhlovodíky	
B	40	alifatické (jednotlivé)	0,1
Br	20	alifatické (celkem)	0,1
F	500	chlorobenzeny (jednotlivé)	0,01
CN celkové	5	chlorofenoly (jednotlivé)	0,01
CN toxické	1	PCB	0,01
S sulfatická	2	EOCl (extrahovatelný organicky vázaný chlor)	0,1
II. organické látky		d) pesticidy	
a) aromatické uhlovodíky a jejich deriváty		organické chlorované (jednotlivé)	0,01
benzen	0,05	organické chlorované (celkem)	0,1
ethyl benzen	0,05	ostatní (jednotlivé)	0,01
fenol	0,05	ostatní (celkem)	0,1
xyleny	0,05	e) ostatní látky	
aromáty celkem	0,3	cyclohexanol	0,1
b) polycyklické aromatické uhlovodíky		pyridin	0,1
anthracen	0,01	styren	0,1
benzo (a) anthracen	1,0	nepolární uhlovodíky (celkem)	50
benzo (a) pyren	0,1		
phenanthren	0,1		
fluoranthren	0,1		
chrysen	0,01		
naphtalen	0,1		
polycyklické aromatické uhlovodíky celkem	1,0		

Tabulka 3. Kritéria rozhodná pro ochranu půdy před rizikovými vstupy.Preventivní hodnoty obsahů potenciálně rizikových stopových prvků v zemědělské půdě (mg.kg⁻¹ suš., obsah v extraktu lučavkou královskou, Hg celkový obsah)

kategorie půd	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	V	Zn	Tl
Běžné půdy¹⁾	20	2.0	0.5	30	90	60	0,3	1200	50	60	130	120	0.5
Lehké půdy²⁾	15	1.5	0.4	20	55	45	0,3	1000	45	55	120	105	0.5

^{1), 2)} stanoveno v přílohách návrhu vyhlášky**Tabulka 4. Kritéria rozhodná pro ochranu půdy před rizikovými vstupy**Preventivní hodnoty obsahů organických polutantů (μg.kg⁻¹ v suš.)

Látka	LK	Látka	LK
Monocyklické aromatické uhlovodíky			
Benzen	30	Styren	50
Toluen	30	Ethylbenzen	40
Xylen	30		
Polycyklické aromatické uhlovodíky			
Fluoranthren	300	Benzo(a)pyren	100
Pyren	200	Benzo(k)fluoranthren	50
Fenanthren	150	Benzo(ghi)perylene	50
Benzo(b)fluoranthren	100	Chrysen	100
Benzo(a)anthracen	100	Naftalen	50
Anthracen	50	Σ PAU	1000
Indeno(cd)pyren	100		
Chlorované uhlovodíky			
PCB Σ 7 kongenerů ¹⁾	20	DDE, DDD	10
HCB	20	HCH (Σ α + β + γ)	10
DDT	15		
Nepolární uhlovodíky			
Nepolární látky (mg.kg ⁻¹)	100		

¹⁾ 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180**Tabulka 5. Kritéria rozhodná pro ochranu kvality a kvantity zemědělské produkce.**Indikační hodnoty obsahů potenciálně rizikových stopových prvků v půdě (mg.kg⁻¹ suš.).

prvek	půdní druh	pH ³⁾	maximální přípustná hodnota	
			výluh lučavkou	výluh NH ₄ NO ₃
			obsah v mg.kg ⁻¹	
Cd		< 4,0	0,7	–
		4,0 – 5,0	1,1	–
		5,0 – 6,5	1,5	–
	běžné půdy ¹⁾	> 6,5	2,0	0,1
	lehké půdy ²⁾	> 6,5	2,0	0,04
Pb		–	300	–
		–	–	1,5
		–	70	0,2
Zn		–	400	–
		–	–	20
		–	160	2,0
As		–	700	–
		–	–	1,0
		–	200	0,2
Ni		< 5,0	90	–
		5,0 – 6,5	150	–
		> 6,5	200	–
		–	–	1,0
Cu		< 5,0	150	–
		5,0 – 6,5	200	–
		> 6,5	300	–
		–	–	1,0
Tl		–	10	–
		–	–	0,2
		–	3	0,1
Cr		–	300	–
Hg			1,5 ⁴⁾	

^{1), 2)} stanoveno v přílohách návrhu vyhlášky³⁾ pH výměnné⁴⁾ celkový obsah

Za překročení indikačních hodnot se považuje:

- překročení maximální přípustné hodnoty obsahu prvku v půdě stanovené samostatně ve výluhu lučavkou,
- překročení maximální přípustné hodnoty obsahu prvku v půdě stanovené samostatně ve výluhu dusičnanem amonným,
- překročení obou maximálních přípustných hodnot obsahu v prvku v půdě stanovených souběžně ve výluhu lučavkou královskou i dusičnanem amonným

Tabulka 6. Kritéria hodnocení kontaminace zemin podle metodického pokynu MŽP

	A	B	C-obyt.	C rekr.	C prům.	C všestr.
I. kovy mg.kg ⁻¹ suš.						
As	30	65	70	100	140	55
Ba	600	900	1000	2000	2800	625
Be	5	15	20	25	30	–
Cd	0,5	10	20	25	30	12
Co	25	180	300	350	450	240
Cr	130	450	500	800	800	380
Cu	70	500	600	1000	1500	190
Hg	0,4	2,5	10	15	20	10
Mo	0,8	50	100	160	240	100
Ni	60	180	250	300	500	210
Pb	80	250	300	500	800	300
Sb	1	25	40	50	80	–
Sn	15	200	300	400	600	–
V	180	340	450	500	550	–
Zn	150	1500	2500	3000	5000	720
II. Monocyklické aromatické uhlovodíky						
benzen	0,03	0,5	0,8	1	5	1
toluen	0,03	50	100	120	150	100
ethylbenzen	0,04	25	50	60	75	50
xyleny	0,03	25	30	50	75	25
suma fenolů	0,05	25	50	60	120	50
styren	0,03	15	30	50	75	30
III. Polycyklické aromatické uhlovodíky						
anthracen	0,1	40	60	80	100	–
benz[a]anthracen	0,1	4	5	10	50	–
benzo[a]pyren	0,1	1,5	2	4	10	–
benzo[b]fluoranthren	0,1	4	5	10	50	–
benzo[ghi]perylene	0,05	20	30	40	80	–
benzo[k]fluoranthren	0,05	10	15	20	30	–
fluoranthren	0,3	40	50	80	150	–
fenanthren	0,15	30	40	60	100	–
chrysen	0,05	25	40	50	80	–
indeno[1,2,3-cd]pyren	0,1	4	5	10	50	–
naftalen	0,05	40	60	80	100	–
pyren	0,2	40	60	80	100	–
PAU celkem (A) ²⁾	–	–	–	–	–	40
PAU celkem (B) ²⁾	1	190	280	380	640	–
IV. monocyklické aromatické uhlovodíky (halogenované)						
chlorbenzeny (jednotl.)	0,05	2,5	3	5	10	–
chlorfenoly (jednotl.)	0,05	1,5	2	4	10	–

Pokračování tabulky 6.

V. Pesticidy organické chlorované						
jednotlivé	0,05	2	2,5	5	10	2,5
VI. Pesticidy ostatní						
jednotlivé	0,05	3	4	7,5	12	
VII. Chlorované alifatické uhlovodíky						
VIII. Ostatní uhlovodíky						
NEL celkem	100	400	500	750	1000	500
IX. Ostatní aromatické uhlovodíky (halogenované)						
Σ PCB 28,52,101,118,138,153, 180	0,02	2,5	5	10	30	1
PCDD/PCDF (v ng I-TEQ TeCdd/g)	0,001	0,1	0,5	1	10	–

¹⁾ Hodnoty pro parkové a rekreační plochy

²⁾ PAU A = součet obsahů všech PAU uvedených v tabulce; PAU B = součet PAU bez anthracenu, naftalenu a benzo(b)fluoranthenu.

Limity založené na účinku – effect based

Pro hodnocení ekosystémových rizik metodou poměru PEC/PNEC (předpokládaná environmentální koncentrace / předpokládaná koncentrace bez účinku) je vhodné jako PNEC hodnoty použít „effect based“ odvozené limity. Z tohoto hlediska jsou mezinárodně použitelnými a uznávanými hodnoty „Environmental Risk Limits“ (Bruijn et al., 2000). Tyto hodnoty jsou odvozeny na základě výsledků testů toxicity. Pro půdy je udává tabulka 5.

Tabulka 7. Hodnoty maximálně přípustných koncentrací (MPCs = PNEC) pro rizikové prvky v půdě.

Prvek	MPC mg.kg ⁻¹
As	34
Cd	1,6
Cr	100
Cu	40
Hg	2,2
Ni	38
Pb	140
Zn	160

Effect based limity jsou též limity 2 úrovně z návrhu pro novou legislativu (příloha 5, tabulka 5), avšak pouze vzhledem k rizikům kontaminace rostlinné produkce.

Tabulka 8.

Příloha č. 2 k vyhlášce č. 382/2001 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. Mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových prvků v půdě (ukazatele pro hodnocení půd).

Mezní hodnoty koncentrací prvků v extraktu lučavkou královskou v mg.kg ⁻¹ sušiny v půdě								
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Běžné půdy	20	0.5	90	60	0,3*	50	60	120
Písky, hlinité písky, štěrkopísky	15	0.4	55	45	0,3*	45	55	105

* celkový obsah

Tabulka 9.

KELLY hodnoty obsahů látek (mg.kg⁻¹ suš.) a pH – metodická pomůcka pro klasifikaci kontaminovaných půd.

Parameter	typická hodnota pro půdy bez kontaminace	mírná kontami- nace	kontaminace	silná kontami- nace	výjimečně silná kontaminace
	A	B	C	D	E
pH (kyselá)	6 – 7	5 – 6	4 – 5	2 – 4	<2
pH (alkalická)	7 – 8	8 – 9	9 – 10	10 – 12	>12
Antimon	0 – 30	30 – 50	50 – 100	100 – 500	>500
Arsen	0 – 30	30 – 50	50 – 100	100 – 500	>500
Kadmium	0 – 1	1 – 3	3 – 10	10 – 50	>50
Chrómov	0 – 100	100 – 200	200 – 500	500 – 2500	>2500
Měď (přístupná)	0 – 100	100 – 200	200 – 500	500 – 2500	>2500
Olovo	0 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	2000 – 1.0%	>1.0%
Olovo (přístupné)	0 – 200	200 – 500	500 – 1000	1000 – 5000	>5000
Rtuť	0 – 1	1 – 3	3 – 10	10 – 50	>50
Nikl (přístupný)	0 – 20	20 – 50	50 – 200	200 – 1000	>1000
Zinek (přístupný)	0 – 250	250 – 500	500 – 1000	1000 – 5000	>5000
Bor (přístupný)	0 – 2	2 – 5	5 – 50	50 – 250	>250
Selen	0 – 1	1 – 3	3 – 10	10 – 50	>50
Baryum	0 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	2000 – 1.0%	>1.0%
Berylium	0 – 5	5 – 10	10 – 20	20 – 50	>50
Mangan	0 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	2000 – 1.0%	>1.0%
Vanad	0 – 100	100 – 200	200 – 500	500 – 2500	>2500
Hořčík	0 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	2000 – 1.0%	>1.0%
Sulfáty	0 – 2000	2000 – 5000	5000 – 1.0%	1.0 – 5.0%	>5.05
Síra (volná)	0 – 100	100 – 500	500 – 1000	1000 – 5000	>5000
Sulfidy	0 – 10	10 – 20	20 – 100	100 – 500	>500
Kyanidy (volné)	0 – 1	1 – 5	5 – 50	50 – 100	>100
Kyanidy	0 – 5	5 – 25	25 – 250	250 – 500	>500
Ferrikyanidy	0 – 100	100 – 500	500 – 1000	1000 – 5000	>5000
Thiokyanáty	0 – 10	10 – 50	50 – 100	100 – 500	>2500
Uhelný asfalt	0 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	2000 – 1.0%	>1.0%
Fenol	0 – 2	2 – 5	5 – 50	50 – 250	>250
Toluen	0 – 5000	5000 – 1.0%	1.0 – 5.0%	5.0 – 25.0%	>25.0%
Cyklohexan- extrakt	0 – 2000	2000 – 5000	5000 – 2.0%	2.0 – 10%	>10.0%

Příloha 6.

Zásady správné zemědělské praxe a předpisy souvisící

Zásady správné zemědělské praxe podle přílohy č. 1 k nařízení vlády č. 242/2004 Sb.

1. Na vysoce svažitéch pozemcích (nad 12°) vyloučit pěstování širokořádkových plodin (kukuřice, brambor, řepy, bobu setého, sóji, slunečnice). Agrotechnické práce a pojezdy technikou provádět převážně po vrstevnicích.
2. Kultyvy travních porostů spásat nebo sekat minimálně dvakrát ročně (v odůvodnitelných případech sekat jedenkrát ročně nebo pokud podmínky pro uplatňování agroenvironmentálních opatření stanovené tímto nařízením nestanoví jinak, biomasa musí být odstraňována z pozemku. První seč bude provedena nejpozději do 15 července kalendářního roku (v odůvodnitelných případech později), pokud podmínky pro uplatňování agroenvironmentálních opatření stanovené tímto nařízením nestanoví jinak.
3. Dodržovat pravidla skladování a manipulace s chemickými látkami v souladu s příslušnými právními předpisy¹ tak, aby nedocházelo ke kontaminaci složek životního prostředí.
4. Na svažitých orných půdách bez porostu (sklonitost nad 3°) neprodleně (do 24 hodin) zapravovat statková hnojiva, organická a organominerální hnojiva a minerální dusíkatá hnojiva do půdy.
5. Vést a nejméně 7 let uchovávat evidenci o množství, druhu a době použití hnojiv, statkových hnojiv, pomocných látek a upravených kalů podle jednotlivých pozemků, kultur a let v souladu se zvláštním právním předpisem².
6. Ze stájí, skladů hnojiv a statkových hnojiv, uskladněných objemných krmiv ani z ostatních faremních prostor nesmí unikat žádné závadné látky (močůvka, hnojuvka, silážní šťávy apod.).
7. Zabezpečit hospodářským zvířatům podmínky, pro zachování jejich života, zdraví a pohody, zejména dostatečný přístup ke kvalitnímu, zdravotně nezávadnému krmivu a nezávadné vodě³.
8. Žadatel nesmí v průběhu trvání příslušného pětiletého období změnit na jim obhospodařovaných půdních blocích, popřípadě dílech kulturu travní porost na kulturu orná půda⁴.

Citace ze Směrnice rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeným dusičnany ze zemědělských zdrojů

PŘÍLOHA II – ZÁSADY SPRÁVNÉ ZEMĚDĚLSKÉ PRAXE

- A. Zásady správné zemědělské praxe směřující ke snížení znečišťování dusičnany s přihlédnutím k podmínkám v různých oblastech Společenství by měly obsahovat určitá pravidla s následujícími ustanoveními uplatňovanými podle jejich reálné použitelnosti:
1. období nevhodná pro půdní aplikaci hnojiv;
 2. aplikace hnojiv na půdu na velmi strmých pozemcích;
 3. aplikace hnojiv na půdu na podmáčených, zaplavených, zmrzlých nebo sněhem pokrytých pozemcích;
 4. podmínky pro aplikaci hnojiv na půdu v blízkosti vodních toků;
 5. kapacita a konstrukce zásobníků pro skladování statkových hnojiv včetně opatření k zamezení znečišťování podzemních a povrchových vod odtoky a průsaky tekutin s obsahem statkových hnojiv a odtoky ze skladovaného rostlinného materiálu, jako je siláž;
 6. postupy pro aplikace na půdu umělých a statkových hnojiv, včetně dávků hnojiv a rovnoměrnosti jejich aplikace, které zajistí, že úniky živin do vod zůstanou na přijatelné úrovni.
- B. Členské státy mohou do zásad správné zemědělské praxe zahrnout také tyto body:
7. postupy při obhospodařování půdy, včetně střídání plodin a zajištění poměru mezi pozemky určenými pro trvalé porosty a pro jednoleté plodiny na orné půdě;
 8. udržování minimálního rostlinného pokryvu, schopného v určitých (srážkových) obdobích odebírat z půdy dusík, který by jinak mohl způsobovat znečištění vod dusičnany;
 9. vypracování plánů hnojení pro jednotlivé zemědělské provozy a vedení záznamů o používání hnojiv;
 10. předcházení znečišťování vod odtoky nebo vsakováním vod mimo dosah kořenů rostlin v zavlážovacích systémech.

¹ Zákon č. 147/1996 Sb. o rostlinolékařské péči ve znění pozdějších předpisů.

² Zákon č. 156/1998 ve znění pozdějších předpisů.

³ Zákon č. 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání ve znění pozdějších předpisů.

⁴ § 3, odst. 5 písm. b) zákona č. 252/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

PŘÍLOHA III

OPATŘENÍ, KTERÁ MAJÍ BÝT ZAHRNUTA DO AKČNÍCH PROGRAMŮ UVEDENÝCH V ČLÁNKU 5 Odst. 4 PÍSM. a)

I. Tato opatření zahrnují pravidla pro:

1. období, ve kterých je aplikace určitých druhů hnojiv na půdu zakázána;
2. kapacitu zásobníků pro skladování statkových hnojiv, která musí být větší, než kapacita nutná pro jejich skladování během nejdelšího období, ve kterém je jejich používání ve zranitelné oblasti zakázáno, s výjimkou případů, kdy je příslušným orgánům prokázáno, že s množstvím hnojiv přesahujícím kapacitu zásobníků bude nakládáno způsobem, který neohroží životní prostředí;
3. omezení aplikace hnojiv na půdu ve shodě se zásadami správné zemědělské praxe, s ohledem na vlastnosti dotčených zranitelných oblastí, zejména na:
 - a) půdní podmínky, půdní typy a svažitost pozemků;
 - b) klimatické poměry, srážky a zavlažování;
 - c) využití půdy a zemědělské postupy, včetně střídání plodin;
a založené na rovnováze mezi:
 - (i) předpokládanou potřebou dusíku u plodin a
 - (ii) zásobováním plodin dusíkem z půdy a z hnojení a to:
 - množstvím dusíku obsaženým v půdě v okamžiku, kdy plodiny začínají dusík ve významném množství přijímat (zbytkové množství na konci zimy),
 - přísunem dusíku čistou mineralizací zásob organicky vázaného dusíku v půdě,
 - dodatečnými přísunými dusíkatých látek ze statkových hnojiv,
 - dodatečnými přísunými dusíkatých látek z umělých a z jiných hnojiv.

II. Tato opatření zajistí, že množství statkových hnojiv užitých na půdu, včetně vlastních výkalů hospodářských zvířat, nepřekročí na žádné farmě nebo chovu hospodářských zvířat množství stanovené na hektar za rok.

Nejvyšší roční množství na jeden hektar je takové množství statkových hnojiv, které obsahuje 170 kg dusíku. Nicméně:

- a) členské státy mohou pro první čtyřletý akční program povolit množství statkových hnojiv obsahujících až 210 kg dusíku;
- b) členské státy mohou v průběhu nebo po skončení prvního čtyřletého akčního programu stanovit jiná než výše uvedená množství. Tato množství musí být stanovena tak, aby neohrozila dosažení cílů uvedených v článku 1, a musí být zdůvodněna na základě objektivních kritérií, kterými jsou např.:
 - dlouhé vegetační období,
 - plodiny s vysokým odběrem dusíku,
 - vysoké efektivní srážky ve zranitelné oblasti,
 - půdy s mimořádně vysokou denitrifikační schopností.

Pokud členský stát povolí jiné množství podle písm. b), je povinen uvědomit o tom Komisi, která přezkoumá oprávněnost povolení v souladu s postupem stanoveným v článku 9.

III. Členské státy mohou vypočítat množství uvedená v odstavci 2 na základě počtu zvířat.

IV. Členské státy sdělí Komisi, jakým způsobem uplatňují ustanovení odstavce 2. Na základě těchto informací může Komise v souladu s článkem 11 předložit Radě příslušné návrhy, považuje-li to za potřebné.

Citace ze zákona č. 254/2001 Sb. o vodách:

§ 33 „Zranitelné oblasti“

- 1) Zranitelné oblasti jsou území, kde se vyskytují
 - a) povrchové nebo podzemní vody, zejména využívané nebo určené jako zdroje pitné vody, v nichž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l nebo mohou této hodnoty dosáhnout, nebo
 - b) povrchové vody, u nichž v důsledku vysoké koncentrace dusičnanů ze zemědělských zdrojů dochází nebo může dojít k nežádoucímu zhoršení jakosti vody.
- 2) Vláda nařízením stanoví zranitelné oblasti a v nich upraví používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření. Vymezení zranitelných oblastí podléhá přezkoumání v pravidelných intervalech nepřesahujících 4 roky.

Citace ze zákona č. 156/1998 Sb. o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení půd (zákon o hnojivech) ve znění zákona č. 308/2000 Sb. (zákon o hnojivech):

§ 8 Skladování

- (3) Statková hnojiva musí být skladována tak, aby nemohlo dojít ke znečištění vod. Do statkových hnojiv nesmějí být vnášeny rizikové prvky nebo rizikové látky, které by mohly narušit vývoj kulturních rostlin nebo ohrozit potravní řetězec.

(4) Ministerstvo stanoví podrobnosti o skladování hnojiv a statkových hnojiv vyhláškou.

§ 9 Používání hnojiv, statkových hnojiv a pomocných látek

- (1) Podnikatelé v zemědělství a vlastníci lesních pozemků, hospodařící na těchto pozemcích, jsou povinni používat hnojiva včetně statkových hnojiv a pomocné látky způsobem stanoveným tímto zákonem.
- (2) Hnojiva a statková hnojiva nesmějí být používána na zemědělské půdě a lesních pozemcích
 - a) pokud způsob jejich použití neumožňuje rovnoměrné pokrytí pozemku,
 - b) na půdě přesycené vodou, pokryté vrstvou sněhu vyšší než 5 cm nebo promrzlé do hloubky více než 8 cm,
 - c) způsobem ohrožujícím pozemky v okolí hnojeného pozemku.
- (3) Podnikatelé v zemědělství a vlastníci lesních pozemků, hospodařící na těchto pozemcích, jsou povinni soustavně a řádně vést evidenci o hnojivech včetně statkových hnojiv a o pomocných látkách použitých na zemědělské půdě a lesních pozemcích.
- (4) Evidence podle odstavce (3) se vede o množství, druhu a době použití hnojiv podle jednotlivých pozemků, kultur a let a uchovává se nejméně 7 let. Na požádání orgánu odborného dozoru jsou podnikatelé v zemědělství a vlastníci lesních pozemků, hospodařící na těchto pozemcích, povinni evidenci předložit a umožnit ověření v ní uvedených údajů.
- (5) Ministerstvo stanoví vyhláškou způsob používání hnojiv, statkových hnojiv a pomocných látek na zemědělské půdě a lesních pozemcích a způsob vedení evidence o jejich použití.

Citace z vyhlášky č. 274/1998 Sb. o skladování a způsobu používání hnojiv ve znění vyhlášky č. 400/2004 Sb. MZe

§ 3 Skladování kapalných hnojiv

- (1) Kapalná hnojiva se skladují v nádržích k tomu účelu vybudovaných a označených názvem skladovaného hnojiva, umístěných v záchytných vanách o objemu větším než je objem největší nádrže ve vaně umístěné.

§ 4 Skladování statkových hnojiv

- (1) Kapacita skladovacích prostor musí odpovídat skutečné produkci hnoje za 6 měsíců.
- (2) Ustanovení odstavce 1 se nevztahuje na statková hnojiva uložená na zemědělské půdě před jejich použitím.
- (3) Jímky musí kapacitně odpovídat minimálně pětíměsíční skutečné produkci u kejdy a čtyřměsíční produkci u močůvky a hnojůvky. Při provozu jímek musí být vyloučen přítok povrchových vod do jímků.

§ 5 Používání hnojiv, statkových hnojiv, pomocných půdních látek, pomocných rostlinných přípravků a substrátů na zemědělské půdě a lesních pozemcích

- (1) Při používání hnojiv, statkových hnojiv, pomocných půdních látek, pomocných rostlinných přípravků a substrátů nesmí dojít k jejich přímému vniknutí do povrchových vod nebo na sousední pozemek.
- (2) U statkového hnojiva uváděného do oběhu v souladu s § 3 odst. 2, zákona o hnojivech, je jeho způsob použití uveden v jeho označení.
- (3) Diferencované hnojení splňuje podmínky rovnoměrného pokrytí pozemku, pokud je zaručena vyrovnanost agrochemických vlastností pozemku.
- (4) Při aplikaci kejdy nebo močůvky na povrch je nutné s výjimkou řádkového přihnojování porostů hadicovými aplikátory, její následně zapracování do půdy.
- (5) Při hnojení dusíkem za účelem rozkladu slámy je možno použít kejdu nebo močůvku v dávce do 80 kg dusíku na hektar.
- (6) Pro určování potřeby hnojiv se vychází
 - a) z potřeby živin porostu pro předpokládaný výnos a kvalitu produkce,
 - b) z množství přístupných živin v půdě a stanovištních podmínek (zejména vlivu klimatu, půdního druhu a typu),
 - c) z půdní reakce (pH), poměru důležitých kationtů (vápníku, hořčíku a draslíku) a množství půdní organické hmoty (humusu), a
 - d) z pěstitelských podmínek ovlivňujících přístupnost živin (předplodina, zpracování půdy, závlaha).
- (7) Údaje o množství živin v půdě poskytuje agrochemické zkoušení půdy podle § 10 zákona o hnojivech. Chemickým rozbohem je stanovena půdní reakce (pH), obsah uhličitánů, potřeba vápnění, obsah přístupných živin (P, K, Mg, Ca) a kationtová výměnná kapacita půdy.

§ 7 Vedení evidence o použití hnojiv, statkových hnojiv, pomocných půdních látek, pomocných rostlinných přípravků a substrátů.

Fyzické osoby, které provozují zemědělskou nebo lesní výrobu a jsou zapsány do evidence podle zvláštního předpisu, jakož i právnické osoby, které provozují zemědělskou nebo lesní výrobu podnikatelsky (dále jen „podnikatel v zemědělství“) a vlastníci lesních pozemků hospodařící na těchto pozemcích jsou povinni vést evidenci o použití pomocných půdních látek, pomocných rostlinných přípravků a substrátů (dále jen „pomocné látky“), statkových hnojiv a hnojiv na zemědělské půdě a lesních pozemcích podle vzoru vedení evidence, který je uveden v příloze (vyhlášky).

Příloha 7

Taxonomický klasifikační systém půd ČR – půdní typy a subtypy

LITIZEM

litozem modální	LIm
-----------------	-----

RANKER

ranker modální	RNm
ranker umbrický	RNu
ranker melanický	RNn
ranker kambický	RNk
ranker podzolový	RNz
ranker dystrický	RNd
ranker suťový	RNs
ranker litický	RNt

RENDZINA

rendzina modální	RZm
rendzina melanická	RZn
rendzina kambická	RZk
rendzina rubifikovaná	RZj
rendzina vyluhovaná	RZv
rendzina litická	RZt
rendzina suťová	RZs

PARARENDZINA

pararendzina modální	PRm
pararendzina melanická	PRn
pararendzina kambická	PRk
pararendzina rubifikovaná	PRj
pararendzina oglejená	PRg
pararendzina vyluhovaná	PRv
pararendzina litická	PRt
pararendzina suťová	PRs
pararendzina arenická	PRr
pararendzina pelická	PRp

REGOZEM

regozem modální	RGm
regozem oglejená	RGg
regozem glejová	RGq
regozem karbonátová	RGc
regozem vyluhovaná	RGv
regozem dystrická	RGd
regozem psefitická	RGy
regozem arenická	RGr
regozem pelická	RGp

FLUVIZEM

fluvizem modální	FLm
fluvizem stratifikovaná	FLi
fluvizem kambická	FLk
fluvizem oglejená	FLg
fluvizem glejová	FLq
fluvizem karbonátová	FLc
fluvizem psefitická	FLy
fluvizem arenická	FLr
fluvizem pelická	FLp

KOLUVIZEM

koluvizem modální	KOm
koluvizem oglejená	KOg
koluvizem karbonátová	KOc
koluvizem arenická	KOr
koluvizem pelická	KOp

SMONICE

smonice modální	SMm
-----------------	-----

ČERNOZEM

černozem modální	CEm
černozem luvická	CEl
černozem černická	CEx
černozem karbonátová	CEc
černozem arenická	CEr
černozem pelická	CEp
černozem vertikální	CEb

ČERNICE

černice modální	CCm
černice fluvická	CCf
černice glejová	CCq
černice arenická	CCr
černice pelická	CCp
černice organozemní	CCo
černice slancová	CCs

ŠEDOZEM

šedozem modální	SEm
šedozem luvická	SEl
šedozem oglejená	SEg

HNĚDOZEM

hnědozem modální	HNm
hnědozem luvická	HNl
hnědozem rubifikovaná	HNj
hnědozem oglejená	HNg
hnědozem karbonátová	HNc
hnědozem pelická	HMp

LUVIZEM

luvizem modální	LUm
luvizem rubifikovaná	LUj
luvizem oglejená	LUg
luvizem dystrická	LUd
luvizem arenická	LUr

KAMBIZEM

kambizem modální	KAm
kambizem luvická	KAl
kambizem melanická	KAn
kambizem umbrická	KAu
kambizem andická	KAb
kambizem rubifikovaná	KAj
kambizem fluvická	KAf
kambizem oglejená	KAg
kambizem glejová	KAq
kambizem vyluhovaná	KAv
kambizem dystrická	KAd
kambizem litická	KAt
kambizem arenická	KAr
kambizem pelická	KAp
kambizem psefitická	KAy
kambizem rankerová	KAs

PELOZEM

pelozem modální	PEm
pelozem melanická	PEn
pelozem oglejená	PEg
pelozem vyluhovaná	PEv

ANDOZEM

andezem modální	ADm
-----------------	-----

KRYPTOPODZOL

kryptopodzol modální	KPm
kryptopodzol oglejený	KPg
kryptopodzol glejový	KPq
kryptopodzol litický	KPt
kryptopodzol arenický	KPr
kryptopodzol rankerový	KPs

PODZOL

podzol modální	PZm
podzol humusový	PZh
podzol histický	PZo
podzol oglejený	PZg
podzol glejový	PZq
podzol litický	PZt
podzol arenický	PZr
podzol rankerový	PZs

PSEUDOGLEJ

pseudoglej modální	S	PGm
pseudoglej luvický		PGl
pseudoglej kambický		PGk
pseudoglej glejový		PGq
pseudoglej hydroeluviováný		PGw
pseudoglej vyluhováný		PGv
pseudoglej dystrický		PGd
pseudoglej pelický		PGp
pseudoglej planický		PGpl

STAGNOGLEJ

stagnoglej modální	SGm
stagnoglej histický	SGo
stagnoglej pelický	SGp
stagnoglej planický	SGpl

GLEJ

glej modální	GLm
glej fluvický	GLf
glej hydroeluviální	GLw
glej povrchový	GLE
glej akvický	GLq
glej kambický	GLk
glej histický	Glo
glej pelický	GLp
glej planický	GLpl
glej arenický	GLr
glej sulfidický	GLy

SOLONČAK

solončak modální	SKm
solončak slancový	SKc

SLANEC

slanec modální	SCm
slanec solodový	SCd

ORGANOZEM

organozem fibrická	ORf
organozem mesická	ORm
organozem saprická	ORs
organozem humolitová	ORh
organozem glejová	ORq
organozem litická	ORt
organozem sulfidická	ORy

KULTIZEM

kultizem hortická	KU
kultizem kypřená	KU
kultizem rigolovaná	KU

ANTROPOZEM

antropozem humózní	
antropozem hlubokohumózní	
antropozem překrytá	
antropozem terasovaná	
antropozem urbická	
antropozem pelická	
antropozem arenická	
antropozem redukováná	
antropozem thionická	
antropozem kontaminovaná	
antropozem intoxikovaná	
antropozem oglejená	
antropozem skeletovitá	
antropozem glejová	

LITIZEM – LI

Půdy velmi slabě vyvinuté, mělké, kompaktní skála do 0,1m. Stratigrafie O-Ah-(Cr)-R. Výskyt na malých plochách pahorkatin a hornatin.

RANKER – RN

Půdy se stratografií O-Ah (možné i Am, Au) nebo Ap-Cr-R, vyvinuté ze skeletovitých rozpadů hornin či ze skeletovitých bazálních souvrství silikátových hornin s více než 50 % skeletu. U suťových rankrů možná tvorba melanických (u ultrabazických hornin) či umbrických horizontů. Slabá tvorba podpovrchových horizontů indikuje přechody k vyvinutějším půdám. Jsou rozšířeny rozptýleně po celém území pahorkatin a hornatin.

RENDZINA – RZ

Půdy se stratografií O – Ah či Am nebo Ap-Crk-Rk, vyvinuté ze skeletovitých rozpadů karbonátových hornin. Zejména u suťových a povrchově odvápněných rendzin dochází k tvorbě tmavých melanických horizontů. Tvorba kambického horizontu (reziduálních produktů terra fusca a rossa) indikuje přechody ke kambisolům a luvisolům. Na území ČR jsou rendziny zastoupeny pro nízký výskyt vápenců pouze v omezené míře.

PARARENDZINA – PR

Půdy z rozpadů a z bazálních i mělkých hlavních souvrství karbonátosilikátových zpevněných hornin, skeletovité, se stratografií O-Ah (Am) nebo Ap-Crk-Rk. Postupné vyluhování a event. málo mocná vrstva hlavního souvrství vytváří předpoklady k přechodu ke kambizemi. Vyskytují se lokálně v různých klimatických podmínkách, hlavně v oblastech křídových a flyšových zpevněných sedimentů.

REGOZEM – RG

Půdy se stratografií O-Ah-C nebo Ap-C, vyvinuté ze sypkých sedimentů a to hlavně písků (v rovinatých částech reliéfu), kde minerálně chudý substrát (křemenné písky apod.) či krátká doba pedogenese zabraňuje výraznějšímu vývoji profilu. Vyskytují se však i na jiných substrátech, v tomto případě zejména v polohách, kde vývoj půd je narušován vodní erozí (na středních i těžkých substrátech).

FLUVIZEM – FL

Půdy se stratografií O-Ah nebo Ap-M-C, charakterizované pouze fluvickými znaky (vrstevnatost, nepravidelné rozložení organických látek s obsahem až i > 0,3 % do hloubky 0,6 m). Tvorba kambického horizontu je obtížně prokazatelná, v profilu lze nalézt i novotvary podobné argilanům, které vznikají při vsakování vody při záplavě. Půdy se vytvářejí v nivách řek a potoků z povodňových sedimentů.

KOLUVIZEM – KO

Půdy se stratografií Ap-Az-, vznikající akumulací erozních sedimentů v spodních částech svahů a v konkávních prvcích svahů a terénních průlezech. Mocnost akumulovaného humusového horizontu musí překračovat 0,25 m. Dosud nebyly tyto půdy mapovány. Jejich vymezení pomůže při hodnocení skutečné eroze a identifikace datování odlesnění.

SMONICE – SM

Půdy vyvinuté ze smektitických jílnů v suchých oblastech B 1-2, Ko 1 – 2, Ku 2 – 4,2, s event. příměsí lehčího materiálu při povrchu, s vertikálními znaky (trhliny, klínovité pedy, šikmé skluzné plochy) a s mocným (40-60cm) tirsovým humusovým horizontem. Stratigrafie: Ap – As – As/Ck-Ck. Výskyt pouze v SZ Čechách a na J Moravě.

ČERNOZEM – CE

Hlubokohumózní (0,4-0,6m) půdy s černickým horizontem Ac, vyvinuté z karbonátových sedimentů. Jsou to sorpčně nasycené půdy s obsahem humusu 2,0-4,5% (od nejlehčích přes nejtypičtější středně těžké k těžkým) v horizontu Ac. Vytvořily se v sušších a teplejších oblastech B 1-3, Ko 1-2(3), Ku 1-3.1-2 v podmínkách ustického vodního režimu, ve vegetačním stupni 1-2m ze spraší, písčitých spraší a slínů. Stratigrafie modálního profilu Ac-A/Ck-K-Ck, černozemě luvické Ac-Bth-BCK-Ck.

ČERNICE – CC

Hlubokohumózní (>0,3m) semihydromorfní půdy vyvinuté z nezpevněných karbonátových nebo alespoň sorpčně nasycených substrátů s černickým horizontem Acen, s třetím stupněm hydromorfismu, indikovaným vyšším obsahem humusu než mají okolní černozemě a redoximorfními znaky v humusovém horizontu (bročky) a v substrátu (skvrnitost). Vyskytují se v depresních polohách černozemních oblastí a na těžších substrátech v relativně humidnější oblasti rozšíření černozemních půd B2-7, Ko2-3, Ku 3-4,2. Na rozdíl od černozemí (Ustolls, ST) jsou na mapách Evropy řazeny k feozemním (Phaeozems WRB=Udolls+Aquolls St). Stratigrafie: Acn-Acg-Cg.

ŠEDOZEM – SE

Půdy s hlubokým (>0,3m) šedým melanickým (degradovaným černickým) horizontem v jilem ochuzené části profilu Ame až půdy, u kterých se akumulace humusu omezuje na současnou ornici nebo dokonce půdy s výraznějším eluviálním horizontem. Pro všechny je však společný výskyt luvického horizontu s tmavými argilany – Bth. Nacházíme je lokálně na periferii rozšíření černozemí ze spraší. Stratigrafie: Ap-Ame-Bth-Ck, Ap-Bth-Ck, Ap-Ev-Bth-Ck.

HNĚDOZEM – HN

Půdy s profilem diferencovaným na mírně vysvětlený eluviální horizont Ev postrádající výrazně deskovitou-lístkovitou strukturu, přecházející bez jazykovitých (prstovitých či klínovitých) zátek do homogenně hnědého luvického horizontu s výraznými hnědými povlaky pedů (polyedrů-prismat); mikromorfologicky mohou být tyto povlaky pedů a pórů identifikovány jako silně orientované, dvojloem vyvolávající argilany. Texturní diferenciaci u modálního subtypu činí na homogenních substrátech alespoň 1,5. Luvický horizont přechází pozvolna u bezkarbonátových a ostře u karbonátových substrátů do půdotvorného substrátu. Formou nadložního humusu je mul až moder. Pod ním leží horizont Ah. Ornice zemědělsky využívaných půd se vytvořila z horizontů akumulace humusu a slabě eluviovaného horizontu. Jsou to půdy sorpčně nasycené v horizontu Bt (vM nad 60 %) u zemědělsky využívaných půd v celém profilu. U lesních půd může nasycenost v horizontu Ev klesnout pod 50 %. Obsah humusu v ornici zemědělských půd je nízký – v průměru 1,8 %. Hnědozemě se vytvořily hlavně v rovinatém či mírně zvlněném reliéfu ze spraší prachovic a polygenetických hlín pod původními doubravami a habrovými doubravami. Svěrázné půdy, které řadíme k hnědozemím, vznikly z eolickým materiálem obohacených residuů zvětrávání vápenců (terra fusca, rossa). Výskyt hnědozemí spadá do klimatických regionů B3-5(6), Ko2-3 a Ku 3-4.2-3 (4), do vegetačního stupně 1-2(3). Areál jejich rozšíření je tedy na hranici ustického a udického hydrického režimu půd. Stratigrafie půdního profilu: O-Ah nebo Ap-(Ev)-Bt-B/C-C či Ck.

LUVIZEM – LU

Půdy s profilem diferencovaným na výrazně vybělených (albický) eluviální horizont El s výraznou destičkovitou až lístkovitou strukturou. Přechází často jazykovitými zátekami (až klíny), ve kterých lze mikromorfologicky potvrdit rozrušování argilanů, do luvického horizontu Btd (degradovaný Bt). Tento horizont vykazuje vysvětlené povrchy pedů, střídající se s pedami s hnědými argilany. Mikromorfologicky zjišťujeme, že vybělené i hnědé argilany jsou charakterizovány výrazným dvojloem. Texturní diferenciaci modálního subtypu je na homogenních substrátech >2,2. Luvický horizont pozvolna přechází do substrátu.

Původním společenstvem na těchto půdách byl listnatý les (dub, buk, habr, lípa). Nadložní humus je reprezentován hlavně moderem. Pod ním leží pouze několik centimetrů mocný horizont Ah. Ornice zemědělských půd vznikla z uvedených horizontů a ze svrchní části albického horizontu. Proto je světlá, s velkou náchylností k erozi.

Při vysokém nasycení sorpčního komplexu v horizontu Btd obvykle nad 50 % (vM), může docházet v eluviálním horizontu k výrazné acidifikaci a poklesu vM i pod 30 %, při tvorbě Al-chloritů. I při poklesu pH KCl (pH CaCl₂) v horizontu Btd pod 5 u okyselených luvizemí je však nasycenost sorpčního komplexu vM vždy vyšší než 30 %. Jinak by půda musela být řazena mezi alisoly (WRB). Acidifikace a event. i časté oglejení se projevují zvýšeným obsahem amorfního volného železa (FeO). Obsah humusu v ornici zemědělských půd činí 1,7 až 2,2, % a zvyšuje se při nárůstu acidifikace a oglejení.

Tyto půdy se vytvářejí hlavně v rovinách a v mírně zvlněném reliéfu (jinak by podlehl erozi). Vytvářejí se z prachovic, polygenetických hlín, místy i z lehčích, eolickým materiálem obohacených substrátů. Jejich výskyt spadá do klimatických regionů B6-7(8), Ko 3-5(6), Ku 4-5.3-4, vegetačního stupně 2-5. V areálu jejich rozšíření se uplatňuje udický hydrický a mesický termický režim. Stratigrafie profilu: O-Ah nebo Ap-El-Btd-BC-C

KAMBIZEM – KA

Půdy se stratografií O-Ah nebo Ap-Bv-IIC, s kambickým hnědým (braunifikovaným) horizontem, vyvinutým převážně v hlavním souvrství svahovin magmatických, metamorfických a zpevněných sedimentárních hornin, ale i jim odpovídajících

souvrstvích, např. v nezpevněných lehčích až středně těžkých sedimentech. I výrazněji vyvinuté pedy v kambickém horizontu postrádají jílové povlaky –argilany. Půdy se vytvářejí hlavně ve svažitých podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin, v menší míře (sypké substráty) v rovinatém reliéfu. Vznik těchto půd z tak pestrého spektra substrátů podmiňuje jejich velkou rozmanitost z hlediska trofismu, zrnitosti a skeletovitosti, při uplatnění více či méně výrazného profilového zvrstvení zrnitosti, skeletovitosti, jakož i chemických (biogenní prvky, stopové potenciálně rizikové prvky) a fyzikálních vlastností (ulehlost bazálního souvrství, ovlivňující laterální pohyb vody v krajině). V hlavním souvrství dochází obecně k posunu zrnitostního složení do střední kategorie v relaci k bazálnímu souvrství, k čemuž přispívá i jejich obohacení prachem.

Půdy se dále vyskytují v širokém rozmezí klimatických a vegetačních podmínek, v klimatických regionech B2-8, Ko 2-8, Ku 3-6.2-4(5) a vegetačních stupních 2-6 u eubazických a mesobazických kambizemí a B 8-10, Ko 4-9, Ku 6-8.5-7 a vegetačních stupních až 6-7 u oligobazických (dystrických) kambizemí. Původními společenstvy jsou listnaté a smíšené lesy (dub, buk, jedle), u oligobazických i jedle a smrk. Vyznačují se mesickým až frigidickým teplotním a udickým až perudickým hydrickým režimem. Výskyt půd v takto širokém rozmezí klimatických a vegetačních podmínek určuje difference v akumulaci humusu a jeho kvalitě, ve vyluhování půdního profilu, zvětrávání, braunifikace, v interakci s vlastnostmi substrátů.

Podle specifických substrátových, klimatických a vegetačních podmínek nalézáme u kambizemí veškeré formy nadložního humusu. Vedle běžného horizontu Ah je možný vznik melanického, umbrického i andického humusového horizontu, určujícího variety až subtypy kambizemí. Směrem k chladnějším a humidnějším oblastem narůstá obsah humusu v ornících (1-6 %) i v horizontech Bv (0,4 až nad 1,0 %). Spolu s tím se při narůstání acidifikace snižuje poměr HK : FK, zvyšuje podíl slaběji vázaných HK a volných agresivních FK, migrujících do horizontu Bv a zvyšuje se barevný kvocient Q 4/6 jako indikátor slabé kondenzace humusových látek. Obsah a kvalita humusu stoupá od nejlehčích k těžším půdám a půdám z eutrofních substrátů.

Široká škála substrátů a klimatických podmínek se odráží v nasycenosti sorpčního komplexu. Podle nasycenosti VM v horizontu Bv můžeme půdy zařadit k eu – (VM >60 %, V > 50 % les), meso – (VM >60-30 % zemědělské, 50-20 % lesní půdy) až oligobazickému (VM < 30 % zemědělské, V > 20 % lesní půdy) stadiu. V diagnostice těchto stadií nám pomáhá nasycenost sorpčního komplexu výměnným hliníkem (VAI > 30 % u oligobazického stadia). Acidifikace se odráží i v nárůstu amorfního Feo a na pH závislé KVK.

PELOZEM – PE

Půdy se stratigrafií O-Ah nebo Ap-Bp-IIC s kambickým pelickým horizontem.. Vznikl pedoplasma slabě zpevněných jílu a slínů a v hlavním souvrství svahovin jílovitě zvětrávajících břidlic. Podmínkou je, aby obsah jílu (>1μm) v převážné části pelického horizontu dosáhl hodnot charakteristických pro velmi těžké půdy (pJ,rJ,J). Tento horizont má plasmatickou resp. Profyricko – plasmatickou stavbu matrice s tlakově orientovanými partiemi na povrchu a uvnitř pedů. Nejrozšířenějšími formami nadložního humusu je mul a moder. Vedle tvorby běžného horizontu Ah možná tvorba melanického horizontu. Tyto půdy nedosahují oligobazického stadia acidifikace. Rozšíření těchto půd je dáno substráty, které zmírňují proces vyluhování a zvyšují tendence k oglejení.

ANDOZEM – AD

Půdy s andickými diagnostickými znaky, se stratigrafií O nebo AP-An-Ba-C. Vyčerpávající charakteristika je podána u referenčních tříd. Podrobné třídění neuvádíme, neboť tyto půdy nebyly dosud v ČR identifikovány.

KRYPTOPODZOL – KP

Půdy se stratigrafií O-Ah nebo Ap-Bsv-C, se seskvioxidickým spodickým horizontem, který má rezivou-žlutorezivou barvu. Vyznačuje se nízkou objemovou hmotností (níže 1,0 g.cm⁻³) a vysokou kyprostí v důsledku tvorby zaoblených mikroagregátů, vzniklých stmelněním částic jílu a prachu uvolněným amorfním Feo. Má veškeré znaky spodického horizontu bez iluviální akumulace Fe.

Humusovou formou je nejčastěji mor a přechody k moderu. Jsou to půdy silně kyselé (VM < 30 % u zemědělských, V < 20 % u lesních půd) s velmi výrazným uvolněním volných oxidů Fe a Al a s vysokou nasyceností Al (> 30 %). Vytvářejí se v horských podmínkách v krycím a v hlavním souvrství přemístěných zvětralin lehčího zrnitostního složení (žul, pískovců apod.), (zčásti na písčích nižších poloh). Jejich areál rozšíření v horských podmínkách spadá do chladných a vlhkých oblastí klimatických regionů B9-10, Ko 8-9, Ku 7-8, v 6-7 lesním vegetačním stupni. Horské kryptopodzoly jsou charakterizovány perudickým vodním a frigidním teplotním režimem. Vznikly pod smíšenými porosty s převahou buku, smrku a jedle.

PODZOL – PZ

Půdy se stratigrafií O-Ah nebo Ap-Ep-Bhs-Bs-C s profilem výrazně diferencovaným na vybělený (albický) horizont Ep (někdy infiltrovaným humusem zbarven šedě) a iluviální seskvioxidický až humusosekvioxidický spodický horizont. Tento spodický horizont je charakterizován výplní intergranulárních pórů matrice z hrubozrnných částic amorfními černohnědými (svrchní část) a rezivými (spodní část) koloidy. Humusovou formou je převážně surový humus. Vytvářejí se v e dvou ekologicky odlišných oblastech:

- a svahovinách přemístěných zvětralin hornin dávajících lehčí zvětralinu (žuly, pískovce apod.), obsahujících nejen hlavní, ale i krycí souvrství,
- na písčích nižších poloh

Výskyt horských podzolů spadá do klimatických regionů B 9-10, Ko 8-9, Ku (7)8 a lesního vegetačního stupně 7-9, s frigidním teplotním a perudickým vodním režimem, nikdy neprosychají. V přirozených lesích zde převládá smrk (až kleč). Podzoly nižších poloh nalézáme pod bory v klimatických regionech B 2, Ko 3-5, Ku 4-5.2-3, v 3. až 5. lesním vegetačním stupni, s mesickým udickým hydrotermickým režimem a občasným prosýcháním profilu.

Podzoly jsou půdy s výrazně nenasyčeným sorpčním komplexem ($VM < 30\%$ u zemědělských a $V < 20\%$ u lesních půd), s vysokou nasyceností Al ($> 30\%$) a tvorbou sekundárních Al-chloritů, s výraznou migrací komplexů Fe, Mn, Al s organickými kyselinami o malé molekule. Vyznačují se vysokým podílem KVK závislé na pH. Obsah humusu je vysoký nejen v humusovém horizontu (v ornících $> 4-5\%$), ale i v Bhs ($> 5\%$). Obsah humusu u podzolů nižších poloh z písků je nižší, ale hromadění v Bhs výrazné. Při prosýchání profilu podzolů nižších poloh může vznikat ortštejn.

PSEUDOGLEJ – PG

Půdy se stratigrafií O-Ahn či Ap-En-Bmt-BCg-C nebo O-Ahn či Ap-Bm-BCg-C. Jsou charakterizovány výskytem výrazného mramorovaného, redoximorfního diagnostického horizontu. U půd vyvinutých z luvizemí nalézáme nad ním vybělený horizont s velkým výskytem výrazných nodulárních novotvarů. V tomto případě vznikl mramorovaný horizont transformací luvického horizontu a je proto označen Bmt. U ostatních půd vznikl mramorovaný horizont transformací kambického braunifikovaného horizontu nebo pelického kambického horizontu; v posledním případě jej označujeme Bmp. Nodulární novotvary nacházíme obecně blízko povrchu půdy (Ahn). Mizí při laterálním vyluhování, které může přeměnit En na Ew. Existují pseudogleje z těžkých substrátů, kdy nad mramorovaným pelickým horizontem nalézáme ostře oddělenou světlou lehčí vrstvu či vybělený horizont vznikly ferolytickým rozpadem jílu. Tyto půdy jsou řazeny k planosolům. Humusovou formou je nejčastěji moder a morový moder, někdy hydromoder. Humusový horizont a ornice mají zvýšený obsah humusu ve srovnání s okolními anhydromorfními půdami. V ornících se obsah humusu pohybuje v rozmezí 2,5-3,5 %. Pseudogleje jsou půdami eubazickými (VM nad 60 % u zemědělských, V 20-50 % u lesních půd) v horizontu Bm, se zvýšeným zastoupením amorfního FeO. Připouští se výskyt oligobazických pseudoglejů.

Pseudogleje se vytvářejí buď z pedogenně (z luvizemí) či litogenně zvrstvených event. nepropustných (pelické, písčitojílité) substrátů. Nalézáme je v rovinatých částech reliéfu humidnějších oblastí-v klimatických regionech B 6-9, Ko 3-7, Ku 4-7.(3)4-5, ve vegetačním stupni 2-7. Jsou to půdy s udickým – periodicky akvickým vodním režimem.

STAGNOGLEJ – SG

Představuje pseudoglej s velmi dlouhou periodou povrchového převlhčení profilu, se stratigrafií Ot-Ahg či At-Gro-Bm-Cg. Pod hydrogenním nadloží a humusovým horizontem se vytváří horizont, který svědčí o dlouhodobém převlhčení-šedý glejový horizont s rourkovitými novotvary, který přechází do mramorovaného redoximorfního horizontu. I u těchto půd se mohou vyskytnout planosolické znaky.

Tato půda se vytváří v lokálních podmínkách dlouhodobějšího povrchového oglejení než pseudoglej.

GLEJ – GL

Půdy se stratigrafií Ot-At až T-Gro-Gr, charakterizované reduktomorfním glejovým diagnostickým horizontem v hloubce do 0,6 m a zrašeliněnými horizonty akumulace organických látek. Podle relace mocnosti a hloubky výskytu výrazně redukovaného horizontu Gr, glejových horizontů s oxidovanými partiemi a event. znaků hydroeluviování, dále pak podle vývoje hydrogenních až organických hydrogenních horizontů identifikujeme rozdíly ve vodním režimu, ke kterému vývoj půdy dospěl. Podle znaků tohoto vývoje rozeznáváme subtypy. Svěrázně se vyvíjejí gleje na extrémních substrátech. Gleje z těžkých substrátů mohou mít planosolické znaky. U glejů z lehkých substrátů se reduktomorfní znaky vyvíjejí slabě.

SOLONČAK – SK

Půda s výskytem salického horizontu s vodivostí $> 16 \text{ mS.cm}^{-1}$ do 80 cm a s obsahem solí vyvolávajícím vodivost $> 8 \text{ mS.cm}^{-1}$ ve svrchních 30 cm, se sekvencí horizontů Ah-S-Cs. Výjimečně se může vyskytovat na jižní Moravě.

SLANEC – SC

Půdy se sekvencí horizontů Ah-Es-Bn-BC-C, s vyběleným horizontem, ve kterém se vytváří humusový horizont a s natrickým horizontem s nasyceností V_{Na} 15-30 %, $SAR > 15$, pH 9-10 do 80 cm. Na území ČR jejich výskyt nebyl dosud potvrzen.

ORGANOZEM – OR

Půdy charakterizované holorganickým horizontem T o mocnosti $> 0,5 \text{ m}$ s výjimkou případů tvorby hor. T nad pevnou skálou. Jsou dále klasifikovány podle převládající rozloženosti horizontu T.

KULTIZEM – KU

Půdy vzniklé kulturní činností člověka, která svým vlivem přesahuje vytvoření ornice a běžné zlepšování jejích vlastností minerálním a organickým hnojením, zpracováním půdy. Dále se jedná o půdy, u kterých meliorační zásahy přesahují vliv úprav vodního režimu odvodněním, drenáží či závlahou. Výrazné úpravy půdy běžnými agrotechnickými a melioračními zákroky hodnotíme na úrovni antropických subtypů půd.

Kultizemě vznikají při mimořádném zapravování zúrodnovacích materiálů do ornice, dále pak hloubkovým kypřením, rigo-

lováním, zapravením isolačních folií apod. U těchto půd můžeme identifikovat podle zachovaných profilových znaků event. ze zbytků horizontů rozvlečených antropogenní turbací, že půda vznikla in situ.

ANTROPOZEM – AN

Půda vytvářená či vytvořená z člověkem nakupených substrátů získaných při těžební a stavební činnosti. Charakter půd je dán jednak vlastnostmi původního materiálu, jednak antropogenním vrstvením či mísením materiálu, dále pak usměrněním procesu pedogeneze po rekultivacích, sledujících úpravy půdních vlastností pro zemědělské, lesnické, rekreační využití. Pouhé navrstvení materiálů vytváří pouze antropické substráty (haldy, výsypky, deponie). Specifické podmínky se mohou vytvářet po rekultivaci skládek odpadů.

Subtypy podmíněné antropogenní činností:

Humózní-s překryvem materiálu z humusových horizontů o mocnosti do 0,3 m

Hlubokohumózní-s překryvem materiálů z humusových horizontů o mocnosti na ,3 m

Překrytá-s překryvem materiálů lepších zrnitostních a jiných vlastností než má většinový substrát bez výrazného prohumóznění

Terasovaná-s terasovou úpravou terénu

Urbická-ze substrátů obsahujících zbytky stavebních materiálů

Pelická-z těžkých materiálů-zrnitost 4-5

Arenická-z lehkých materiálů-zrnitost 1

Redukovaná-se znaky redukčních procesů v důsledku emise CH₄ na skládkách s obsahem sirníků

Kontaminovaná-s obsahem persistentních kontaminantů překračujícím svrchní hranici variability pozadí

Intoxikovaná-s obsahem persistentních kontaminantů překračujících sanační limity

Oglejená-s výrazně redoximorfními znaky v důsledku převlhčení

Skeletovitá-odvaly kamenolomů

Glejová-s reduktioforními znaky v důsledku převlhčení