PEDOKOMPAKCE A RETENČNÍ FUNKCE ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY JAKO INDIKÁTOR HOSPODAŘENÍ S VODOU V ZEMĚDĚLSKÉ KRAJINĚ

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Vyhotoveno: květen 2016

Zpracoval: Dr. Ing. Milan Sáňka, EKOTOXA s.r.o.

OBSAH

1 ÚVOD 4

2 ODHAD ROZSAHU ZEMĚDĚLSKÉHO PŮDNÍHO FONDU ZASAŽENÉHO ZHUTNĚNÍM, IDENTIFIKACE NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH VLIVŮ A ODHAD POMĚRNÉHO PŮSOBENÍ FAKTORŮ PODMIŇUJÍCÍCH ZHUTNĚNÍ 6

2.1 PŘÍSTUPY K IDENTIFIKACI OHROŽENÝCH ÚZEMÍ 6

2.2 MODELOVÉ VÝPOČTY 7

2.3 METODIKA JRC 10

2.4 SROVNÁVACÍ ANALÝZA A ODHAD VÁHY AGROTECHNICKÝCH, OROGRAFICKÝCH A OSTATNÍCH FAKTORŮ PODMIŇUJÍCÍCH CELKOVÝ EFEKT UTUŽOVÁNÍ ZPF 12

3 VLIV PŮDNÍHO EDAFONU NA FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI PŮD SE ZAMĚŘENÍM NA PEDOKOMPAKCI 21

3.1 ÚVOD 21

3.2 TŘÍDĚNÍ PŮDNÍCH ORGANISMŮ (EDAFON) 22

3.3 POČTY ORGANISMŮ, BIOMASA A JEJICH AKTIVITA 23

3.4 UTUŽOVÁNÍ A TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY 25

4 METODY MĚŘENÍ A HODNOCENÍ PEDOKOMPAKCE 26

4.1 OBECNÝ PŘÍSTUP 26

4.2 KRITÉRIA PRO HODNOCENÍ PEDOKOMPAKCE 27

4.3 METODIKA IDENTIFIKACE ÚZEMÍ OHROŽENÝCH ZHUTNĚNÍM PRO ČR 30

5 POSOUZENÍ VLIVŮ PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ U RŮZNÝCH PŮDNÍCH TYPŮ NA PEDOKOMPAKCI 33

5.1 ANALÝZA ZRANITELNOSTI ZPF VE VAZBĚ NA PEDOKOMPAKCI 33

5.2 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA ROZSAHU DEGRADAČNÍHO FAKTORU PEDOKOMPAKCE PRO ÚZEMÍ ČR (ZEMĚDĚLSKÁ PŮDA) ... 37

5.3 MAPOVÉ ZOBRAZENÍ AREÁLŮ PŮDNÍCH TYPŮ NÁCHYLNÝCH NA UTUŽOVÁNÍ 39

6 SROVNÁVACÍ ČASOVÁ ANALÝZA ZHUTNĚNÍ S VYUŽITÍM ÚDAJŮ MONITORINGU PŮD 41

6.1 STATISTICKÉ ANALÝZY ZMĚN UTUŽOVÁNÍ ZPF - ČASOVÉ ŘADY TERÉNNÍCH PENETROMETRICKÝCH MĚŘENÍCH NA ÚZEMÍ ČR 41

6.2 TERMÍN MĚŘENÍ A ODBĚRU VZORKŮ 41

6.3 POSTUP MĚŘENÍ A ODBĚRU VZORKŮ 41

6.4 GRAFICKÁ INTERPRETACE VÝSLEDKŮ MONITORINGU PEDOKOMPAKCE PRO ODBĚROVÉ LOKALITY 44

6.5 ZÁVĚR 48

7 KONKRÉTNÍ PENETROMETRICKÁ MĚŘENÍ NA VYTIPOVANÝCH LOKALITÁCH JAKO PODKLAD PRO VYHODNOCENÍ VLIVU PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ A ZPŮSOBU HOSPODAŘENÍ NA MÍRU PEDOKOMPAKCE 49

7.1 ÚVOD 49

7.2 MATERIÁL A METODY 49
7.3 ŠETŘENÍ K.Ú. VEDROVICE A OLBRAMOVICE U MORAVSKÉHO KRUMLOVA 49
7.4 ŠETŘENÍ K.Ú. VLČNOV 51
7.5 METODIKA VYHODNOCENÍ POŠKOZENÍ PŮDY 52
7.6 VÝSLEDKY 54
7.6.1 Vedrovice 54
7.6.2 Vlčnov 58

8 VLIV PŮDY NA HYDROLOGICKOU BILANCI A RETENČNÍ POTENCIÁL PŮDY 60

8.1 ANALÝZA ODHADŮ NA ZÁKLADĚ HYDROLOGICKÝCH BILANCÍ, HODNOCENÍ FAKTORŮ POVRCHOVÉHO ODTOKU A ZAPOJENÍ ORNIČNÍHO PROFILU A PODORNIČÍ DO ZVYŠOVÁNÍ RETENČNÍHO POTENCIÁLU V ÚZEMÍ 60
8.2 VLIV ZHUTNĚNÍ NA EROZNÍ PROCESY PROSTŘEDNICTVÍM ZMĚNY K FAKTORU 64
8.3 VLIV ZHUTNĚNÍ NA HYDROLOGICKOU BILANCI A ODTOKOVÉ POMĚRY A ZMĚNY INFILTRAČNÍ SCHOPNOSTI PŮD 67

9 SOUHRNNÁ ANALÝZA VLIVU PEDOKOMPAKCE NA FAKTORY PODPORUJÍCÍ RETENČNÍ SCHOPNOST ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD V ČR A EU 70

9.1 NÁVRH ZÁKLADNÍCH TEZÍ PRO TVORBU PROGRAMŮ NA OCHRANU PŮD PŘED ZHUTNĚNÍM 70
9.2 NÁVRH ZÁKLADNÍCH TEZÍ PRO TVORBU METODICKÝCH DOPORUČENÍ PRO ZEMĚDĚLSKOU PRAXI S CÍLEM OMEZIT DALŠÍ ROZŠIŘOVÁNÍ UTUŽENÍ ZPF 73

10 LITERATURA 76

11 SEZNAM OBRÁZKŮ 77

12 SEZNAM GRAFŮ 77

13 SEZNAM TABULEK 77

14 POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY 78

1 ÚVOD

Pedokompakce (tj. utužení) ZPF je identifikovaným významným problém půdy v ČR i v Evropě. Je označen mezi hlavními problémy v Soil Thematic Strategy EU i návrhu nové rámcové směrnice o půdě. Pedokompakce půdy (utužení, zhutnění) vzniká zvýšením objemové hmotnosti půdy jako důsledku zátěže působící po krátkou časovou periodu, zejména v podmínkách nadměrného převlhčení půdy.

Vysoké zornění ZPF v ČR generuje vyšší počet agrotechnických operací, tudíž vyšší zátěž a tlak zemědělské mechanizace na půdu.

Není znám aktuální stav utužení ZPF v ČR, problém byl velice sledován v 80.letech 20.století, po revoluci se postupně odešlo od plošných penetrometrických průzkumů ZPF. Obchodní společnosti hospodařící na ZPF (90% plochy dle stavu v LPIS) nemají zájem na sledování otuženosti.

Problém se dále zhoršuje z důvodu snížení VDJ/ha (tudíž organického hnojení), naprosto zjednodušených osevních postupů a porušování základních agrotechnických pravidel rotace plodin.

Stav půdní bioty (mikrobiální aktivita, pedofauna) díky osevním postupům (obiloviny,řepka, kukuřice) a vyřazování víceletých pícnin se trvale zhoršuje.

Současně nastupuje vliv změny klimatu typické a prognózované pro mírné pásmo (výkyvy srážek, oteplování, suchá jara, častější výskyt lokálních přívalových srážek).

Výsledný stav je častá půdní krusta, nízká mikrobiální aktivita v půdním profilu, nízká kapilární kapacita. Půda (zejména svrchní horizonty ale i podorničí) přestávají sloužit jako retenční potenciál pro vodu. Přitom se jedná o obrovský potenciál akumulace srážkové a povrchové vody v ploše povodí.

Příčiny zhutňování půd jsou v zásadě známy. Taktéž možno přibližně odvodit plošný rozsah ZPF, který je potenciálně ohrožen zhutněním v důsledku fyzikálních vlastností půdy. Není známa skutečná plocha půd, u kterých již došlo k výraznému snížení produkčních a ekologických funkcí v důsledku zhoršení fyzikálních vlastností

K hlavním úkolům v této oblasti proto patří identifikace celkového rozsahu ZPF skutečně zasaženého zhutněním, s využitím modelů GIS a se zahrnutím faktorů působících zhutnění a

srovnávací časová analýza a posouzení vlivu aktuálního průběhu agrotechnických operací, osevního postupu, hnojení na současné utužení ZPF.

Dále je žádoucí provedení odhadů zapojení ZPF do hydrologické bilance a celkového retenčního potenciálu ZPF jako opatření snižujícího negativní povodňové efekty a zvyšující potenciál aktivního působení ZPF v souboru technických a netechnických zásahů proti důsledkům sucha a odhady ekonomických a ekologických dopadů zhoršení fyzikálních vlastností půd

2 ODHAD ROZSAHU ZEMĚDĚLSKÉHO PŮDNÍHO FONDU ZASAŽENÉHO ZHUTNĚNÍM, IDENTIFIKACE NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH VLIVŮ A ODHAD POMĚRNÉHO PŮSOBENÍ FAKTORŮ PODMIŇUJÍCÍCH ZHUTNĚNÍ

2.1 PŘÍSTUPY K IDENTIFIKACI OHROŽENÝCH ÚZEMÍ

Podle příloh k návrhu směrnice o ochraně půdy jsou stanoveny prvky k identifikaci území ohrožených ztrátami organické hmoty – tabulka 2.1.

Tabulka 2.1

ČÁST 3 SPOLEČNÉ PRVKY PRO IDENTIFIKACI OBLASTÍ OHROŽENÝCH ZHUTNĚNÍM
Půdní typologická jednotka (STU) (půdní typ)
Textura ornice a spodiny (úroveň STU)
Objemová hmotnost ornice a spodiny (úroveň STU), možno měřit nebo odvozovat
Obsah organické hmoty v půdě (úroveň STU), možno měřit nebo odvozovat
Klima: teplota, srážky, evapotranspirace
Pokryv pozemku (land cover)
Využití pozemku (včetně hospodaření s pozemkem, systémů zemědělského hospodaření a lesnictví)
Topografie

Zároveň směrnice uvádí, že je možné použít přístupu empirického nebo matematického modelování. Pomocí výpočtů nebo matematického modelování lze identifikaci provádět jen ve velmi omezených rozměrech pilotních území, kde jsou k dispozici všechny potřebné parametry – vlastnosti půd pro výpočet. Pro větší území se převážně používá empirických vztahů.

2.2 MODELOVÉ VÝPOČTY

Metodiky modelových výpočtů jsou založeny na definovaných pedotransferových funkcích. Přehled těchto metodik včetně návrhu souborné metodiky uvádí projekt SIDASS: A spatially distributed simulation model predicting the dynamics of agro-physical soil state within Eastern and Western European Countries for the selection of management practices to prevent soil erosion (Horn, R. et al., 2005).

Postupné kroky výpočtu zahrnují:

Poznámka: tabulky a schéma v rámci postupu jsou pouze informativní, proto jsou uvedeny v původní podobě, tak jak byly publikovány v uvedené práci)

1. Výpočet vodní retenční křivky (van Genuchten rovnice). Parametry k výpočtu: obsah jílu v %, obsah prachových částic v %, objemová hmotnost v g .cm^{-3} , obsah organické hmoty, vlhkost a vodní tlak.
2. Výpočet hydraulické vodivosti (nenasycená). Parametry k výpočtu: nasycená hydraulická vodivost, vlhkost při polní kapacitě.
3. Výpočet kohezních vlastností při pF 1,8 a 2,5 (dvě hraniční hodnoty vodního potenciálu – stupně nasycení). Parametry k výpočtu: Třída půdní struktury (single-grained (sin), coherent (coh), prismatic (pri), blocky (pol), subangular (sub), and crumble (cru)),
4. Výpočet vnitřního úhlu lomu pF 1,8 a 2,5 (odvození na základě půdní textury a struktury)
5. Výpočet prekompresního stresu, jehož hodnoty jsou po výpočtu klasifikovány podle tabulek 2.2. a 2.3 .

Tabulka 2.2. : Výpočet prekompresního stresu

Classification	Class value	Precompression stress (kPa)
Very low	1	< 30
Low	2	30-60
Mean	3	60-90
High	4	90-120
Very high	5	120-150
Extremly high	6	> 150

Tabulka 2.3. : Parametry nutné pro výpočet prekompresního stresu.

Independent variables:		
Bulk density	**ρt**	**g cm^{-3}**
Air capacity	**$Lk_{1.8}$, $Lk_{2.5}$**	**Vol-%**
Available water capacity (pF 1.8 - 4.2)	**$nFK_{1.8}$, $nFK_{2.5}$**	**Vol-%**
Non plant water capacity (pF >4.2)	**TW**	**Vol-%**
Saturated water conductivity *	**kf**	**(cm s^{-1}) 10^{3}**
Organic matter	**org**	**Wt.-%**
Cohesion	**$c_{1.8}$, $c_{2.5}$**	**kPa**
Angle of the internal friction	**$\chi_{1.8}$, $\chi_{2.5}$**	**Degree**

*** At a kf of >300 cm/d or <1cm/d the calculation is carried out with 500 cm/d or 0.5 cm/d respectivly**

6. Výpočet koncentračního faktoru – veličina udávající schopnost půdního horizontu kompenzovat tlak na půdu. Parametry k výpočtu: prekompresní stres, tlak na půdu na kontaktní ploše (kPa), tlak v hloubce z (kPa), poloměr pneumatiky, která tlačí na půdu (cm), hloubka půdy (cm).

Tabulka 2.4. Průměrné hodnoty koncentračního faktoru

Radius of the tire contact area (cm)	Contact area or soil pressure (kPa)	Silt				Loam				Clay			
		Precompression level				Precompression level				Precompression level			
		2-3	4	5	6	2-3	4	5	6	2-3	4	5	6
< 10	<100	4.1	3.7	2.1	2.0	3.8	3.3	3.1	2.8	4.0	3.7	2.9	2.8
	100-150	4.3	3.8	3.1	2.3	4.3	3.5	3.5	-	4.7	4.0	3.3	2.8
	150-200	4.5	3.9	3.4	2.5	4.7	3.8	3.8	-	4.8	4.3	3.6	3.0
	>200	4.7	4.2	3.8	2.9	5.0	-	-	-	4.9	4.5	3.9	3.1
10-15	<100	3.4	3.3	2.6	-	3.7	3.1	2.7	2.7	4.1	3.6	2.8	2.7
	100-150	3.6	3.4	2.8	-	3.9	3.3	3.2	-	4.3	3.8	3.3	3.0
	150-200	3.7	3.5	2.9	2.8	4.3	3.5	-	-	4.5	3.9	3.6	-
	>200	3.9	3.7	-	-	4.8	3.8	-	-	4.8	4.4	3.8	-
15-20	<100	3.0	2.6	2.3	-	3.2	3.2	2.9	2.7	4.0	3.6	-	-
	100-150	3.3	2.7	2.4	-	3.5	3.3	3.0	-	4.2	3.7	-	-
	150-200	3.5	3.0	2.6	-	3.7	3.6	-	-	4.3	3.9	-	-
	>200	3.7	3.1	2.8	-	4.2	-	-	-	4.5	4.0	-	-
20-25	<100	2.5	2.3	2.1	-	3.0	2.9	2.7	2.6	3.7	3.5	3.0	2.8
	100-150	2.9	2.7	2.5	-	3.2	3.1	2.9	-	3.9	3.5	-	-
	150-200	3.4	3.0	2.7	-	3.7	3.5	-	-	4.0	3.5	-	-
	>200	3.6	3.3	2.9	-	3.9	-	-	-	4.1	3.6	-	-

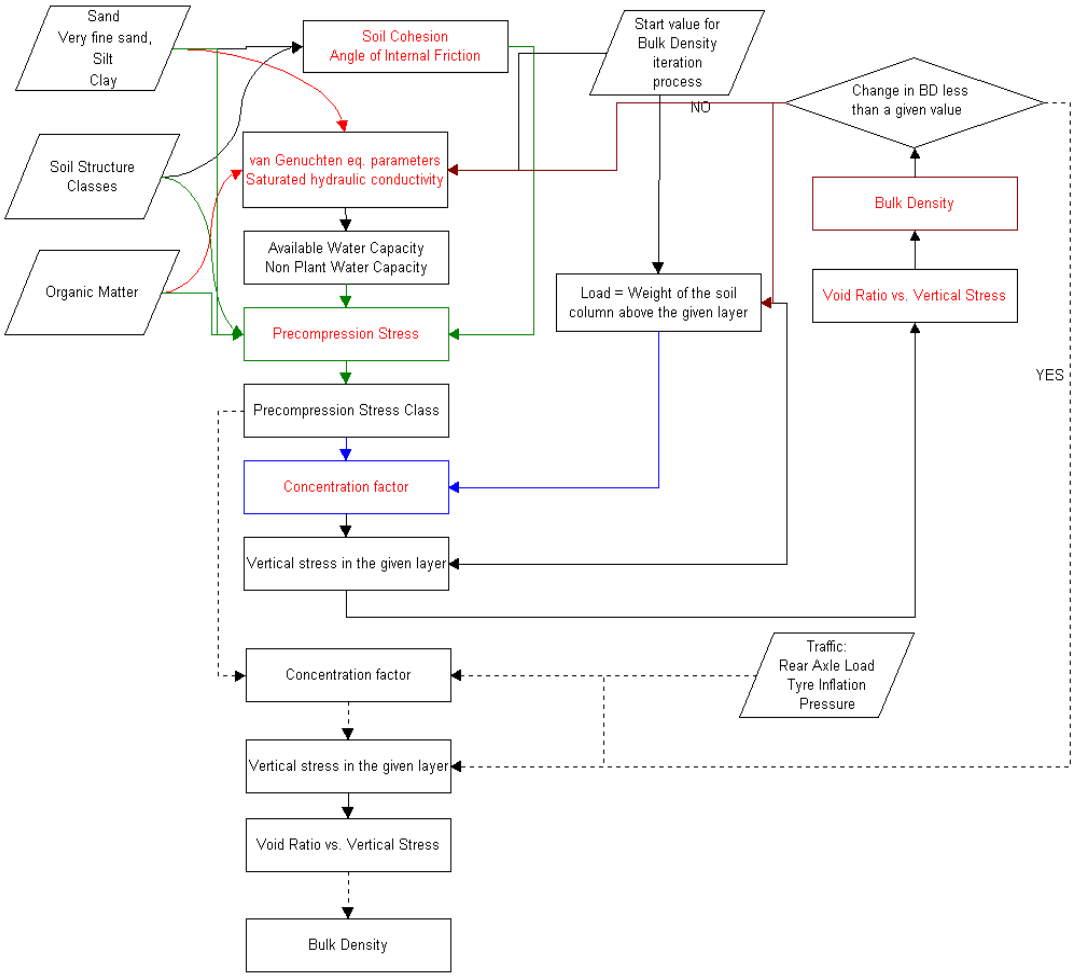
- = not defined because these value combinations do not or seldom exist under natural conditions

Tabulka 2.5. . Výpočet indexu pórovitosti - Parametry k výpočtu: pF, obsah humusu, textura. Regresní funkce pro jednotlivé kategorie indexu pórovitosti udává tabulka:

Soil Texture	pf	Humus	Regression
Tt, Tu2, Lt3, Ts2	1.8	< 5	-0.28 Log(P) + 1.38
	2.5	< 5	-0.24 Log(P) + 1.31
Ts4, Lt2, Tu4, Tu3, Lts	1.8	< 5	-0.24 Log(P) + 1.14
	2.5	< 5	-0.23 Log(P) + 1.12
Tt, Lt	1.8	5 - 15	-0.246 Log(P) + 2.24
	2.5	5 - 15	-0.131 Log(P) + 1.35
Tt, Lt	1.8	> 15	-0.478 Log(P) + 3.80
Uu, Us, Ut2, Ut3, Uls	1.8	< 5	-0.30 Log(P) + 1.38
	2.5	< 5	-0.31 Log(P) + 1.45
Sl, Slu, Su3, Su4, St2	1.8	< 5	-0.17 Log(P) + 0.99
	2.5	< 5	-0.20 Log(P) + 1.06
Ls, St3	1.8	< 5	-0.108 Log(P) + 1.15
	2.5	< 5	-0.102 Log(P) + 1.14
Ss, Su2	1.8	< 5	-0.14 Log(P) + 0.96
	2.5	< 5	-0.16 Log(P) + 0.99

Postup je schematicky znázorněn iterativním schématem na obrázku 2.1 :

Obrázek 2.1 : Iterativní schéma pro odvození původní objemové hmotnosti (bulk density) v profilu.



2.3 METODIKA JRC

Metodika popisuje konstrukci map ohrožení půd pedokompakcí na úrovni Evropy, s využitím databází JRC Ispra:

1. Výběr relevantních parametrů z databáze SGDB (Soil Geographical Database of Eurasia) SGDB je součástí European Soil Database (ESDB), která je spravována v Ispře a je přístupná na webových stránkách.
2. Hodnocení vybraných parametrů.
3. Zpracování pedotransfer funkcí.

Tabulka 2.6. Vybrané parametry databáze SGDB pro konstrukci pedotransfer funkcí:

Parametr databáze SGDB	CZ ekvivalent	označení v databázi
The most important limitation to agricultural use of the STU	nejvýznamnější vymezení podle STU pro zemědělské využití	AGLIM1
Secondary limitation to agricultural use of the STU	podružné vymezení podle STU pro zemědělské využití	AGLIM2
Soil Unit (first adjective)	půdní jednotka dle WRB (první adjektivum)	WRB-ADJ1
Soil Subunit	plný kód STU dle WRB	WRB-FULL
Dominant surface textural class of the STU	dominantní textura povrchové vrstvy (ornice)	TEXT-SRF-DOM
Secondary surface textural class of the STU	sekundární textura povrchové vrstvy (ornice)	TEXT-SRF-SEC
Dominant subsurface textural class of the STU	dominantní textura podpovrchové vrstvy (podorničí)	TEXT-SUB-DOM
Secondary subsurface textural class of the STU	sekundární textura podpovrchové vrstvy (podorničí)	TEXT-SUB-SEC
Depth class to a textural chase of the dominant and secondary STU	hloubka ke změně textury	TEXT-DEPTH-CHG
Water regime of the STU	vodní režim STU	WR

STU = Soil Typological Unit

Dále jsou ještě zahrnuty doprovodné parametry SGDB pro použití v pedotransfer funkcích:

- Přítomnost nepropustné vrstvy v půdním profilu pro danou STU

- Hloubka překážky pro růst kořenů pro danou STU
- Přítomnost a účel existujícího vodního režimu půdy
- Dominiantní způsob využití půdy pro danou STU
- Přidružený způsob využití půdy pro danou STU

Takto jsou kategorie H-M-L zpracovány pro všechny STU podle WRB 1998, i pro všechny podjednotky (první adjektivum WRB). Jako příklad klasifikace všech parametrů uvedených v tabulce 2.7. je presentována významná klasifikace pro půdní texturu:

Tabulka 2.7. : Hodnocení náchylnosti půdy ke zhutnění na základě vyhodnocení půdní textury:

Třída textury podle ESDB	Popis	Hodnocení
0	Není informace	-
9	bez minerálního horizontu (organozemě, litozemě)	L
1	jíl < 18% a písek > 65%	L
2	18% < jíl < 35% a písek > 15%, nebo jíl < 18% a 15%< písek > 65%	M
3	jíl < 35% a písek < 15%	M/H*
4	35% < jíl < 60%	H
5	jíl > 60%	H

*Výsledné zařazení je ovlivněno obsahem organické hmoty a písku.

Klasifikace všech faktorů uvedených v tabulce v tabulkách. jsou v publikaci Toth et al. (2008). Zpracování pedotransfer funkcí spočívá v logickém, expertním, vyhodnocení vazeb mezi stanovenými parametry (jejich třídy) a jejich náchylností ke kompakci. Takto byly stanoveny 4 hlavní kategorie přirozené zranitelnosti (náchylnosti) půdy ke kompakci:

1. Nízká náchylnost
2. Střední náchylnost
3. Vysoká náchylnost
4. Velmi vysoká náchylnost

Celkem je stanoveno 6 kategorií (0 = není půdní pokryv, 9 = hodnocení není podle databáze možné).

Výsledná pedotransferová funkce má pak tuto podobu:

POKUD je půda representována danou půdní jednotkou (WRB-FULL) a danou podjednotkou (WRB-ADJ) a má specifickou půdní texturu povrchové vrstvy (TEXT-SRF) a podpovrchové vrstvy (TEXT-SUB), s danou hloubkou ke změně textury (TEXT-DEPTH-CHG) a s daným vodním režimem (WR) a pokud má/nemá nějaké omezení zemědělského využití (ALIGM) **PAK** má půda nízkou, střední, vysokou nebo velmi vysokou zranitelnost ke zhutnění.

2.4 SROVNÁVACÍ ANALÝZA A ODHAD VÁHY AGROTECHNICKÝCH, OROGRAFICKÝCH A OSTATNÍCH FAKTORŮ PODMIŇUJÍCÍCH CELKOVÝ EFEKT UTUŽOVÁNÍ ZPF

Srovnávací analýza byla provedena na základě prací Nováka a kol (1999). Který definoval základní fyzikální i chemické půdní vlastnosti v rámci jednotlivých BPEJ. Takto byla identifikována náchylnost ke zhutňování do tříd. Předpokládá se standardní vliv agrotechnických faktorů.

Tabulka 2.8 Hodnocení vlastností půdy vzhledem k náchylnosti ke zhutnění podle HPJ (Novák, 1999)

HPJ	zrnitost	skelet [%]	mocnost ornice [cm]	struktura	sklon k hrudovitosti	uléhavost [MPa]	stupeň pevnosti [kPa]	pórovitost [% obj.]	konzistence: index plasticity, lepivost[Pa], č. konzistence	obsah humusu [%]	pH KCl	T mekv/ 100g	V [%]	náchylnost k zhutňování TŘÍDA
01	h	bez nebo do 10	>25	drobtová, hlouběji polyedr. rozpad.	střední	2,1	340	45-48	7-17, 360, 40	3-5	6,6-7,2 >7,2	25-30 >30	90-100	**I.**
02	h	bez nebo do 10	>25	drobtová, hlouběji polyedr. rozpad.	střední	2,1	340	45-48	7-17, 360, 40	3-5	6,6-7,2 >7,2	25-30 >30	90-100	**I.**
03	ph-h	bez nebo do 10	18 -24 >30	drobtová, hlouběji polyedr. rozpad.	střední	2,1	340	45-48	7-17, 360, 40	2-3 3-5	6,6-7,2 >7,2	25-30 >30	90-100	**I.**
04	p - hp	bez až slabě, dle substrátu	18-24	jemně drobt. -spraš, nestrukturní - písek	nízký	1,8 - 2	drobivá až soudrž. 100-200	40-44	<1-2, 100-180 22.5-30	2-3 >3	6.6-7.2	13-24	50-70	**I.**
05	stř.těž. - lehčí	0-25	18-24	drobtová, hlouběji slabá polyedrická	střední	2,1	340	42-46	7-17, 280-360, 30-40	2-3 >3	6,6-7,2	20-25	60-80	**I.**
06	(h-jh)-(jh-hv-j)	bez nebo slabě	18-24 24 - >30	drobtová, hlouběji slabá polyedrická		2,16-2,25	340-460	48-54	7-17->17, 360-520 40-50 i více	2-3 >3	6,6-7,2 >7,2	25-30 >30	90-100	**II.**
07	jh-jv-j	bez nebo slabě	25-30 >30	hrubě drobt., hlouběji polyedr. až kostka (jv)		2,25-3,10	460-530	48-55	->17, 520 až 59					**III.**
08	ph-h, jh-jv	bez nebo slabě	18-24 24-30	drobt. hlouběji polyedr.- bezstr.		2,16-2,25	340-460	46-50	7-17(stř) >17(těž) 360-520 40(stř), 49(těž)	2-3 >3	6,6-7,2 >7,2 u HM, HP 5,6 -6,5 až 4,6-5,5	ČM 25-30 HM, HP 13-24	ČM 90-100 HM,HP 50-75 75-100	**II.**
09	h	bez, ojediněle slabě	18-24 24-30	drobtová, hloub. polyedr. až prismat.	střední	2,1-2,2	360	44-49	7-17, 360, 40	1,6-2- - 2,5	6,6-7,2	13-17	75-90	**I.**
10	ph-h spodin a jh-jv	bez	18-24 24-30	drobtová, hloub. polyedr-prismat.	střední	2,16	360	46-51	7-17, 360-450, 40-49	1,3-2,5	5,5-6,5 6,6-7,2	17	75-90	**II.**
11	ph-h-jh	0	18-24 24-30	drobtová, hloub. polyedr-prismat.	střední	2,2	360	45-50	7-17, 360-520,40-49	1-2,5	5,6-6,5 4,6-5,5	17	90	**II.**
12	ph-h,	bez i	18-24	drobt., podorn.	střední	2,1-2,2	360	46-51	7-17,		5,6-6,5	17	cca 90	**II.**

HPJ	zrnitost	skelet [%]	mocnost ornice [cm]	struktura	sklon k hrudovitosti	uléhavost [MPa]	stupeň pevnosti [kPa]	pórovitost [% obj.]	konzistence: index plasticity, lepivost[Pa], č. konzistence	obsah humusu [%]	pH KCl	T mekv/ 100g	V [%]	náchylnost k zhutňování TŘÍDA
	spodina jh-jv	skelet.	24-30	polyedr., hloub. prismat. u HPi podorničí bez struktury			hlouběji 460 (520)		360-450, 40-49		4,6-5,5			
13	ph-h	bez, popř. slabě	18-24 24-30	drobt., hloub. polyedr-kostka, NP - bezstrukt.	střední	2,0-2,16	360	44-47	7-14, 320, 35		5,6-6,5	17-20	80-90	**II.**
14	ph-h-jh	bez (příměs)	18-24 24-30 (>30)	drobtová, hor. I - kostková až polyedr.	střední	2,1	340	44-48	7-17 360 40-49	1-2,5	5,6-6,5	8-13 až 13-17	30-50 až 50-70	**II.**
15	ph-h až jh-jv	až slabě skelet.	18-24 24-30	drobt., I-hor. kostk. až prisma., u HP hloub. bezstr.	střední	2,1	340-400	45-50	7-17, 320-360, 40	1-2,5	5,6-6,5	8-13 až 13-17	30-50 až 50-75	**II.**
16	hp-ph	slabě popř. bez	18-24 25-30	drobt., E-hor bezstr., I-hor nevyv. kostk. - bezstrukt.	nízký až střední	2-2,1	250-300	43-48	5-12, 320, 35-40	1,5-2,5	5,6-6,5	8-13 13-17	30-50 50-75	**I.**
17	p, hp	bez	18-24 24-30	drobtovitá, prašná - bezstr.	nízký	1,8-2	120-210	40-44	<1-2, 30-150, 23-30	1-1,5	5,6-6,5	11-15	40-70	**I.**
18	ph, h, jh, jv	slabě až silně	do 18 až 18-24	drobtovitá, hloub. bezstruk.	nízký	1,8-2	250-350	44-50	5-12, 280-360, 30-35	3-4	6,5-7,2 >7.2	18-24 25-30	75-90 90-100	**II.**
19	ph, spodina jh-jv	10-25 až >50	do 18 až do 24	drobtová, hloub. zrnitá až náznak polyedr.	nízký	1,8-2,1	200	46-50	5-12-17 280-360 30-35	2-3	5,6-6,5 6,6-7,2	20-30-50	plné	**II.**
20	j-jv-jh	bez až středně	18-24 24-30	drobtovitá, další hor. bezstrukt.	vysoký	2,2-2,3	460	48-54	>17, >520, 50	1,5-2,5	6,5-7,2 >7,2	20-30 > 30	90-100	**III.**
21	p, hp, (ph)	písky -bez skeletu, terasy- až středně	do 18 až 18-24	drobtovitá -zrnitá, hlouběji bez struktury	nízký	1,8-2	100-200	39-42	1-1-7, 100-200, 23-29	1,5-2,5	5,6-6,5 u RA 6,5-7,2	7-15 u RA vyšší	65-90	**I.**

HPJ	zrnitost	skelet [%]	mocnost ornice [cm]	struktura	sklon k hrudovitosti	uléhavost [MPa]	stupeň pevnosti [kPa]	pórovitost [% obj.]	konzistence: index plasticity, lepivost[Pa], č. konzistence	obsah humusu [%]	pH KCl	T mekv/ 100g	V [%]	náchylnost k zhutňování TŘÍDA
22	ph	písky -bez skeletu, terasy- až středně	0-19 18-24	drobtovitá- zrnitá - hlouběji bezstrukturní	nízký	2	300	40-43	7-17, 280-360, 29-40	1,5-2,5	5,6-6,5 RA 6,5-7,2	7-15	65-90	**I.**
23	p-ph, spodina jv-j, jh	bez, terasy až stř.štěrk.	do18 až 18-24	drobtovitá- zrnitá - hlouběji bezstrukturní	nízký	1,8-2	100-200	40-44	1-4, 30-280, 23-29 spodina >17, 520-650, 49-59	1.5-2.5	5.6-6.5	7-15	65-90	**II.**
24	h/h, h/jh	slabě - středně	18-24	drobtovitá , níž bezstrukturní	střední	2,1-2,2	350-400	44-51	7-17, 360-400, 40-43	2,5-3,5	4,5-6,5	12-24	30-75	**II.**
25	ph-h (jh)	slabě - středně	18-24	drobtovitá, níž bezstrukturní	střední	2,1	350-400	46-51	7-17, 350, do 40	1,5-2,5	5,6-6,5	12-25	30-75	**I.**
26	ph-h vyjím. jh (jv)	slabě - středně	18-24	drobtovitá, níž bezstrukturní	střední	2,1	350	43-47	7-17, 360, 40	1,5-2,5 eutr. HP 2-4	5,6-6, 5-4, 6-5,5	12-24 eutr. 24-30 i >30	30-75 90-100	**II.**
27	p, hp (ph)	slabě až středně	18-24	drobtovitá, zrnitá, hloub. bezstrukt.	nižší	1,8-2	120-210	40-46	<1-5, 100-300, 23-33	1,.5-2,5 eutr. HP 2 - 4	5,6-6,5 4,6-5,5	12-24 eutr. 24-30	30-75 eutr. 90-100	**I.**
28	h - ph	vyvřeliny středně tufy bez až slabě	0-18 18-24	drobtovitá, další hor. bezstrukt.	nižší	2,1-2,2	340	43 - 48	12, 300-360, 40	2 - 3,5	6,5-7,2	>30	nasycená až plně nasycená .	**II.**
29	h - ph	bez až středně	< 18 18-24	drobtovitá hloub. bezstr.	střední	2,2	320	43-48	12, 250-300, 35-40	2 - 3	4,5-5,6 5,6-6,5	10-22	30-50 50-75 i <30	**I.**
30	ph - h	bez až středně	18 - 24	drobtovitá, hloub. bezstr.	střední	2,1	320	43-48	12-14, 240-340, 35-40	1-2	5,6-6,5	9-14 14-18	80-90	**I.**
31	p, hp	bez až středně	18-24	drobtovitá, hloub. bezstr.	nízký	1,8-2,0	120-210	39-44	<1-3, 100-280, 23-29	1-2	5,6-6,5	9-14 14-18	80-90	**I.**
32	p - hp	bez až	18-24	drobtovitá, hloub.	nízký	1,8-2,0	120-210	39-44	<1-3, 100-280,	1-2	5,6-6,5	9-14	30-50	**I.**

HPJ	zrnitost	skelet [%]	mocnost ornice [cm]	struktura	sklon k hrudovitosti	uléhavost [MPa]	stupeň pevnosti [kPa]	pórovitost [% obj.]	konzistence: index plasticity, lepivost[Pa], č. konzistence	obsah humusu [%]	pH KCl	T mekv/ 100g	V [%]	náchylnost k zhutňování TŘÍDA
		středně		bezstr.					23-29	2-3	4,5-5,6	14-24	(<30) 50-75	
33	jh-jv, h-ph	bez až středně	18-24 24-30	drobtovitá, hloub. nevyv. kostkovitá	střední (lokálně vyšší)	2,25-2,16,	340-400,	46-52	7-17 i >17 360-520, 40-44	1-2,5	5,6-6,5 6,5-7	8-13 13-20	30-50 50-75 75-90	**II.**
34	p, hp, ph	bez až středně	< 18 18-24	drobtovitá - zrnitá, hloub. bezstrukt.	nízký	1,8-2,1	100-200	40-44	<1-7, 30-250, 23-29-40	2-3	4-6	13-25	30-60 HPp <30	**I.**
35	h	bez až středně	0-18 18-24	drobtovitá - zrnitá, hloub. bezstrukt.	nižší - střední	2,16	340	44-48	1-17, 340, 40	2-3	4-6	13-25	30-60 až <30	**II.**
36	ph-p-hp	bez až středně	0-18 18-24	drobtovitá - zrnitá, hloub. bezstrukt.	nízký	1,8-2,0	340 - 210 - 120	40-45	<1-3, 100-360, 22-29	2-3	4-6	13-25 i víc	30-60 HPp <30	**I.**
37	p,hp,ph	bez až silně, pod 30 cm silně nebo pevná hor.	< 18	drobtová - zrnitá - většinou bezstrukt.	nízký	1,8-2,1	120-210	40-44	1-7, 100-280, 30-40	<0,6, 1-1,9, >2, v KR 7, 8, 9 >5	5,6-6,2-4,6-5,5 při obsahu karbonátů 6,6-7,2	<8, 8-13 až 13-17 u RA vyšší	<30 30-50 50-75 u Ca substrátů víc	**II.**
38	ph-h, jh-jv	ornice bez pod 30 cm silně nebo pevná hor.	< 18	drobtovitá - zrnitá - bezstrukturní	střední	2,2-2,3	340-460	46-52	7-17 i >17, 360-520, 40-49	>5	5,6-6,5 4,6-5,5	13-24 i 25-30	<30 - 30-50	**II.**
39	do 10cm různá	stř. - silně do 10 cm různá												**I.**
40	p,hp, ph	bez - slabě - silně	< 18 18-24	ornice drobt. dále bez.	nízký	1,8-2,1	100-200 (300)	40-44	1-7, 30-200, 23-29 (40)	0,6, 1-1,9, >2	5,6-6,2 4,6-5,5 6,6-7,2	<8, 8-13 13-17	<30, 30-50 50-75	**I.**
41	ph-h, jh-jv-j	bez - slabě skelet. - silně skel.	< 18 18-24	drobtovitá (drn) hlouběji bez.	střední	2,2-2,3	340-460-520	45-52	7-17 i >17, 340-520-650 30,40,49	1-1,9 až >2	5,6-6,5 4,6-5,5	<8, 13-17 18-24	<30, 30-50 50-75	**II.**

HPJ	zrnitost	skelet [%]	mocnost ornice [cm]	struktura	sklon k hrudovitosti	uléhavost [MPa]	stupeň pevnosti [kPa]	pórovitost [% obj.]	konzistence: index plasticity, lepivost[Pa], č. konzistence	obsah humusu [%]	pH KCl	T mekv/ 100g	V [%]	náchylnost k zhutňování TŘÍDA
42	(ph) - h	bez	18-24 24-30	drobtovitá	střední	2,16	350	46-51	7-17, 360, 40	1,5-2,5	5,6-6,5	13-17	70-80	**II.**
43	h	bez	18-24 24-30	drobtovitá	střední	2,16	340	45-51	7-17, 360, 40	2-3	5,6-6,5 4,6-5,5	13-17	70-80	**II.**
44	stř. těžká	bez	18-24 24-30	drobt., hlouběji sl. polyedrická až bezstr.	střední	2,1	360	45-49	7-17, 360, 40	louky 3,5-4,5 or. 2-3	4-6	10-20	<30, 30-60	**II.**
45	h	až slabě	18-24 24-30	drobtovitá	střední	2,16	350	46-51	7-17, 360, 40	1,5-2,5	5,6-6,5 6,6-7 4,6-5,5	13-17	70-80	**II.**
46	h	až středně	18-24 24-30	drobtovitá	střední	2,2	350	44-48	7-17, 360, 40	2-3	5,6-6,5 4,6-5,5	13-17 18-24	70-80	**II.**
47	h	až stř. štěrkovitá	18-24 24-30	drobtovitá, hloub. polyedr. nebo bezstrukt.	střední	2,1	360	44-48	7-17, 350, 40	2,5-3,5	4-6	10-20	30-50, <30, 50-75	**II.**
48	ph, h	bez až středně	18-24	drobtovitá, hlouběji bezstr.	střední	2,05-2,15	250-350	40-44	7-17, 360, 40	2,5-3,5	6,5-4,5	12-24	30-75	**II.**
49	jh-jv, j lehčí H-hor.	bez až slabě	18-24	drobtovitá, hlouběji bezstr.		2,1-2,2	350-400	47-53	12-17, 360-400, 40-45	2,5-3,5	6,5-4,5	12-24 i >24	30-80	**I.**
50	ph, h	slabě až středně	< 18 18-24	drobtovitá, hlouběji bezstr	střední	2,10-2,15	260-360	43-47	2-10, 300-360, 35-40	2-3, výšší pol. >3	4,5-5,6 5,6-6,5	10-22	30-50 50-75 i <30	**II.**
51	ph, (hp-p)	bez - slabě - středně	18-24 24-30	drobt. - prašná, bezstrukt.	nízký	2,05-2,10	210-300	40-44	2-8, 300-340, 33-37	1-2	5,6-6,5 6,6-7	7-13	60-70	**I.**
52	ph, hp	bez, ojediněle slabě	18-24 24-30	drobtovitá, hlouběji bezstr.	nízký	2,0-2,10	250-360	41-46	1-7-17, 280-320, 37	1,5-2,5	5,6-6,5 4,5-5,6	8-13 18-24	60-70 75-85	**I.**
53	h, spod.	bez, ojediněle i	18-24 24-30	drobtovitá, hlouběji bezstr.	střední	2,10-2,16	350	46-51	7-17, 360-400,	1,5-2,5	5,6-6,5 4,5-5,6	8-13 18-24	60-70 75-90	**III.**

HPJ	zrnitost	skelet [%]	mocnost ornice [cm]	struktura	sklon k hrudovitosti	uléhavost [MPa]	stupeň pevnosti [kPa]	pórovitost [% obj.]	konzistence: index plasticity, lepivost[Pa], č. konzistence	obsah humusu [%]	pH KCl	T mekv/ 100g	V [%]	náchylnost k zhutňování TŘÍDA
	jh-jv, ph/h - ph/jh	středně							30-37					
54	jh, jv, j	bez i slabě	18-24 24-30	drobtovitá, hlouběji bezstr.	střední - vysoký	2,25-2,30	460-600	48-53	>17, 520-650, 49	1,5-2,5	5,6-6,5	6,5-7,2	8-13 18-24 25-30	**III.**
55	p, hp	bez až slabě	18-24 24-30	drobt., porušená drobt. podorničí bez strukt.	nízký až 0	1,8-2,0	120-210	40-44	p=<1, hp =1-4, p =30, hp=280, p22,7, hp=29,7	2-4	5,6-6,5 4,5-5,6	13-24	30-50 50-75	**I.**
56	ph, h	bez, slabě	18-24 24-30	první 2 horiz. drobtovitá, hlouběji bezstr.	nízký	2,1	ornice drobivá, hlouběji ulehlá 340	43-47	ph 1-7, h 7-17, 360, 40	1,5-3	5,6-6,5 6,5-7,2	13-24	65-100	**II.**
57	jh-jv	bez až slabě	18-24 24-30	dobtová, pak drobt. nevyvin., hloub. bezstr.	střední až vyšší	2,2-2,3	450-600	47-54	10-17, 520-650 49-58	1,5-4,5	5,6-6,5 6,6-7	13-24	50-75 30-50	**II.**
58	(hp)-ph, h	bez až slabě	18-24 24-30	dobtová - náznak drobt., hloub. bezstr.	nízký	2,0-2,16	2,1-3,0	41-45	ph 1-7, h 7-17, 320 35-40	1,5-4,5	5,6-6,5 4,5-5,6 6,5-7	13-24	50-75 75-90	**I.**
59	h/jh (jv)	bez až slabě	18-24 24-30	dobtová - nevyvin. drobt., hloub. bezstr.	střední až vyšší	2,2-2,3	450-600	48-54	10-17, 520, 49-58	2,5-4,5	5,6-6,5 4,5-5,6	30-50	50-75 75-90	**III.**
60	h-ph	bez až slabě	24-30 >30	drobt. podorničí krupnaté, náznak polyedr. až bezstrukt.	nízký až střední	2,1 hlouběji i víc	300-400	43-47	1-15, 300-360, 35-40	2,5-3,5	6,6-7,2 >7,2	>30	>90	**II.**
61	jh - jv	bez až mírně	24-30 >30	ornice drobt., podorničí krupnaté až polyedr., hloub. bezstrukt.	střední až vysoký	2,25-2,3	460-630	48-54	14-17 i >17, 520-650 49-59	2,5-3,5	66-7,2 hlouběji >7,2	>30	>90	**III.**
62	h, ph	bez až slabě	24-30 >30	ornice drobt., podorničí	nízký až střední	2,16	350	43-48	1-17, 300-360,	3-5	6,6-7,2 až >7,2	>30	>90	**II.**

HPJ	zrnitost	skelet [%]	mocnost ornice [cm]	struktura	sklon k hrudovitosti	uléhavost [MPa]	stupeň pevnosti [kPa]	pórovitost [% obj.]	konzistence: index plasticity, lepivost[Pa], č. konzistence	obsah humusu [%]	pH KCl	T mekv/ 100g	V [%]	náchylnost k zhutňování TŘÍDA
				krupnaté až polyedr., hloub. bezstrukt.					35-40					
63	jh - jv	bez až slabě	24-30 >30	ornice drobt., podorničí krupnaté až polyedr., hloub. bezstrukt.	vysoký	2,2-2,3	460-630	47-53	>17, 520-650, 49-58	3-5	6,6-7,2 až >7,2	>30	>90	**III.**
64	h/jh, jv, j	bez až slabě	18-24 24-30	drobtová (porušená), hloub. bezstr.	střední až vysoký	2,1-2,2-2,3	350-450	46-52	12-17 i >17, 350-550, 40-49	4-6, i >6	4,6-5,5 i <4,5	13-24 25-30 i >30	30-50 <30 (50-75)	**III.**
65	lehká až velmi těžká	bez	18-24	drobtová (porušená), hloub. bezstr.	střední až vysoký	2-2,2	350-450	46-54	<1, 1-17, >17, 280-360-520, 30,40,49,59	>5 i >10	4,6-5,5 <4,5	18-24 i >30	<30 30-50 50-75	**II.**
66	lehká až velmi těžká	bez	0-18 18-24	drobtová (porušená), hloub. bezstr.	střední až vyšší	2-2,1-2,3		46-53	<1, 1-17, >17, 280-360-520, 30,40,49,59	>5 i >10	4,6-5,5 <4,5	18-24 i >30	<30 30-50 50-75	**III.**
67	ph/jh, h/jh, jv, j	bez	18-24 24-30	drobtová (porušená), hloub. bezstr.	střední až vysoký	2,15-2,25	350-460-630	46-54	12-17 i >17, 360-520-650, 40-49	4-6, i >6	4,6-5,5 <4,5	13-24 25-30 i >30	30-50 <30 50-75	**III.**
68	ph/jh, h/jh, jv, j	bez	drn 18-24						12-17 i >17, 360-520, 40-49	4-6, i >6	4,6-5,5 5,6-6,5 <4,5	13-24 25-30 i >30	30-50 <30 50-75	**I.**
69	h/jh, jv, j	bez	drn 18-24						12-17 i >17, 360-520-650, 40-49-59	4-6, i >6	4,6-5,5 5,6-6,5 <4,5	13-24	70-80	**I.**
70	h, jh,	bez	drn 0-18						1-17, >17,	4-7, i >7	4,6-5,5	13-24	30-50	**I.**

HPJ	zrnitost	skelet [%]	mocnost ornice [cm]	struktura	sklon k hrudovitosti	uléhavost [MPa]	stupeň pevnosti [kPa]	pórovitost [% obj.]	konzistence: index plasticity, lepivost[Pa], č. konzistence	obsah humusu [%]	pH KCl	T mekv/ 100g	V [%]	náchylnost k zhutňování TŘÍDA
	jv, j		18-24						360-520-650, 40-49-59		5,6-6,5 <4,5	25-30 i >30	<30 50-70	
71	h, jh, jv, j	bez	drn 20	náznak nebo nevyv. drobt. hlouběji bez					1-17, >17, 360-520, 40-49	4-7, i >7	4-5	18-24 25-30	<30	I.
72	h, h/jh, jh, jv, j	bez	H-hor 18-24 24-30						5-17, >17, 360-520-650, 40-49-59	4-7 i 50%	4,6-5,5 5,6-6,5 <4,5	13-24 25-30 i >30	50-70 30-50 <30	I.
73	h, jh, jv, j	příměs až slabá nebo střední	drn 18-24 24-30						12-17, >17, 360-520, 40-49	4-6, i >6	4,6-5,5 5,6-6,5	13-24 25-30 i >30	30-50 <30 50-75	I.
74	h, jh, jv, j	příměs až slabá nebo střední	drn 0-18 18-24 >24						12-17, >17, 360-520, 40-49	3-4-6, i >6	4,6-5,5 5,6-6,5	13-24 25-30 >30	30-50 <30 50-75	I.
75	stř. těž. až velmi těžká	příměs až slabá nebo střední	drn 18-24 >24	drobtová, hlouběji bez	střední až vyšší	2,1-2,2-2,3	350-450-630	46-54	12-17, >17, 360-520-630, 40-49	3-4-6, i >6	4,6-5,5 5,6-6,5	13-24 25-30 >30	30-50 <30 50-75	III.
76	h, hj, jv, j	příměs až slabá nebo střední	drn (18-24) >24						12-17, >17, 360-520-630, 40-49	4-6, i >6	4,6-5,5 5,6-6,5	13-24 25-30 i >30	30-50 <30 50-75	I.
77	h až velmi těžká	příměs až slabá nebo střední	drn 18-24 24-30						1-17, >17, 360-520-650, 40-45	2-3 3-5 >5	4,6-5,5 5,6-6,5	13-24 25-30 i >30	30-50 <30 50-75	I.
78	h, jh, jv, j	slabá až silná	(18-24) <18						1-17, >17, 360-420-650, 40-45	2-3 3-5 >5	4,6-5,5 5,6-6,5	13-24 25-30 i >30	30-50 <30 50-75	I.

3 VLIV PŮDNÍHO EDAFONU NA FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI PŮD SE ZAMĚŘENÍM NA PEDOKOMPAKCI

3.1 ÚVOD

Organizmy žijící v půdě (půdní biota, edafon) jsou nedílnou součástí půdního prostředí a jejich činnost poskytuje významné ekosystémové služby, jako např. plynulý přísun živin a vody rostlinám, snižování amplitudy náhlých výkyvů v půdním prostředí (jako je utužení půdy, kumulace toxinů, přemnožení patogenů, eroze apod.) (Neuerburg & Padel 1994). Z těchto důvodů je řada zástupců půdního edafonu považována za klíčové druhy v ekosystému. Jejich význam může vzrůstat právě během primární sukcese v antropogenních půdách. Stejně jako jsou vlastnosti půdy spoluurčovány půdními organizmy, tak i půdní organizmy citlivě reagují na jakékoli změny půdního prostředí (Barrios, 2007). Velmi důležitou skupinou bezobratlých organizmů žijících v půdě jsou Lumbricidae. Tyto organismy jsou využívány jako bioindikátoři, zejména pro posouzení utužení půdy, kontaminace půdy těžkými kovy, kyselými dešti nebo kontaminací pocházejících ze zemědělství a jiné lidské činnosti (Muys & Granval 1997, Paoletti et al. 1991). Z pohledu tvorby půdní struktury jsou jedním z nejdůležitějších taxonů pedofauny žížaly (Lumbricidae). Žížaly obecně ovlivňují i další půdní charakteristiky (koloběh živin a přenos organické hmoty). Jsou také jedním z původců preferenčních cest a tím ovlivňují pórovitost, provzdušněnost, retenci a infiltraci vody v půdním profilu (Subler et al., 1997, Edwards et al., 1992).

Z uvedeného vyplývá důležitost bližšího prozkoumání aktivity edafonu v půdě. Některé vědecké práce se věnují konkrétním skupinám mesofauny (např. Rusek 1998; Barklett et al. 2008; Nielsen 2008) a makrofauny (Muys and Granval 1997; Paoletti et al. 1991, Paoletti 1999). Získané výsledky mohou pomoci pochopit základní biologické projevy těchto organizmů, najít a popsat souvislost mezi způsobem hospodaření na půdě a její následné kultivace a rozmanitostí organizmů na ni více či méně vázaných.

Z pohledu ekonomického a ekologického hlediska se jedná o velmi důležité informace, díky kterým jsme schopni predikovat mimo jiné např. rychlost transportu vody a látek v různých

půdních podmínkách, a pochopit vazby mezi půdní faunou a jejím vlivem na úrodnost, pórový systém půd a ovlivnění retenčních schopností půd.

Organický podíl půdy zahrnuje jednak živou složku (půdní organismy — edafon), patřící do říše rostlinné i živočišné, jednak složku neživou (půdní organická hmota), zastoupenou odumřelými organismy a produkty transformace organických zbytků. Jedná se o podíl, který je ve srovnání s minerální částí půdy méně zastoupen. Jeho vliv na půdní vlastnosti je však velmi výrazný. Je to dáno tím, že představuje velmi dynamickou součást půdy, ve které dochází k rychlým (ve srovnání s minerálním podílem) přeměnám energie, což se nutně promítá do ovlivňování půdních vlastností včetně úrodnosti.

Živá složka půdy, živé organismy, hrají významnou a nezastupitelnou úlohu již od samého počátku přeměn povrchové části zemské kůry (biologické zvětrávání). V půdě jsou aktivním činitelem, účastnícím se převážné většiny pochodů přeměn organické hmoty. Tyto pochody probíhají bud' uvnitř těl půdních organismů, nebo působením enzymů, mimo jejich těla. Po svém odumření jsou spolu s podzemními orgány rostlin významným zdrojem organické hmoty, z níž se vytvářejí meziprodukty rozkladu pro tvorbu humusových látek i pro uvolňováni rostlinných živin.

Zcela nezastupitelná je. vedle přeměn organické hmoty v půdě, strukturotvotná funkce organismů. Humus, který je výsledkem jejich činnosti, a který výrazně obohacují o vápník i slizy jež produkují, jsou společně s drobením půdy nejlepším předpokladem pro tvorbu vodostálých strukturních agregátů (biologická struktura).

3.2 TŘÍDĚNÍ PŮDNÍCH ORGANISMŮ (EDAFON)

V půdě se vyskytují jedinci od mikroskopické velikosti, účastníci se rozkladu organických látek, až po obratlovce, kteří mají výrazný vliv i na fyzikální vlastnosti půd. Všechny skupiny organismů pak mají vliv na biologické procesy v půdě, které jsou důležité jak pro růst rostlin, tak pro existenci živočichů.

Podle velikosti je možné rozdělit edafon na:

- mikroedafon (menši než 0.2 mm) - jedná se o organismy zastupující rostlinnou a živočišnou říši. Je možné sem zahrnout baktérie, aktinomycety, sinice, řasy, většinu hub a prvoky.
- mezoedafon (0.2 - 2 mm) - patří sem z rostlinné říše některé houby, z živočišné pak většina chvostoskoků, roztočů a menší hmyz.
- makroedafon (2 - 20 mm) - zahrnující roupice, hmyz, mnohonožky, stonožky, suchozemské stejnonožce, pavouky a měkkýše.
- megaedafon (>20 mm) kam patři žížaly a obratlovci - např. hraboši, krtci.

Podle příslušnosti k rostlinné nebo živočišné říši rozlišujeme:

- fytoedafon (baktérie, aktinomycety, houby a řasy)
- zooedafon (půdní živočichové), které je možné dále dělit na:
- mikrofaunu (prvoci)
- mezofaunu (hlístice, roztoči, chvostoskoci)
- makrofaunu (roupice, hmyz, mnohonožky, stonožky)
- megafaunu (žížaly, obratlovci)

3.3 POČTY ORGANISMŮ, BIOMASA A JEJICH AKTIVITA

Počty organismů v půdě jsou ovlivněny mnoha faktory včetně klimatu, vegetačního krytu, fyzikálních a chemických vlastností půd. Odlišovat se bude rozklad organické hmoty v aridních pouštích od lesa v humidním klimatu nebo od kultivovaného pole. Půdy s kyselou reakcí budou mít zastoupeny zcela odlišné druhy ve srovnání s půdami s alkalickou reakcí. Stejné odlišnosti budou v tropických a chladných oblastech. Přes tyto odlišnosti je však možné učinit určité zevšeobecnění, které platí pro půdní organismy. Lesní půdy živí rozmanitější faunu než louky. Celková hmotnost biomasy organismů a jejich aktivita bude však větší pod trvalými travními porosty. Obdělávaná pole jsou obecně na biomasu organismů chudší než nenarušované přírodní půdy.

Aktivita jednotlivých skupin půdních organismů se zjišťuje z jejich:

- počtu v půdě
- hmotnosti na objem nebo plochu půdy
- metabolické aktivity

Tab. 3.1. Průměrné počty jedinců edafonu a jejich hmotnost na 1 m2 půdy do hloubky 30 cm (podle různých autorů sestavil Dunger)

	Jedinci		**Hmotnost v g**	
	průměr	**optimum**	**průměr**	**optimum**
		Mikroflora		
baktérie	1 bil.	1000 bil.	50	500
aktinomycety	10000 mil.	10 bil.	50	500
houby	1000 mil.	1 bil.	100	1 000
řasy	1 mil.	10 000 mil.	1	15
		Mikrofauna		
bičíkovci	0.5 bil.	1 bil.		
měňavky	0,1 bil.	0.5 bil.	10	100
nálevníci	Imil.	100 mil.		
		Mezofauna		
vířníci	25 000	600 000	0.01	0.3
háďátka	1 000 000	25 000 000	1	20
roztoči	100000	400 000	1	10
chvostoskoci	50000	400 000	0.6	10
		Makrofauna		
roupice	10000	200 000	2	26
plži	50	1 000	1	30
pavouvokovci	50	200	0.2	1
stejnonožci	50	200	0.5	1.5
nmohonožky	150	500	4	8
stonožky	50	300	0.4	2
další stonožkovci	100	2000	0.05	1
brouci	100	600	1.5	20
dvoukřídlí	100	1 000	1	10
další hmvz	150	15 000	1	15
		Megafauna		
žížaly	800	800		400
obratlovci	0.001	0,.		10

U těchto drobných pavoukovců (*Arachnida*) všechny části těla splývají v jediný celek. Volně žijící roztoči jsou draví, někteří (zejména *Oribatida)* se podílejí na destrukci organických zbytků v půdě, včetně hůře rozložitelných látek. Počty roztočů, kteří se vyskytují převážně v nejsvrchnějších vrstvách půdy, jsou odhalovány na několik desítek až stovek tisíc jedinců na m^2.

3.4 UTUŽOVÁNÍ A TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Utužování půdy působí negativně na kořeny rostlin, žížaly a další půdní organismy. Proto je důležité jezdit po poli pouze tehdy, když je půda dostatečně suchá. Dále je důležité používat co nejlehčí agrotechniku, mít co nejnižší tlak v pneumatikách a transport v co nejvyšší míře přesunout z pole na polní cesty. Orba a ostatní technologie zpracovaní půdy ovlivňují rozklad a přístup organického materiálu pro žížaly a jiné organismy. Čím více se oře a čím více je půda mechanicky zpracovávána, tím více žížalích chodbiček a kokonů je zničeno, a tím více žížal je zahubeno nebo vystaveno slunečnímu záření, suchu a predátorům. V jedné švýcarské studii se udává, že racci zkonzumovali v průběhu jarní orby až 100 kg žížal na hektar pole. Produkce obilovin a zeleniny vyžaduje intezivnější zpracování půdy než travní porosty a sady. Například dlouhodobé pěstování okopanin s častými mechanickými zásahy do půdy, často s minimem posklizňových zbytků, jsou faktory pro žížaly obzvlášť negativními. Nejhůř ze všech snáší obdělávání půdy žížala obecná a její početnost se často zvýší už při zmírnění intenzity zpracování půdy. Žížala polní a žížala růžová jsou relativně odolné a mohou orbu a jiné mechanické zásahy do půdy přežít v podobě kokonů i dospělých jedinců. Početnost těchto druhů často vzroste, když se do půdy zapravuje organická hmota. Také žížala červená snáší orbu relativně dobře. Kultivační stroje, které půdu neobracejí, ale pouze ji zkypřují, žížalám tolik neškodí. Nehodí se však pro všechny typy půdy nebo systémy hospodaření. Rychlootáčkové a řezající stroje škodí žížalám nejvíce. Fréza může v lehčí půdě snížit populaci žížal o 60 – 70 %. Negativní efekt může být ovšem přechodný, protože organická hmota, která se frézou zapraví do země, je pro žížaly dobrým zdrojem potravy. Do dvou až tří let po frézování se může populace zase dostat na původní stav.

4 METODY MĚŘENÍ A HODNOCENÍ PEDOKOMPAKCE

4.1 OBECNÝ PŘÍSTUP

Analytické přístupy k měření pedokompakce vychází ze standardizované tradiční Proctorovy (1933) metody a nazývají se metodami penetračními. Tyto metody vychází z proměřování odezvy půdního tělesa na vnikání hrotu při různých okamžitých vlhkostech.

Pro hodnocení vazby mezi pojezdem mechanizace a potenciálním vlivem na kořenové systémy dřevin vychází metodické přístupy ke studiu zhutnění půdního povrchu v současné době z postupu dle Soane et al. (1981) s modifikací dle Voorheese (1992).

Z obecného hlediska lze konstatovat, že měření a hodnocení pedokompakce lze provádět laboratorními a terénními analýzami. Laboratorní analýzy spočívají v práci s odebraným půdním monolitem různých rozměrů. Zde je patrná první zásadní nevýhoda laboratorních metod – nutnost vyhnout se změnám půdní struktury. Druhou zásadní nevýhodou laboratorních metod je vyhnutí se často zásadními vlivu vysoké hladiny podzemní vody v přírodních podmínkách studovaných půdních těles. Terénní analýzy mají dvě zásadní výhody – není nutná žádná simulace a není nutné vzorkování.

Laboratorní metody zůstávají základním přístupem pro obecnou charakterizaci těchto základních půdních vlastností:

1. charakteristika zrnitosti (procentické podíly jednotlivých frakcí, stanovení půdního druhu)
2. pórovitost, objemová a měrná hmotnost
3. obsah vody, objemová, relativní a hmotnostní vlhkost
4. provzdušněnost, minimální vzdušná kapacita

Stran terénních metod je vhodné zmínit, že tradiční metodou byly zatěžkávací zkoušky deskou pomocí zatěžovacího stolu. Postupně se začali aplikovat zkoušky penetrační a především v současnosti dynamická penetrační zkouška. V současné době je v problematice zhutňování půd možno ještě hovořit o vibračním sondování (mechanickém či elektrodynamickém) a presiometrických zkouškách.

Původní penetrační zkoušky byly statické – tzv. CPT metody. Jejich podstatou bylo určování penetračního odporu, který daný půdní horizont (resp. zemina daného půdního horizontu) klade vůči staticky zanořovanému hrotu. Dynamické penetrační testy (DPT metody) mají svoji podstatu v určování odporu vůči dynamickému vnikání tyče různé konstrukce při různé výšce dopadu.

Reprezentativní ukázkou současného stupně poznání v metodologii studia zhutnění půd představuje Cetin et al. (2007) aplikací American Society of Testing Material ASTM D 422-63, standardního zhutňovacího testu Prostorovou metodou.

4.2 KRITÉRIA PRO HODNOCENÍ PEDOKOMPAKCE

Obecně je možno konstatovat, že bez ohledu na půdní druh a půdní typ je to hodnota 100 kPa, která je mezní pro projev zhutnění povrchového půdního horizontu. Daná problematika je monograficky zpracovaná v základním materiálu American Society of Agricultural Engineers (1977).

Daná tématika, zdánlivě exaktní, je velmi komplikovaná (Kirby, 2007).

Konkrétním důvodem nesnadnosti předložení číselných kritérií je zásadní závislost naměřených penetrometrických odporů nejen na půdním druhu (vlastnosti s minimální časovou heterogenitou) studovaného půdního tělesa, ale na okamžité vlhkosti půdy (vlastnosti s extrémní časovou heterogenitou).

Obecným důvodem nesnadnosti předložení číselných kritérií je ta skutečnost, že k pedokompakci na jedné půdní jednotce v jednom měřeném okamžiku může dojít za tří diametrálně odlišných stavů – stavů, charakterizujících půdní prostředí jako prostředí existence základních fyzikálních procesů:

1. ke zhutnění dochází v prostředí pevných a kapalných půdních složek
2. ke zhutnění dochází v prostředí pevných a plynných půdních složek
3. ke zhutnění dochází při přítomnosti všech fází.

Zde je zapotřebí si uvědomit, že bod 2. – zdánlivě pouze teoretická možnost – je právě z hlediska nebezpečí zhutňování půdního povrchu velmi aktuální: jsme-li v normální situaci

trojfázové soustavy pevných půdních částic, půdního roztoku a půdních plynů a dojde-li buď k přívalové srážce či k intenzivnímu vstupu tavné vody, dojde k destabilizaci tohoto třífázového systému a vzniku systému dvojfázovému, systému *pevné půdní částice + silně zředěný půdní roztok.*

Situace je dále komplikována tím, že aktuálně působící zátěž, zvyšující objemovou hmotnost půdy, může vyvolávat v půdě dvě zcela odlišné transformace její přirozené struktury: deformaci pružnou, reverzibilní, a deformaci plastickou, ireverzibilní. Je-li problematika zhutňování půdy spojena s aktuální zátěží půdního povrchu, pak je vhodné zdůraznit, že krátkodobá zátěž vede především k plastickým, nezvratným, deformacím půdní struktury.

Následující kritéria je, jak vidno, nutno brát jako součást poměrně komplikovaného expertního odhadu, kde je zapotřebí respektovat moderní holistický náhled na vnímání vyhodnotitelnosti jednotlivého číselného údaje k vybrané půdní vlastnosti a následnou interpretaci dané naměřené/vypočtené hodnoty.

Základní hodnocení zhutnění je možno provést podle dnes standardního náhledu Reháka a Jánského (2000) a to ve dvou směrech: nepřímo podle koeficientu uléhavosti L_d a přímo podle kritické hodnoty penetrometrického odporu pro jednotlivé půdní druhy.

Podle koeficientu uléhavosti je vhodné hodnotit především minerální horizonty, tj. tzv. podorničí. Pro jeho výpočet je nutno znát dvě laboratorně stanovené veličiny – objemovou hmotnost redukovanou ρ_d, udanou v $kg.m^{-3}$, a hmotnostní procento jílnaté frakce I, tj. podíl částic s průměrem menším než 0,002 mm. Daný výpočet je velmi jednoduchý:

$$\mathbf{L_d = \rho_d + 0{,}009\ I\ (kg.m^{-3})}$$

Vyhodnocení:
$L_d < 1400$ ……. uléhavost podorničí nízká
$1400 < Ld < 1700$ …… uléhavost podorničí střední
$Ld > 1700$ …… uléhavost podorničí vysoká

Přímé stanovení spočívá v naměření penetrometrického odporu v MPa. Rehák a Jánský (2000) nespecifikují typ penetrometru; lze se však důvodně domnívat, že dané hodnoty vycházejí z konstrukčně nejběžnějších penetrometrů v současnosti užívaných při obecném studiu mechaniky půd. Klíčem k interpretaci následujících údajů je produkční funkce půdy – zde se vychází z vazby narůstajícího zhutnění horizontu na vznik fyziologického sucha, tj.

rychlosti dosažení bodu vadnutí. Konkrétně – po provedení penetrometrické zkoušky (MPa) a stanovení půdního druhu jsou kritické hodnoty penetrometrického odporu tyto:

Tabulka 4.1 Penetrometrický odpor zeminy podle půdního druhu

Půdní druh	penetrometický odpor zeminy půdního horizontu (MPa)
půdy lehké	> 4
písčitohlinitá	3, 7 – 4,0
hlinitá	3, 5 – 3,7
jílovitohlinitá	3,2 – 3,5
jílovitá, jíl	< 3,2

Lhotský, Damaška, (1989) sestavili tabulku kategorizace půd podle stupně rizika degradace jejich ekologických funkcí vlivem degradace půdní struktury na bázi kódu BPEJ (tabulka 4.2).

Tabulka 4.2. 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		
	42, 43, 44, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54	< 5	
silný	37, 38, 40, 41	≥ 5	> 1
	42, 43, 44, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54		

4.3 METODIKA IDENTIFIKACE ÚZEMÍ OHROŽENÝCH ZHUTNĚNÍM PRO ČR.

Při identifikaci území ohrožených zhutněním je třeba vycházet z potenciální zranitelnosti dané fyzikálními vlastnostmi. Hranice skutečného poškození (degradace) zhutněním není v měřítku celého státu možné stanovit. Vzhledem k faktu, že rozhodujícím faktorem způsobujícím vlastní zhutnění je způsob hospodaření, je u tohoto degradačního faktoru snad více než v jiných případech nutno celý systém ochrany postavit především na prevenci.

Metoda identifikace podle JRC Ispra je sice i pro podmínky ČR použitelná, je však pouze orientační, vzhledem k nepřesnosti podkladových údajů. Pedotransferové funkce jsou navíc odvozeny expertním odhadem – zatříděním faktorů ovlivňujících zhutnění do kategorií a vytvořením výsledné kategorizace kombinací tříd pro jednotlivé faktory podle WRB. Tento systém je použit proto, že podklady k němu jsou k dispozici pro podmínky celé Evropy.

V ČR jsou k dispozici podstatně přesnější informace o půdních vlastnostech. Protože u zhutnění se jedná v zásadě o problém zemědělských půd, jsou k dispozici zejména informace vycházející z BPEJ. Na druhém místě lze použít klasifikaci, která byla vytvořena v rámci projektu Komplexní hodnocení půd (Janderková a kol., 2001).

Expertní systém byl pro potřeby ČR založen na těchto podkladových informacích, s využitím metodicky podobného přístupu jakou u metodiky JRC Ispra.

Výchozím podkladem je „Hodnocení struktury půd a náchylnosti ke zhutnění podle HPJ“, jako jeden z výstupů projektu Komplexní hodnocení půd, Dílčí závěrečná zpráva za rok 1999 (Novák a kol., 1999). Tabulka 2.8 v kapitole 2. Tato tabulka specifikuje náchylnost ke zhutnění na základě hlavních fyzikálních a fyzikálně chemických vlastností půdy. Nejvýznamnějšími faktory jsou v souladu s metodikou JRC textura a obsah organické hmoty, dále je to struktura, pórovitost, pH, sorpční kapacita, obsah skeletu, stupeň pevnosti.

Tabulka 4.3. Sumarizace hodnocení náchylnosti půd ke zhutnění podle HPJ

HPJ	náchylnost ke zhutnění	HPJ	náchylnost ke zhutnění	HPJ	náchylnost ke zhutnění
1	I.	31	I.	61	III.
2	I.	32	I.	62	II.
3	I.	33	II.	63	III.
4	I.	34	I.	64	III.
5	I.	35	II.	65	II.
6	II.	36	I.	66	III.
7	III.	37	II.	67	III.
8	II.	38	II.	68	I.
9	I.	39	I	69	I.
10	II.	40	I.	70	I.
11	II.	41	II.	71	I.
12	II.	42	II.	72	I.
13	II.	43	II.	73	I.
14	II.	44	II.	74	I.
15	II.	45	II.	75	III.
16	I.	46	II.	76	I.
17	I.	47	II.	77	I.
18	II.	48	II.	78	I.
19	II.	49	I.		
20	III.	50	II.		
21	I.	51	I.		
22	I.	52	I.		
23	II.	53	III.		
24	II.	54	III.		
25	I.	55	I.		
26	II.	56	II.		
27	I.	57	II.		
28	II.	58	I.		
29	I.	59	III.		
30	I.	60	II.		

Hodnocení je však založeno pouze na charakteristice hlavní půdní jednotky (HPJ), která může zahrnovat více texturně rozdílných půd – zejména jsou zastoupeny pelické subtypy půdních typů současně s modálními subtypy.

Jako druhý stupeň kategorizace bylo proto zařazeno překrytí informací o texturně vylišených typologických jednotkách (pelických typech a subtypech) podle pedologické mapy. Optimální by bylo použití digitální pedologické mapy 1:50 000 s klasifikací TKSP, kterou zpracovává

AOPK, ta však není k dispozici pro celou ČR. Proto byla metodika ověřena na podkladu pedologické mapy ČZU 1:500 000, s klasifikací MKSP.

Tabulka 4.4. . Texturně vylišené typologické jednotky

Klasifikační jednotka	Symbol	HPJ s převahou klasifikační jednotky
Regozem pelická	RGp	*24, 33*
Pararendzina pelická	PRp	*20*
Smonice modální	SMm	*06, 07*
Černozem pelická	CEp	*06, 07*
Černice pelická	CCp	*61*
Kambizem pelická	KAp	*24, 33*
Fluvizem pelická	FLp	*57*

Pozn.: Půdní typ Pelozem není v použitém mapovém podkladu mapován

Na základě provedené analýzy dostupnosti zdrojových dat a kartografických podkladů byly konkretizovány následující kroky pro stanovení zranitelných oblastí zhutněním:

1. Vytvoření vrstvy zranitelnosti zemědělské půdy kompakcí na podkladě tříd zranitelnosti I – III, vytvořených z HPJ.
2. Vytvoření vrstvy zranitelnosti zemědělské půdy kompakcí na podkladě texturně vylišených typologických jednotek.
3. GIS analýzy vrstev pod body 1 a 2. a vytvoření čtyř kategorií zranitelnosti půd kompakcí:
    1. Třída totožná s třídou I dle HPJ
    2. Třída totožná s třídou II dle HPJ
    3. Třída totožná s třídou III dle HPJ
    4. Třída vzniklá překryvem vrstvy pelických subtypů a II a III třídy dle HPJ.
4. Vymezení ploch 3 a 4 třídy jako náchylných ke zhutnění.
5. GIS analýza ploch 3 a 4 třídy s vrstvou produkčních bloků dle LPIS.
6. Kategorizace katastrálních území podle procenta zastoupení 3 a 4 třídy z celkové plochy ZPF evidované v LPIS

7. Identifikace území ohrožených zhutněním (priority areas): Všechny KÚ, ve kterých je > 50% plochy ZPF evidované v LPIS zařazeno ve 3 a 4 třídě zranitelnosti kompakcí.

Jednotlivá kritéria uvedená v metodickém postupu je možno modifikovat. V případě praktického použití by bylo třeba zejména verifikovat kritérium 50% zastoupení ploch ve 3 a 4 třídě zranitelnosti.

5 POSOUZENÍ VLIVŮ PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ U RŮZNÝCH PŮDNÍCH TYPŮ NA PEDOKOMPAKCI

5.1 ANALÝZA ZRANITELNOSTI ZPF VE VAZBĚ NA PEDOKOMPAKCI

Zhutnění, čili **kompakce půdy je zvýšení objemové hmotnosti půdy jako důsledek zátěže působící po krátkou časovou periodu**.

Je-li tedy pedokompakce takto definována, je jasné, že dojde-li ke zvýšení objemové hmotnosti půdy jako důsledku zátěže po dlouhou časovou periodu, je nutné užít jiného termínu: zde je vhodným termínem z oblasti technologických vlastností půdy termín **zpevnění půdy coby stavu stlačení v podmínkách dlouhodobé, statické zátěže doprovázené vypuzováním půdní vody z vodou saturovaného půdního horizontu**.

Hodnotíme-li zhutnění půdy z hlediska obecné charakteristiky jevů, které ho podmiňují, pak je nutné v první řadě zdůraznit, že výsledná objemová hmotnost bude přímým projevem zrnitosti (textury) a obsahu vody daného půdního horizontu. Půdní textura je velmi vůči času rezistentní půdní vlastnost; obsah půdní vody je naopak vlastností s mimořádnou časovou heterogenitou. To znamená, že při různých okamžitých půdních vlhkostech, tj. z ryze praktického hlediska - při různém počasí, vzniká různé nebezpečí dosažení stavu zhutnění půdního povrchu. Tento stav je tedy charakterizován maximální objemovou hmotností půdy, tj. objemovou hmotností daného půdního horizontu nejbližší ke specifické hustotě, měrné hmotnosti, horizontu. V situaci letních přísušků je třeba počítat s tím, že při narůstající

aktuální zátěži půdního povrchu bude při kompakci docházet díky nízké soudržnosti půdních částic a půdních agregátů k dosahování hodnot objemové hmotnosti půdy velmi vzdálené měrné hmotnosti. Z toho vidíme, že se snižováním objemové hmotnosti měříme zvyšující se hodnotu okamžité půdní vlhkosti pro snadnost dosažení zhutnění půdního povrchu, tj. půda je tím snáze zhutnitelná, čímž má vyšší obsah vody. Dále platí, že na vlhké půdě jsou transformace její přirozené struktury, tj. deformace, nepoměrně významnější než na půdě suché – a to vše s tím, že u agregátové struktury povrchových A-horizontů je možno očekávat, že na vlhké půdě neformovatelnost s velikostí agregátů stoupá, resp. na suché půdě platí, že čím jsou půdní agregáty rozměrově větší, tím je neformovatelnost daného A-horizontu nižší.

Tak jak je jasná, že jeden a tentýž půdní horizont se bude chovat naprosto odlišně při měnící se vlhkosti, je jasné, že pro maximální zhutnění bude pro konkrétní zeminu platit přímá vazbu na konkrétní optimální vlhkost. Problematika vlastního nebezpečí zhutnění tak bude spočívat v rozlišení půd, které nejsou zhutnitelné při snadno dosažitelných vlhkostech (výborný výsledek) od půd, které jsou zhutnitelné při běžně dosahovaných vlhkostech (špatný výsledek).

Charakteristika zhutnění však může být podána i z pohledu půdní zrnitosti. Ve své klasické práci Bodman a Konstantin (1965) uvádí, že maximálně dosažitelného zhutnění se dosáhne při kombinaci 80 hmotnostních procent pevných částic frakce písku a 20 % prachu, tj. texturní třídě *loamy sand*. Pro tento případ autoři uvádí hodnoty objemové hmotnosti blízké hmotností měrné a to se zdůvodněním, že nekapilární póry mezi písčitými částicemi jsou zaplnitelné právě daným podílem částic prachových (samozřejmě při postupně narůstající aktuální zátěži daného půdního vzorku); je-li však daný půdní druh charakteristický vyšším podílem prachových a výskytem jílnatých částic, nekapilární póry se jimi již nevyplní, neboť vlastní půdní matrix již přestává být tvořena písčitou frakcí a uplatňují se v ní právě dané jemné půdní frakce.

Zhutnění, kompakce, je vážným problémem, vezmeme-li jak ekologické, tak produkční funkce půdy. Z hlediska zajištění růstových podmínek polních a zahradních plodin a lesních dřevin je možné obecně - tj. bez vazby na konkrétní půdní jednotku - konstatovat, že dosahují-li kola zemědělské a lesnické mechanizace tlaku nad 100 kPa, dochází ke zhutnění povrchového organominerálního horizontu. Tento tlak je intenzivním zemědělstvím,

pastevním, lučním a lesním hospodářstvím zcela běžně dosahován, což vede ke skutečnosti, že většina povrchovým A-horizontů člověkem využívané části kulturní krajiny vykazuje nízké hodnoty objemové hmotnosti – a to jako důsledku poruch přirozeného vývoje půdních těles. Pedokompakce je obecně významná tím, že je negativním faktorem významně ovlivňujícím jak funkce ekologické a produkční, tak výrobní a sociální funkce půd. Zde platí, že pedokompakce je nejnebezpečnější na půdách s nevyvinutou strukturou a s vysokým podílem jílnatých částic.

Význam zhutnění je z hlediska ekologických a produkčních funkcí půdy poté následně manifestován především ve třech směrech:

5. negativní ovlivnění hydrického a aeračního režimu půdy
6. negativní ovlivění ujímavosti sadebního materiálu a klíčení semen polních a travních kultur
7. negativní ovlivnění hloubky a intenzity prokořenění půdy.

Chceme-li realisticky definovat jaký konkrétní význam bude mít zhutnění na studovaném místě, je v první řadě nutné si uvědomit, že klíčovou roli zde hraje okamžitá půdní vlhkost. Půda zcela změněná kompakce je půda, která tohoto stavu dosahuje při různém obsahu vody různě, tj. nebezpečí zhutnění půdy je nebezpečí vázané stejně tak na okamžitý tlak na půdní povrch jako na okamžitý obsah vody v daných půdních horizontech. Etana (1995) konkrétně popisuje lineární charakter vztahu mezi stupněm kompakce a krátkodobou zátěží půdního povrchu a to v rozsahu běžně dosahovaných hodnot okamžité půdní vlhkosti v období mechanického zpracování zemědělské půdy orbou. Maximální zhutnění půdního povrchu tak není vázáno jen na maximální tlak a maximálně pesimální půdní charakteristiky, ale též na optimální vlhkost pro jeho dosažení:

8. dochází-li ke zhutňování půdního povrchu při vlhkosti vyšší než je daná optimální, dojde při zvyšování objemové hmotnosti postupně narůstající aktuální zátěží k zaplnění půdních pórů vodou, v čehož důsledku to bude právě voda, která bude bránit dalšímu zhutnění

9. dochází-li ke zhutňování půdního povrchu při vlhkosti nižší než je daná vlhkost optimální, dojde ke zpomalování hutnění povrchu při postupně narůstající aktuální zátěži jednak zvyšující se půdní kohezí (soudržností) a jednak narůstajícím vnitřním třením a to jak mezi primárními (vlastními půdními pevnými částicemi),tak mezi sekundárními (tj. agregáty pevných částic, tmelených organickými/anorganickými tmelícími látkami) strukturními prvky

10. na druhé straně je vhodné konstatovat, že neplatí jednoduchá úvaha, že čím je půda vlhčí, tím je mechanizace snáze zhutní, tj. snáze dosáhne zvýšení objemové hmotnosti. V řadě případů se na zamokřeném půdním povrchu nesetkáváme se zhutňováním, ale se vznikem hlubokých pojezdových stop, tj. s vytláčením rozbředlé půdní hmoty podél pojezdových drah mechanizačních prostředků. Znovu je však i v této souvislosti nutné připomenout, že dojde-li ke vzniku hluboké pojezdové stopy („koleje“) mechanizačního prostředku, tak stejná hloubka stopy je na různých půdách různě nebezpečná, tj. může vést k omezení ekologických a produkčních funkcí daných půdních těles vůči zde pěstovaných různých plodinám a dřevinám zcela různě výrazným dopadem.

Klasickou prací v problematice hutnění půdního povrchu mechanizačními prostředky je práce Weavera a Jamisona (1951), která ukazuje, že okamžitá půdní vlhkost ideální pro dosažení maximálního zhutnění je velmi blízká té hodnotě, která je díky spodní hranici plasticity půdy optimální též pro mechanizované zpracování půdy mechanizačními prostředky.

Velmi moderní a koncepčně významnou prací v dané problematice je práce Leberta et al. (2007), kde se jednak zdůrazňuje význam indikátorů změn půdní struktury ve vazbě na změny právě ekologických a produkčních funkcí půdy a jednak představuje pojetí *pre-compression stress* vs. *loading ratio* zacílené na identifikace škodlivé (*harmful*) kompakce půd a to půd s převahou jílnatých a prachovitých půdních částic (*corresponding treshold values*).

5.2 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA ROZSAHU DEGRADAČNÍHO FAKTORU PEDOKOMPAKCE PRO ÚZEMÍ ČR (ZEMĚDĚLSKÁ PŮDA).

Existuje-li nebezpečí výrazněji snadnějšího dosažení stavu maximálního zhutnění při rostoucím obsahu jílnatých částic v půdním tělese, pak prvním kritériem významnosti rozsahu degradačního faktoru pedokompakce pro území ČR bude výskyt půdotvorných substrátů s vysokým podílem jílu. Kromě vlastních sedimentogenních jílů, slínů a flyšových jílů se jedná o následující horniny: jílovité břidlice, opuky, těžší svahové hlíny a svahoviny jako takové.

Dané oblasti České republiky jsou – rámcově – následující:

1. algonkinské fylitické jílovité břidlice
    a. mezi Horšovským Týnem a Stříbrem, pokračování severně od Stříbra
    b. mezi Klatovy a Rokycany
    c. mezi Plasy a Kladnem
    d. mezi Dobříší a Úvaly
    e. Železné hory
2. ordovické jílovité břidlice
    a. mezi Plzní a Brandýsem nad Labem
    b. Železné hory
3. kulmské jílovité břidlice (spodní mořský karbon)
    a. Drahanský kulm
    b. kulm Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů
4. opuky
    a. mezi Louny a Kladnem
    b. mezi Roudnicí a Poděbrady
    c. okolí Dvora Králové
    d. mezi Opočnem a Ledovicemi
5. těžší sprašové hlíny
    a. Podkrušnohorské pánve

b. povodí Ohře
c. povodí Jizery
d. mezi Kladnem a Litoměřicemi
e. oblast osoblažské křídy
f. mezi Brnem a Rakvicemi
g. oblast středního toku Moravy
h. Ostravská pánev

6. svahoviny
   a. mezi Českými Budějovicemi a Strakonicemi
   b. Třeboňská pánev a jižně do předhůří Novohradských hor
   c. mezi Jičínem a Náchodem
   d. podhůří Orlických hor
   e. Boskovická brázda
   f. Vsetínské a Hostýnské vrchy

Obecně je možno konstatovat, že nebezpečí zhutnění je lokalizováno na větším počtu území malého rozsahu. Většinou se jedná o kolinní a submontánní výškové stupně se zastoupením lokalit jak v Českém masivu a Západních Karpat, tak Vídeňské pánve a Středopolské nížiny. Nelze tedy obecně vymezit jednotlivé oblasti jinak než výše uvedeným výčtem.

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:

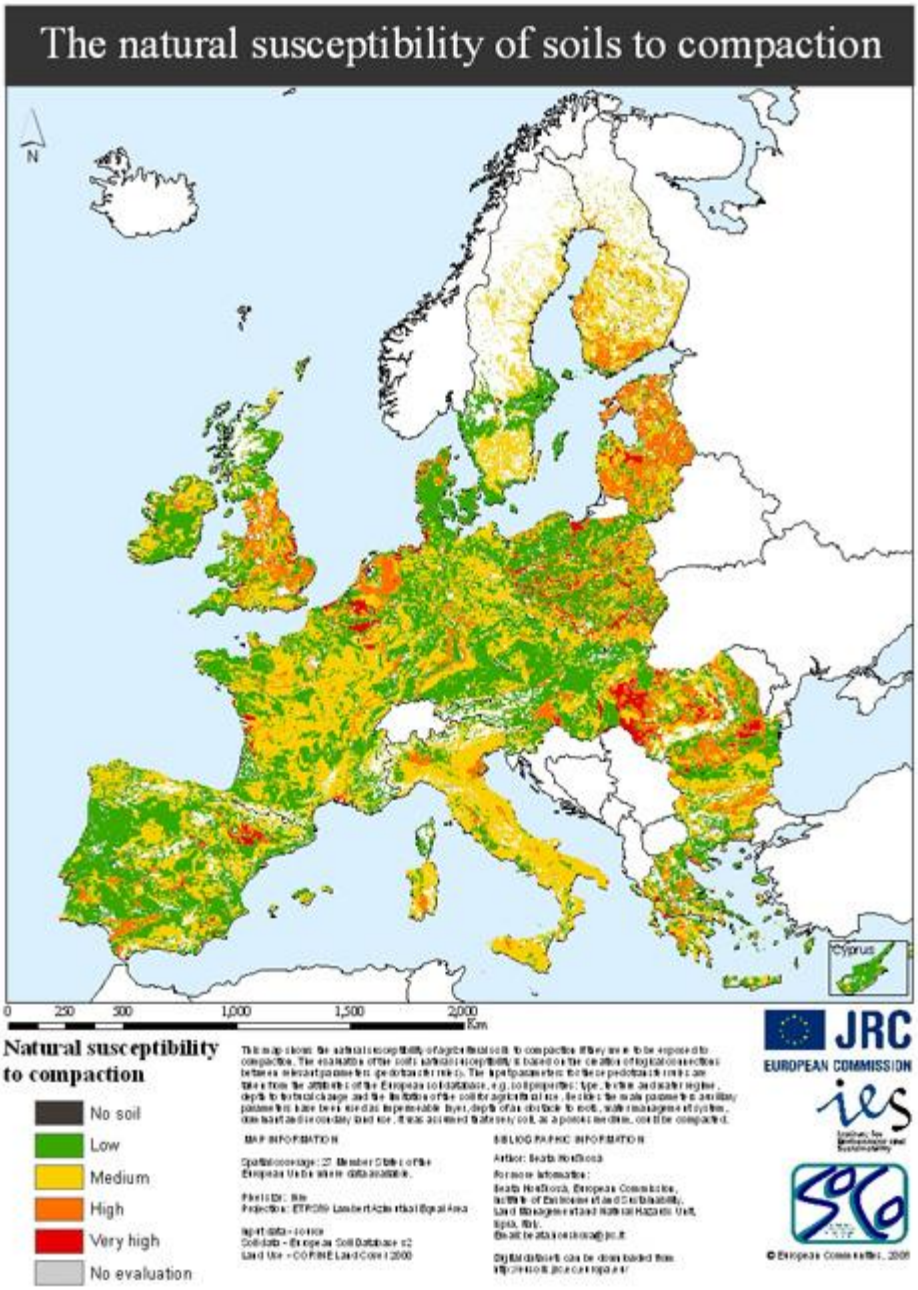
- zpracování a půdy ve vhodném vlhkostním stavu,
- omezení pojezdů těžkých mechanismů, počtu pojezdů, pojezdů na jaře a po orbě, ježdění v téže koleji, rozložení hmotnosti pojezdových vozidel,

- 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.

5.3 MAPOVÉ ZOBRAZENÍ AREÁLŮ PŮDNÍCH TYPŮ NÁCHYLNÝCH NA UTUŽOVÁNÍ

Mapa vytvořená popsanou metodikou je na obrázku 5.1. , (převzato z internetových stránek http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/themes/compaction/)

Obrázek 5.1.


The natural susceptibility of soils to compaction
N
Cyprus
0 250 500 1,000 1,500 2,000
Km
Natural susceptibility to compaction
No soil
Low
Medium
High
Very high
No evaluation
JRC
EUROPEAN COMMISSION

6 SROVNÁVACÍ ČASOVÁ ANALÝZA ZHUTNĚNÍ S VYUŽITÍM ÚDAJŮ MONITORINGU PŮD

6.1 STATISTICKÉ ANALÝZY ZMĚN UTUŽOVÁNÍ ZPF - ČASOVÉ ŘADY TERÉNNÍCH PENETROMETRICKÝCH MĚŘENÍCH NA ÚZEMÍ ČR

Sledovány jsou vybrané pozorovací plochy bazálního monitoringu půd (BMP) v regionu jižní Moravy plus jedna samostatná plocha poblíž plochy BMP s odlišným způsobem hospodaření (Jaroměřice nad Rokytnou) a dále pozorovací plochy BMP v regionu jižních Čech, u kterých se navázalo na předchozí měření. Z ploch BMP jsou vybrány ty, které splňují navržená kritéria: vybraný půdní typ (černozem, hnědozem, fluvizem, kambizem, pseudoglej), nízká skeletovitost, dobrá přístupnost, dobrá komunikace s agronomem.

Měření utuženosti půdy bylo prováděno na 11 lokalitách BMP + jedné doplňkové plochy. Z důvodů organizačních je většina ploch vybrána v Brněnském regionu a část v Jihočeském regionu.

6.2 TERMÍN MĚŘENÍ A ODBĚRU VZORKŮ

Měření a odběry vzorků probíhaly dvakrát ročně vždy v jarním a podzimním termínu za vhodných půdních vlhkostních podmínek a to nejlépe po skončení přípravy půdy k setí nebo sázení a po sklizni pěstované plodiny.

6.3 POSTUP MĚŘENÍ A ODBĚRU VZORKŮ

Měření bylo prováděno na vybraných plochách. Na každé pozorovací ploše bylo vždy provedeno deset měření penetrometrem podle odběrového schématu „ po lomené čáře“ (obr. 1).

Obrázek 1: Odběrové schéma „po lomené čáře“

Při vlastním měření penetrometrem uchopí pracovník penetrometr ve svislé poloze za madla, nohou zajistí přítlačnou plošku měřícího pravítka. Po zapnutí a vynulování přístroje je měřící jehla plynule zatlačována do půdy, na velkou rychlost vpichu upozorní zvukový signál penetrometru, na který je třeba reagovat opakovaným měřením, provedeným o několik centimetrů dál, aby nebylo ovlivněné předchozím měřením. Stejně tak je třeba postupovat v situaci, kdy po zapíchnutí jehly do několika centimetrů nelze dále plynule pokračovat. To se stane zejména při nárazu jehly do kamene. Při vzniku popsaných událostí se naměřená hodnota na penetrometru vynuluje a do jeho paměti uloží až následná, řádně změřená, data. Měření se provádí do hloubky 72 cm, pokud to za daných podmínek jde, nebo do největší možné dosažitelné hloubky. Naměřené hodnoty jsou zaznamenávány po 4 cm a z jednoho vpichu je tedy možno získat 18 hodnot odporu půdy uvedených v MPa.
Současně se odebírá 5 porušených půdních vzorků pro zjištění půdní vlhkosti, nebo se zjistí vlhkost půdy elektronickým vlhkoměrem. První vzorek se odebírá z hloubky 4 – 8 cm, dále 16 – 20 cm, 36 – 40 cm, 52 – 56 cm a 68 – 72 cm. Odběr se provádí půdním vrtákem nebo půdní sondýrkou do vysoušečky, vzorek se co nejdříve zváží a poté se předá do laboratoře ke stanovení momentální (momentní) vlhkosti.

Mediány a průměry odporu půdy za jednotlivé plochy v letech 2009 - 2011 jsou uvedeny v příloze č. 1. Červeně jsou označeny plochy BMP na zkušebních stanicích UKZUZ, zeleně pak 6

plocha s TTP, ostatní plochy jsou orná půda zemědělských podniků. Křivky penetračního odporu půdy byly vytvořeny jako regresní křivky polynomu 6 stupně, který nejlépe odpovídal rozložení naměřených hodnot. Tyto křivky za jednotlivé plochy a období měření 2009 - 2011 jsou uvedeny v příloze 2 spolu s naměřenými hodnotami půdní vlhkosti a vyznačenými kritickými hodnotami penetračního odporu dle Lhotského (tabulka 4.2). Kritické hodnoty penetračního odporu jsou vybrány na základě půdního druhu v dané lokalitě a to v ornici (0 – 32 cm) a podorničí (32 – 72 cm) a jsou nastaveny v dolní části popisovaného rozmezí.

V roce 2011 proběhlo třetí měření penetračního odporu půdy. Na všech sledovaných plochách došlo ke zhoršení naměřených hodnot penetračního odporu oproti předchozím sledovaným rokům zejména v podorničí. Toto zhoršení však není v důsledku zemědělské

činnosti, ale jeho příčinou jsou klimatické podmínky, které v roce 2011 ve sledovaných obdobích (jaro, podzim) panovaly a to je sucho. Potvrzují nám to křivky půdní vlhkosti v grafech v příloze č. 2, jejichž hodnoty se v roce 2011 pohybují většinou v rozmezí kolem 15 hmotnostních procent, naproti předchozím rokům, kde je to hodnota kolem 20 hmotnostních procent. Tento vliv je nejvíce patrný na plochách nacházejících se v Brněnském regionu viz příloha č. 3. Celkově se dá říci, že vlhkost půdy v době měření má zásadní vliv na naměřené hodnoty. Proto se při jarním měření získávaly výsledky, které nejvíce odpovídaly realitě.

Dalším faktorem ovlivňujícím hodnoty penetračního odporu především ve vrstvě ornice byla přítomnost či nepřítomnost pěstované plodiny a provedená agrotechnická opatření. Toto je například patrné v příloze 2 rok sledování 2011 v grafu Jaroměřice I, kdy v jarním termínu měření na pozemku byla vzrostlá ozimá pšenice a hodnoty penetračního odporu jsou vyšší než při podzimním měření, kdy na pozemku byla provedena podmítka. Tuto skutečnost potvrzují i další grafy z jednotlivých let měření 2009 - 2011.

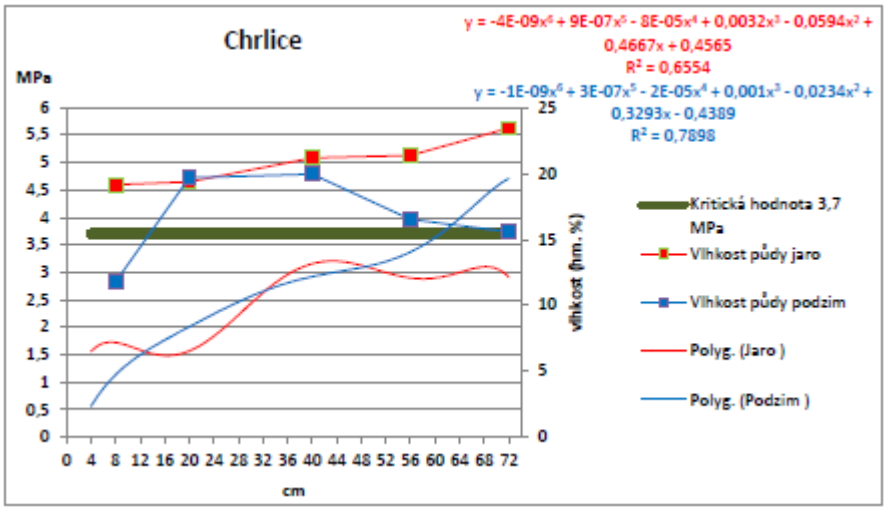
V neposlední řadě má vliv na hodnoty penetračního odporu agrotechnika – správné termíny, použitá technika atd. v závislosti na půdním druhu. K podobným závěrům došel ve své práci i Ki-Yuol Jung a kol.(2010), který prováděl hodnocení vlivů agrotechnických systémů, umístění v terénu (vrchol, svah a úpatí svahu) a jejich interakce na utužení půdy v rámci půd v jílovitých pánvích. Tento faktor je možné pozorovat při porovnání ploch, na kterých hospodaří zemědělské podniky využívající převážně těžkou mechanizaci a sdružující agrotechnické postupy a ploch zkušebních stanic ÚKZÚZ, kde se používá lehká technika a v co největší míře se dodržují agrotechnické lhůty s ohledem na vlhkostní stav půdy. Vliv mechanizace a jejich pojezdů na poli popisují práce A. Tolon Becerra a kol. (2010), G. F. Botta a kol (2012), A. Zink a kol. (2011), kteří varují před nadměrným pojezdem těžkou mechanizací po zemědělských pozemcích za nepříznivých půdních podmínek. Plochy na zkušebních stanicích dosahují v porovnání s ostatními plochami, na nichž hospodaří zemědělské podniky, příznivějších hodnot penetračního odporu a to jak v ornici tak i hlouběji v podorničí. Na těchto plochách dochází k pozvolnému zvyšování odporu půdy s hloubkou. Tento kontrast je dobře patrný na plochách Jaroměřice I (ZS ÚKZÚZ) a Jaroměřice II

(zemědělský podnik). Vliv půdního druhu je patrný na dvou plochách a to Pašice a Nivnice, u kterých je v podorničí diagnostikován jílovitohlinitý půdní druh. Hodnoty penetračního odporu a jejich křivky u obou lokalit jsou jedny z nejvyšších v porovnání s ostatními plochami. V příloze 3 jsou uvedeny společně křivky penetračního odporu za roky 2009 - 2011. Je z nich patrné, jak je zmíněno výše, že pěstovaná plodina a agrotechnika pro danou plodina spolu s vlhkostí půdy a půdním druhem má vliv na penetrační odpor.

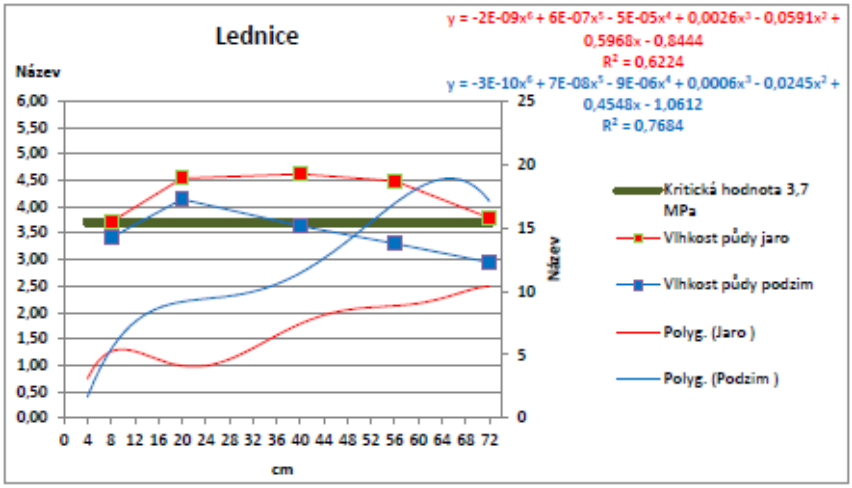
Pro jarní hodnoty penetračního odporu za celou dobu sledování byla provedena statistická analýza, která je uvedena v příloze č. 4., která měla poskytnout informaci, zda došlo během těchto tří let ke změnám. Tabulka 5 přehledně uvádí, které roky na pozorovaných plochách byly statisticky průkazně rozdílné. Z analýzy vyplývá, že rok 2011 se u všech ploch odlišuje, což je dáno, jak jsem zmínil výše, nepříznivými klimatickými podmínkami (sucho) v době měření. Analýza ukázala, že během sledování došlo k nárůstu hodnot penetračního odporu u ploch Jaroměřice I, přestože tato plocha je z hlediska křivek penetračního odpor v závislosti na kritických hodnotách utužení jednou z nejlepších, Stráž nad Nežárkou, Pašice, Dražíč a v posledních dvou letech sledování i Libějovice. Příčiny tohoto „zhoršení“ je těžké vysledovat a ke zjištění vývoje trendu utužení půdy na sledovaných lokalitách by bylo zapotřebí delší doby a opakovaných měření.

6.4 GRAFICKÁ INTERPRETACE VÝSLEDKŮ MONITORINGU PEDOKOMPAKCE PRO ODBĚROVÉ LOKALITY

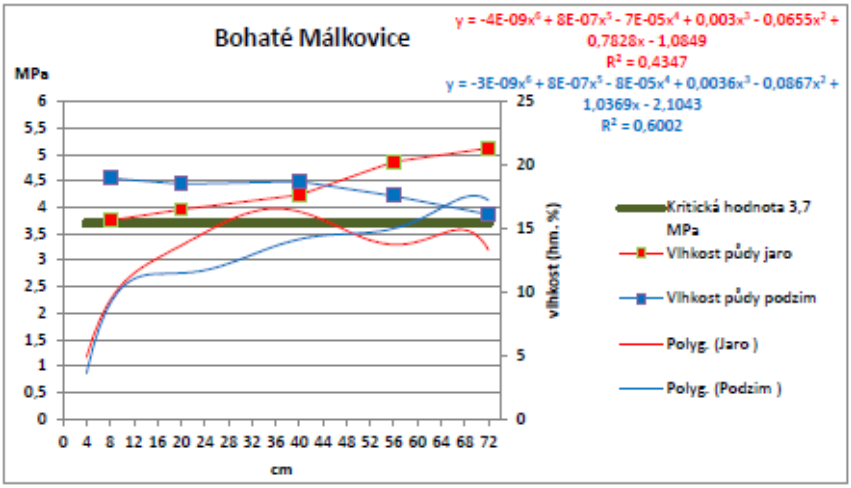
Graf 6.1



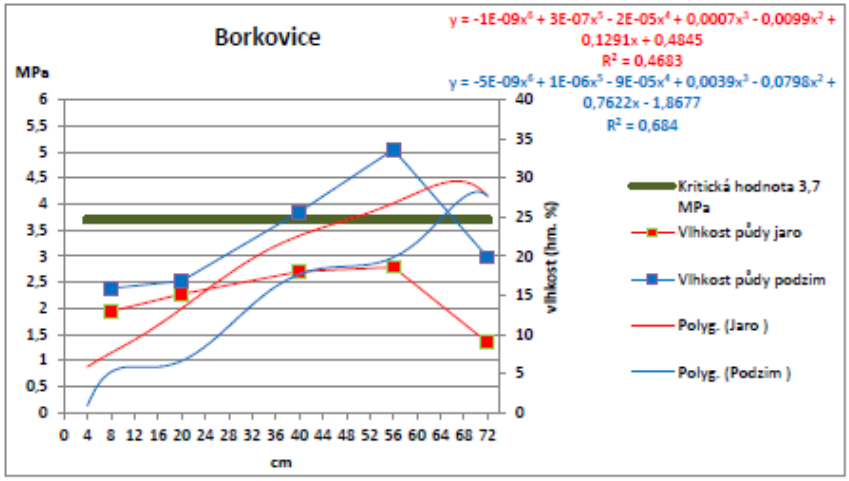
Graf 6.2



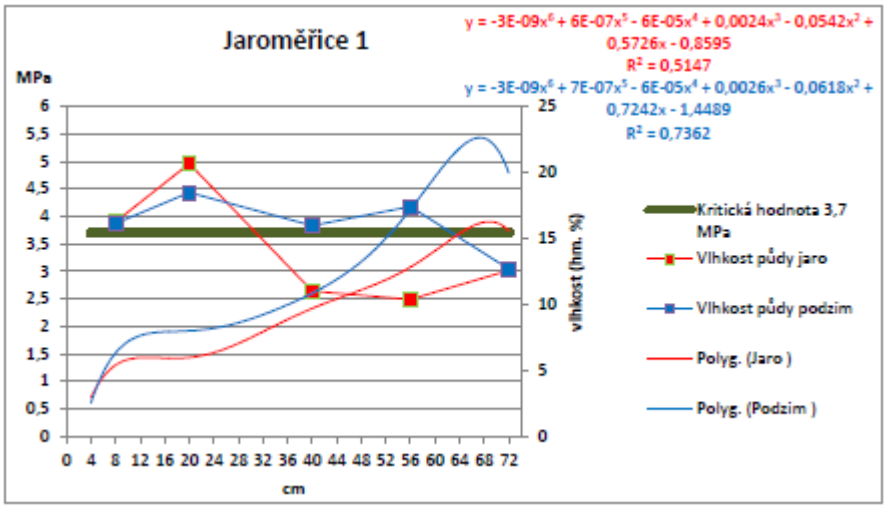
Graf 6.3



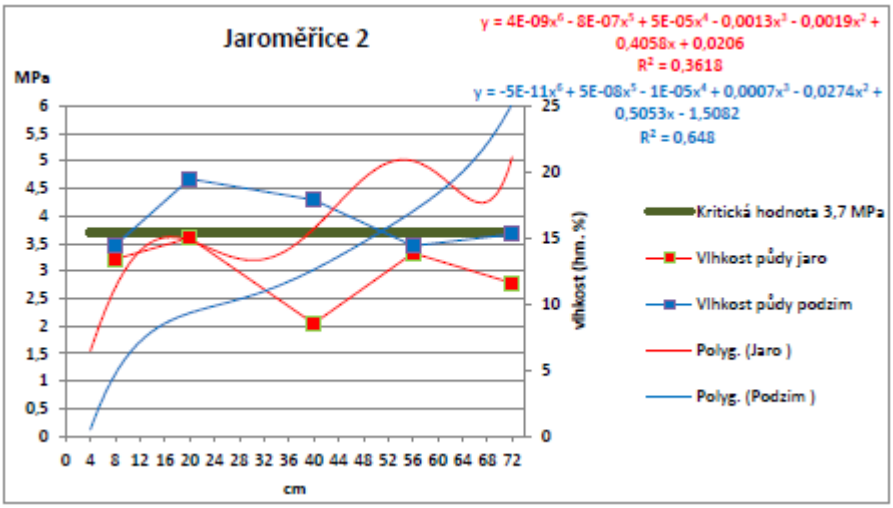
Graf 6.4



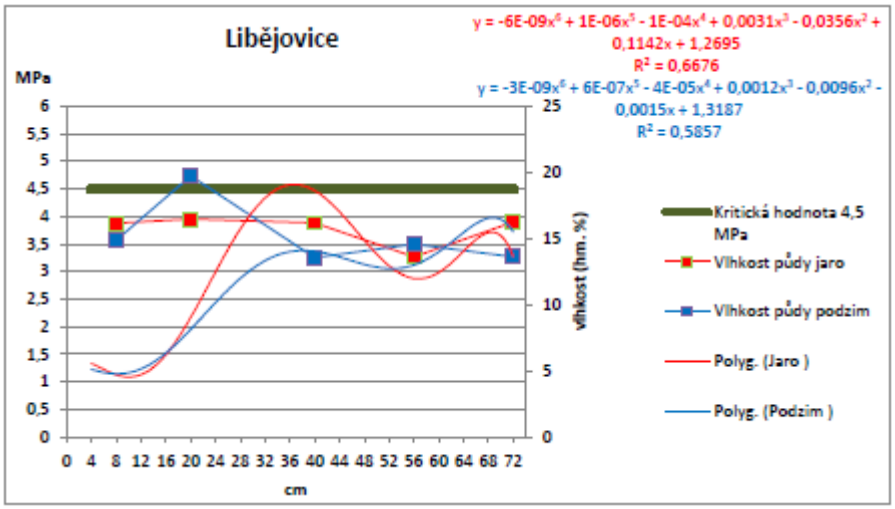
Graf 6.5



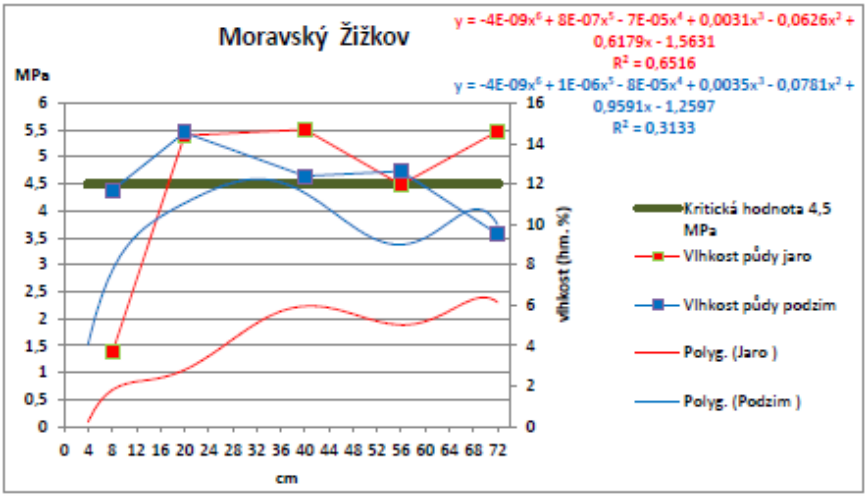
Graf 6.6



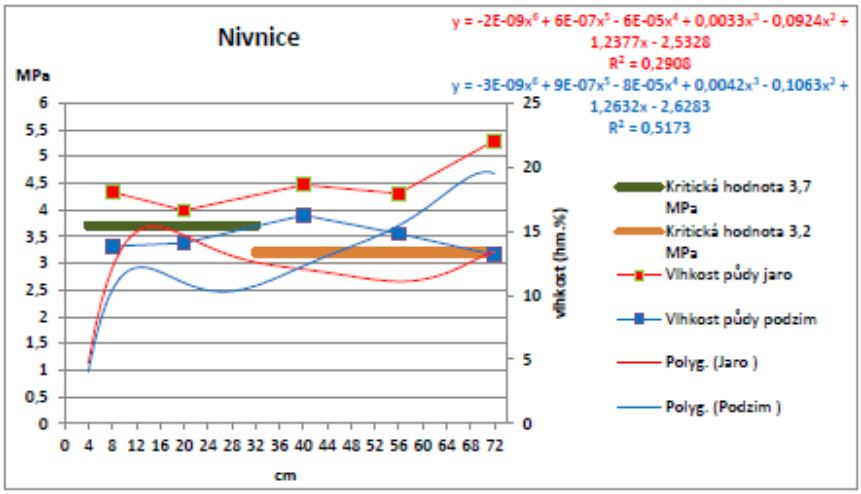
Graf 6.7



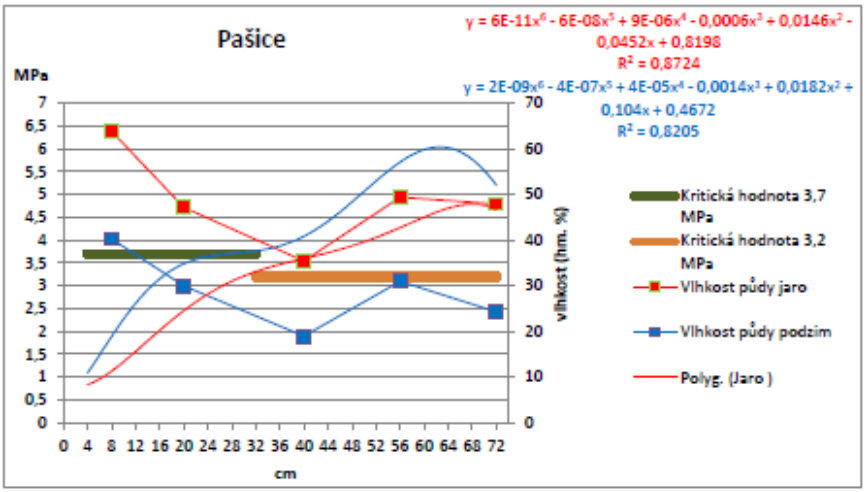
Graf 6.8



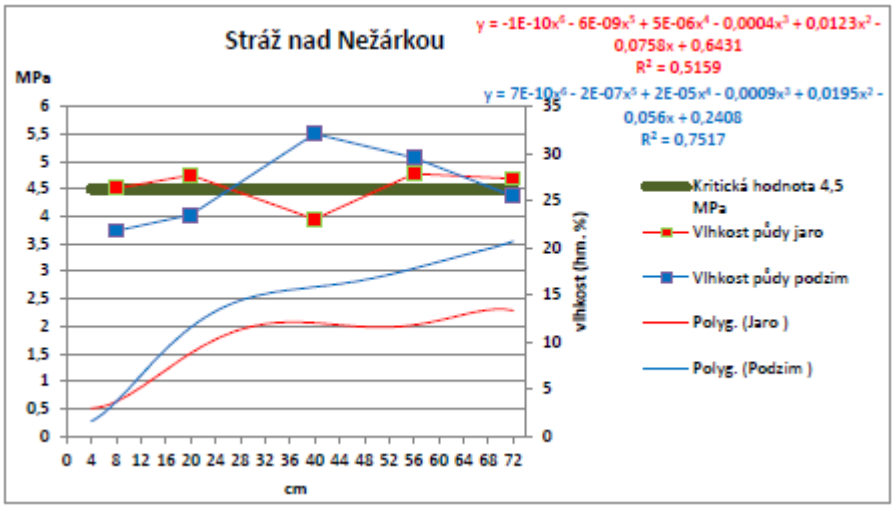
Graf 6.9



Graf 6.10



Graf 6.11



6.5 ZÁVĚR

Z tříletého sledování penetračního odporu půdy na vybraných plochách BMP vyplývá, že na naměřené hodnoty má zásadní vliv vlhkost v době měření, což se prokázalo v roce 2011. Proto jaro, kdy jsou nejoptimálnější vlhkostní podmínky, je ideální pro měření utužení půdy. Dalšími podstatnými vlivy jsou přítomnost či nepřítomnost plodiny na ploše a použitá agrotechnická opatření.

Ze statistické analýzy vyplývá, že u ploch Jaroměřice 1, Stráž nad Nežárkou, Pašice a Dražíč došlo při tomto tříletém sledování každý rok k statisticky průkazným změnám v hodnotách penetračního odporu. Lze pouze spekulovat, jestli se jedná o setrvalý trend nebo o výsledek extrému roku 2011.

7 KONKRÉTNÍ PENETROMETRICKÁ MĚŘENÍ NA VYTIPOVANÝCH LOKALITÁCH JAKO PODKLAD PRO VYHODNOCENÍ VLIVU PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ A ZPŮSOBU HOSPODAŘENÍ NA MÍRU PEDOKOMPAKCE

7.1 ÚVOD

Na dvou modelových lokalitách bylo provedeno penetrometrické měření za účelem vyhodnocení míry pedokompakce jako parametru zásadně ovlivňujícího vodní režim půd. Bylo provedeno srovnání s optimálními hodnotami a na jedné lokalitě bylo provedeno měření na referenčních plochách bez uplatnění faktoru způsobujícího pedokompakci (těžká mechanizace)

7.2 MATERIÁL A METODY

Pro hodnocení byly vybrány dvě lokality s výskytem půd zranitelných k pedokompakci a současně vystavené vysokému impaktu vlivem pojezdů těžké mechanizace. Výběr byl proveden na základě konzultace s vlastníky půdy a na základě zjištění o používané mechanizaci.

Lokality pro hodnocení: k.ú Vedrovice, k.ú. Vlčnov.

7.3 ŠETŘENÍ K.Ú. VEDROVICE A OLBRAMOVICE U MORAVSKÉHO KRUMLOVA

Pozemky náležejí do zemědělského půdního fondu:

půdní blok č. 5801/5 - výměra - 27,44 ha, k.ú. Vedrovice

půdní blok č. 7901/27 - výměra 5,79 ha, k.ú. Vedrovice

půdní blok č. 7901/28 - výměra 1,62 ha, k.ú. Olbramovice u Moravského Krumlova

Na ploše zájmových pozemků se nacházejí bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ):

BPEJ 0.01.00- třída ochrany ZPF I.

BPEJ 0.08.10- třída ochrany ZPF II.

BPEJ 2.08.00- třída ochrany ZPF II.

BPEJ 2.08.10- třída ochrany ZPF II.

BPEJ 2.10.00- třída ochrany ZPF I.

BPEJ 2.10.10- třída ochrany ZPF II.

BPEJ 2.22.10- třída ochrany ZPF IV.

Klimatický region 1 - teplý, suchý

Charakteristika hlavních půdních jednotek (vyhl. č. 327/1998 Sb. v platném znění):

HPJ 01 Černozemě modální, černozemě karbonátové, na spraších nebo karpatském flyši, půdy středně těžké, bez skeletu, velmi hluboké, převážně s příznivým vodním režimem.

HPJ 08 Černozemě modální a černozemě pelické, hnědozemě, luvizemě, popřípadě i kambizemě luvické, smyté, kde dochází ke kultivaci přechodného horizontu nebo substrátu na ploše větší než 50 %, na spraších, sprašových a svahových hlínách, středně těžké i těžší, převážně bez skeletu a ve vyšší sklonitosti.

HPJ 10 Hnědozemě modální včetně slabě oglejených na spraších, středně těžké s mírně těžší spodinou, bez skeletu, s příznivými vláhovými poměry až sušší.

HPJ 22 Půdy jako předcházející HPJ 21 (Půdy arenického subtypu, regozemě, pararendziny, kambizemě, popřípadě i fluvizemě na lehkých, nevododržných, silně výsušných substrátech) na mírně těžších substrátech typu hlinitý písek nebo písčitá hlína s vodním režimem poněkud příznivějším než předcházející.

Celkově se v průměru jedná o velmi úrodné půdy avšak relativně zranitelné k působení degradačních faktorů eroze, zhutnění a ztráty organické hmoty. Pojezdy technikou byly na pozemcích prováděny frekventovaně v nevhodných termínech, kdy při vyšší vlhkosti půdy dochází k nadměrnému zhutnění. Nebyly praktikovány žádné preventivní opatření proti degradaci půdy. Takto došlo ke značnému poškození půdního pokryvu na předmětných pozemcích s přímými i nepřímými dopady na produkční i ekologické vlastnosti.

7.4 ŠETŘENÍ K.Ú. VLČNOV

Předmětem hodnocení jsou pozemky v k.ú. Vlčnov, místní část Černá hora.

Na ploše zájmových pozemků se nacházejí bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ):

Tabulka 7.1 Výčet BPEJ na ploše provádění měření pedokompakce v k.ú. Vlčnov

BPEJ	Parcelní číslo	Výměra (m^2)	Třída ochrany ZPF	Bodová výnosovost půdy *
3.07.00	4643/26	5182	3	78
3.07.10	4643/26	1726	3	69
3.07.10	4603/29	1548	3	69
3.20.51	4603/29	1143	4	42
celkem		9599		

* Bodová výnosnost půdy je číselné vyjádření produkčního potenciálu na stupnici od 0 do 100

Klimatický region 3 - teplý, mírně vlhký

Charakteristika hlavních půdních jednotek (vyhl. č. 327/1998 Sb. v platném znění):

HPJ 07

Smonice modální a smonice modální karbonátové, černozemě pelické a černozemě černické pelické, vždy na velmi těžkých substrátech, celoprofilově velmi těžké, bezskeletovité, často povrchově periodicky převlhčované

HPJ 20

Pelozemě modální, vyluhované a melanické, regozemě pelické, kambizemě pelické i pararendziny pelické, vždy na velmi těžkých substrátech, jílech, slínech, flyši, tercierních sedimentech a podobně, půdy s malou vodopropustností, převážně bez skeletu, ale i středně skeletovité, často i slabě oglejené

7.5 METODIKA VYHODNOCENÍ POŠKOZENÍ PŮDY

Vyhodnocení poškození půdy - degradace pedokompakcí bylo provedeno měřením digitálním penetrometrem přímo v polních podmínkách. K měření byl použit penetrometr PN 10 (ČZU v Praze) s vrcholovým úhlem kužele 30° (ASAE Standards, 1996). Měření uskutečnilo na částech pozemků s předpokládanými rozdíly utužení a současně na sousedním pozemku, správně obhospodařovaném, který byl považován za referenční. Na předmětných pozemcích se měření provádělo na lokalitách evidentně poškozených, které byly označeny jako "pojezd" a "souvratě" a dále na lokalitách považovaných vizuálně za méně poškozené, které byly označeny jako "nepojeto". Odhadem je pojezdem poškozeno cca 40% ploch předmětných pozemků.

Referenční měření na sousedních pozemcích bylo provedeno na stejné BPEJ jako na předmětných pozemcích a kromě dvou případů také se stejnou plodinou. Popis ploch je uveden v tabulce 7.2.

Měřená plocha měla cca tvar kruhu o poloměru 10 m. Na každé měřené ploše bylo provedeno 5 vpichů penetrometrem s digitálním záznamem, který byl následně v kanceláři převeden do počítače.

Data byla statisticky a graficky zpracována za účelem dokumentace stupně poškození. Vyhodnocení výsledků bylo provedeno zpracováním SW Excel a Statistica. Výsledky byly porovnány s kritérii uváděnými pro hodnocení pedokompakce.

Pro vizualizaci dat byly použité boxploty (=krabicové grafy, =box and whiskers grafy), kde střední hodnota (=medián, =50% kvantil) je znázorněna čárkou v krabičce, okraje krabičky označují 25% a 75% kvantily, vousky označují 5% a 95% kvantily, a odlehlé hodnoty jsou značeny kroužkem, extrémy hvězdičkou.

Pro porovnání rozdílů mezi skupinami byla použita metoda Kruskal-Wallisův test. Jeho výsledné p-hodnoty (znázorňující červenou barvou signifikanci rozdílu mezi dvěma skupinami) jsou uvedeny v tabulkách pod grafy. Kruskal Wallisův test byl vybrán z důvodů rozdílných velikostí souborů a jejich heterogenitě.

Přehled provedených měření udává tabulka 7.2.

Tabulka 7.2.Přehled provedených měření na lokalitě Vedrovice

Půdní bloky	Plochy pozemku s předpokládaným stupněm poškození	Počet měřených ploch
Chrást	Souvratě	2
	Pojezd	4
	Nepojeto	3
	Referenční	3
Dófilka	Pojezd	2
	Referenční	2

Tabulky 7.3-7.5 udávají referenční hodnoty pro porovnání a vyhodnocení výsledků.

Za základ vyhodnocení slouží kritické hodnoty, které publikoval Lhotský (1994). Pro střední (jílovitohlinitou až hlinitou) půdu je za kritickou hodnotu považována mez 3,5 - 4 MPa.

Tabulka 7.3. Kritické hodnoty škodlivého zhutnění půd podle Lhotský, 1992

	Půdní druh					
	jíl	jílovito-hlinitá	hlinitá	písčito-hlinitá	hlinito-písčitá	písčitá
Penetrační odpor MPa	2,8-3,2	3,2-3,7	3,7-4,2	4,5-5,0	5,5	6,0
Při vlhkosti % hm.	28-24	24-20	18-16	15-13	12	10

Dále je možno hodnotit výsledky podle tříd penetračního odporu (Tabulka 7.4).

Tabulka 7.4 : 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

Klasifikaci zranitelnosti - náchylnosti ke zhutnění pro jednotlivé HPJ provedl Novák

Tabulka 7.5 Hodnocení vlastností půdy vzhledem k náchylnosti ke zhutnění podle HPJ - výtah pro relevantní HPJ na předmětných pozemcích (Novák, 1999)

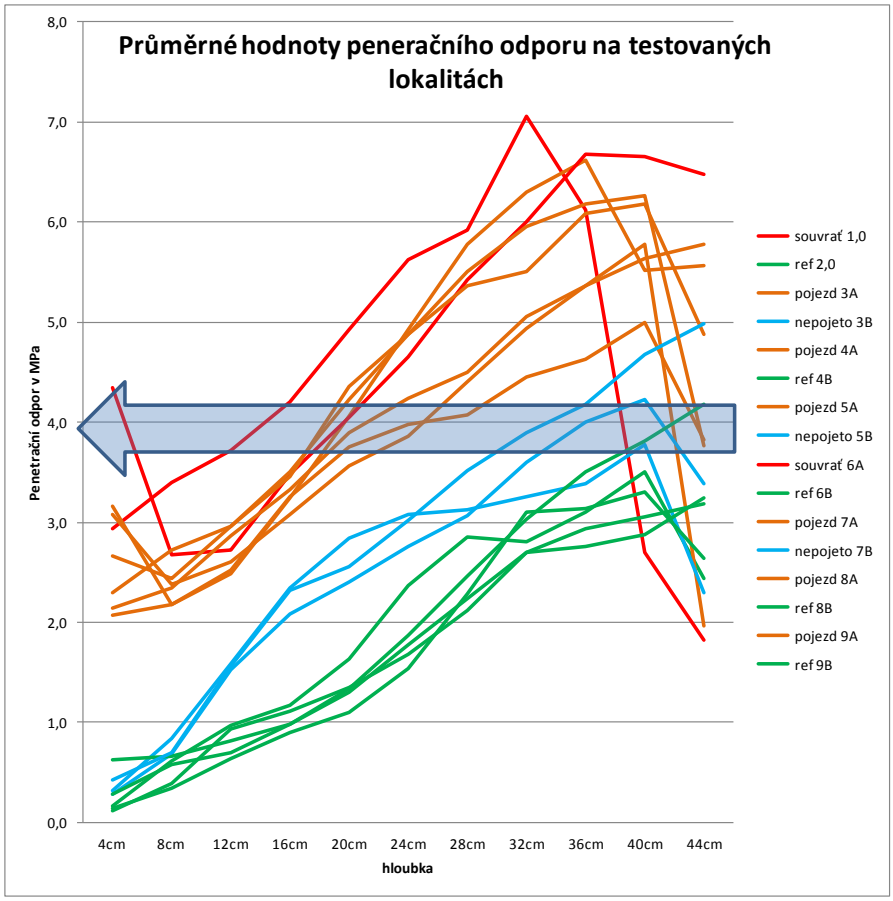
HPJ	Náchylnost ke zhutnění
01	I. (nízká)
08	II. (střední)
10	II. (střední)
22	I. (nízká)

7.6 VÝSLEDKY

7.6.1 Vedrovice

Základní výstupy grafického hodnocení průměrných hodnot penetračního odporu jsou na Grafu 7.1.

Graf 7.1.



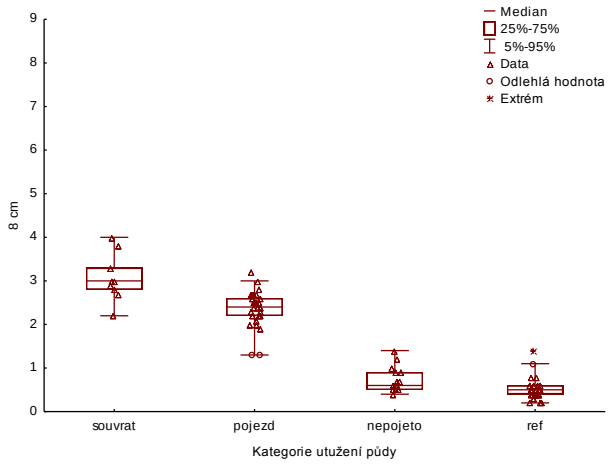
Každá křivka je tvořena průměrnými hodnotami z 5 vpichů, Šipka značí rozmezí kritických hodnot pro hlinité půdy

Výsledky ukazují překročení hodnot kritického zhutnění v hloubce 20 - 40 cm pro všechny testovací plochy na souvrati a s pojezdem. U jedné testovací plochy byly kritické hodnoty překročeny i na testovací ploše "nepojeto", avšak až od hloubky 36 cm.

Dále byla provedena statistická analýza utužení půdy v pěti hloubkách: 8, 20, 32, 36, 40 cm, dle záznamu penetrometru.Data pro statistické vyhodnocení obsahovala 81 vzorků pro pět kategorií hloubky půdy - 8, 20, 32, 36, 40 cm. Vzorky byly rozděleny do kategorií dle utužení půdy – „souvrať“ (9 vzorků), „pojezd“ (29 vzorků), „nepojeto“ (15 vzorků), „ref“ (28 vzorků). Cílem analýzy bylo ověřit, zdali jsou mezi kategoriemi utužení půdy patrné signifikantní rozdíly na základě statistické analýzy dat. Toto se ověřovalo zvlášť v pěti různých hloubkách. Výsledky statistického vyhodnocení jsou znázorněny na grafech 7.2-7. 6 a příslušných tabulkách.

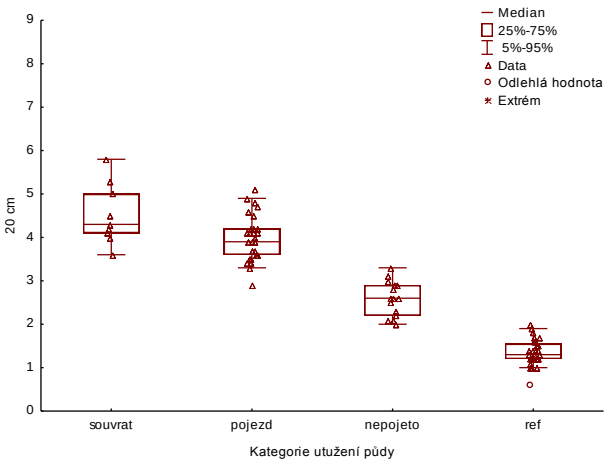
Boxploty a tabulky s analýzou rozptylu

Graf 7.2. Analýza rozdílů mezi kategoriemi utužení půdy v hloubce 8 cm



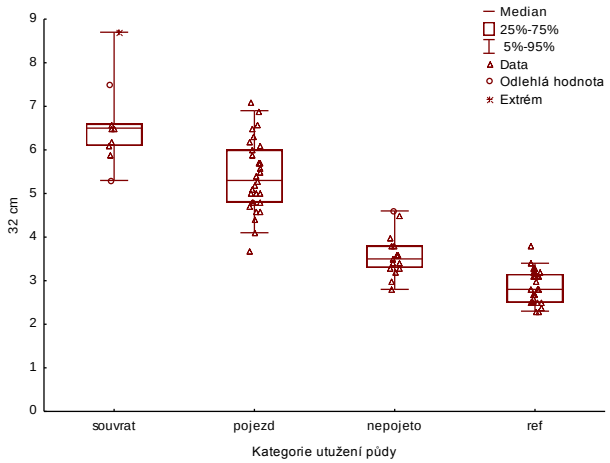
Hloubka 8 cm	souvrať	pojezd	nepojeto	ref
souvrať		0.68	0.00	0.00
pojezd	0.68		0.00	0.00
nepojeto	0.00	0.00		0.67
ref	0.00	0.00	0.67	

Graf 7.3. Analýza rozdílů mezi kategoriemi utužení půdy v hloubce 20 cm



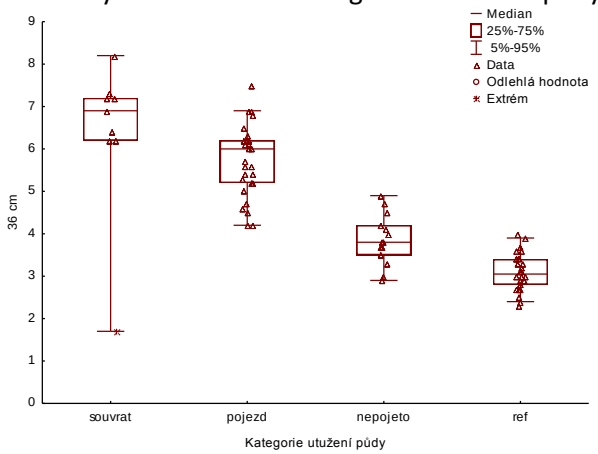
Hloubka 20 cm	souvrať	pojezd	nepojeto	ref
souvrať		1.00	0.00	0.00
pojezd	1.00		0.01	0.00
nepojeto	0.00	0.01		0.02
ref	0.00	0.00	0.02	

Graf 7.4. Analýza rozdílů mezi kategoriemi utužení půdy v hloubce 32 cm



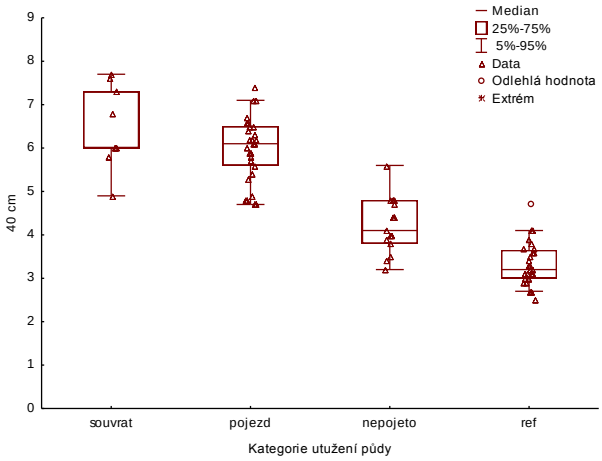
Hloubka 32 cm	souvrať	pojezd	nepojeto	ref
souvrať		0.90	0.00	0.00
pojezd	0.90		0.00	0.00
nepojeto	0.00	0.00		0.12
ref	0.00	0.00	0.12	

Graf 7.5. Analýza rozdílů mezi kategoriemi utužení půdy v hloubce 36 cm



Hloubka 36 cm	souvrať	pojezd	nepojeto	ref
souvrať		1.00	0.01	0.00
pojezd	1.00		0.00	0.00
nepojeto	0.01	0.00		0.19
ref	0.00	0.00	0.19	

Graf 7.6. Analýza rozdílů mezi kategoriemi utužení půdy v hloubce 40 cm



Hloubka 40 cm	souvrať	pojezd	nepojeto	ref
souvrať		1.00	0.01	0.00
pojezd	1.00		0.00	0.00
nepojeto	0.01	0.00		0.13
ref	0.00	0.00	0.13	

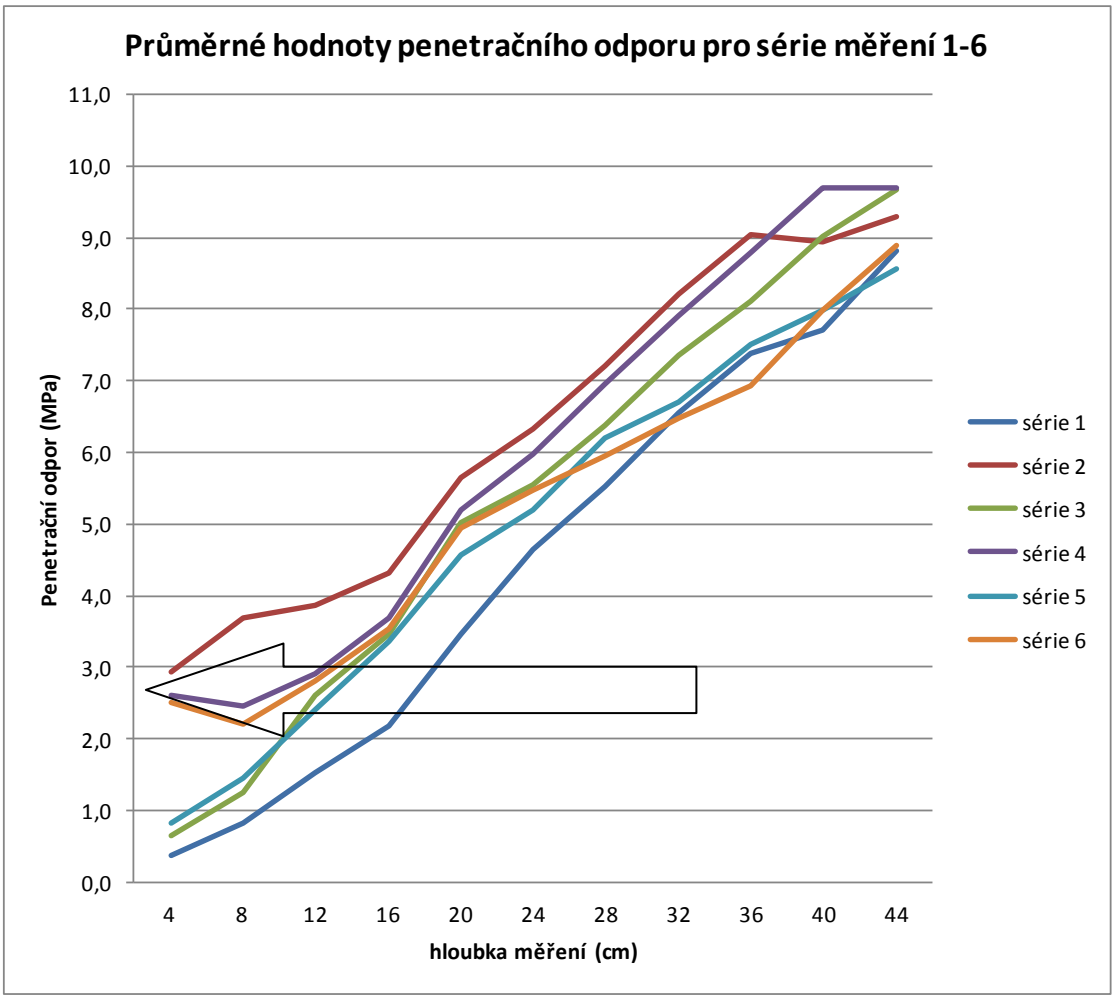
Statisticky významný rozdíl byl nalezen ve všech hloubkách pro „souvrať“ vs. „nepojeto“, „souvrať“ vs. „ref“, „pojezd“ vs. „nepojeto“, „pojezd“vs. „ref.“

Statisticky významný rozdíl nebyl nalezen mezi kategoriemi „souvrať“ a „pojezd“ v žádné hloubce. Mezi kategoriemi „nepojeto“ a „ref“ byl statisticky významný rozdíl nalezen pouze v hloubce 20 cm.

7.6.2 Vlčnov

Na základě primární tabulky dat měření pedokompakce byly sestaveny grafické výstupy hodnocení průměrných hodnot penetračního odporu (Graf 7.7)

Graf 7.7.



Šipka značí rozmezí kritických hodnot pro jílovitohlinité půdy podle Lhotského (1992). Každá křivka je tvořena průměrnými hodnotami z 5 vpichů

Výsledky ukazují překročení hodnot kritického zhutnění pro dané podmínky již v hloubce mezi 12 a 20 cm. Nad 20 cm hodnoty penetračního odporu strmě narůstají, od 30 cm je možno považovat zjištěné hodnoty za extrémní. Podle Arshad et al., 1996 jsou hodnoty penetračního odporu nad 8 Mpa považovány za extrémně vysoké. V daném případě byla tato hodnota výrazně překročena.

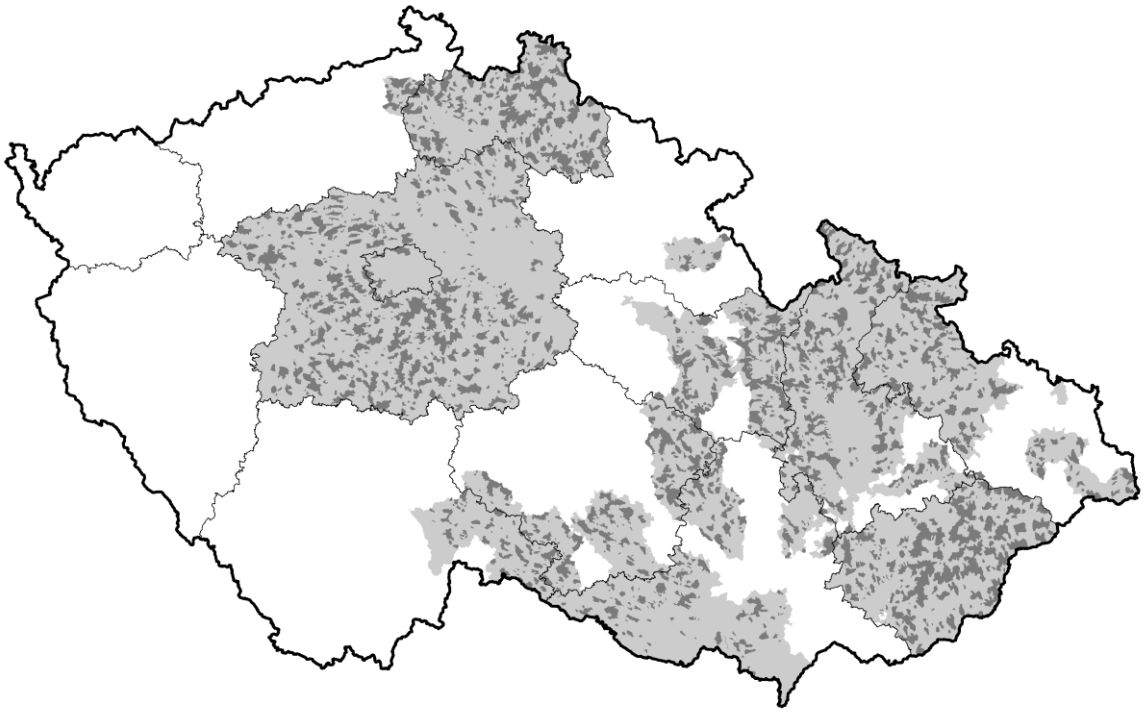
Celkově je nutno úroveň fyzikální degradace na daném pozemku považovat za extrémní.

8 VLIV PŮDY NA HYDROLOGICKOU BILANCI A RETENČNÍ POTENCIÁL PŮDY

8.1 ANALÝZA ODHADŮ NA ZÁKLADĚ HYDROLOGICKÝCH BILANCÍ, HODNOCENÍ FAKTORŮ POVRCHOVÉHO ODTOKU A ZAPOJENÍ ORNIČNÍHO PROFILU A PODORNIČÍ DO ZVYŠOVÁNÍ RETENČNÍHO POTENCIÁLU V ÚZEMÍ

Analýzy vlivu zhutnění na erozní a odtokové poměry byly provedeny na plošné rozloze 34 279 km^2 (3 497 povodí IV. řádu zahrnující přes 240 tisíc bloků, z toho 115 tisíc bloků orné půdy) což představuje 43 % rozlohy ČR. Plošná lokalizace je zobrazena na obr. 8.1

Obr.8.1 Plošná lokalizace území s provedenými analýzami vlivu zhutnění na erozní a odtokové poměry



K modelovému hodnocení vlivu zhutnění na hydrologickou bilanci, erozní a odtokové poměry byla využita klasifikace jednotlivých HPJ vzhledem k náchylnosti ke zhutnění (Novák, 1999, tab. 4.3, kap. 4). Nepříznivé změny půdních vlastností spojené s poklesem obsahu organické hmoty působí zejména změnu půdní struktury z optimální drobtovité až na strukturu deskovitou slitou. Častým doprovodným jevem je vznik půdní krusty. To vše má negativní efekt v podobě snížení infiltrační schopnosti půdy a celkově retenční schopnosti povodí.

U HPJ zařazených do třídy zhutnění I , se u všech HPJ (kromě těch které mají HSP A) mění v důsledku zhutnění dobré hydrologické podmínky na špatné hydrologické podmínky omezující infiltraci vody do půdy a zvyšující odtok.

U HPJ náležejících do třídy zhutnění II se mění v důsledku zhutnění dobré hydrologické podmínky na špatné hydrologické podmínky a vlivem snížení infiltrační schopnosti se zhoršuje hydrologická skupina půd.

V případě erozní ohroženosti území se vlivy zhutnění projeví změnou K faktoru.

U K faktoru se negativní změny projevují snížením obsahu organické hmoty, změnou struktury ornice (z optimální drobtovité na strukturu deskovitou,slitou) a snížením propustnosti ornice.

Projevy zhutnění půdy ovlivňující hydrologickou bilanci, erozní a odtokové poměry se vyskytují zejména tam, kde vlivem vodní eroze došlo k degradací celého komplexu půdních vlastností, zejména při konvenčním způsobu pěstování zejména erozně nebezpečných plodin.

Existují tři základní typy degradace půdních vlastností vlivem eroze: fyzikální, chemická a biologická.

Fyzikální degradace zahrnuje zhoršování fyzikálních vlastností půdy, jako jsou struktura, textura, objemová hmotnost, vodní kapacita, pórovitost, infiltrační schopnost, příznivá hloubka pro vývoj kořenů aj. Vlivem eroze dochází u fyzikálních vlastností jak ke

kvantitativním změnám, tak i ke změnám vzájemných vztahů mezi jednotlivými půdními vlastnostmi.

Eroze půdy má vliv na **chemické vlastnosti** zejména v těchto oblastech :

1. snižuje obsah organické hmoty a humusu v půdě
2. snižuje obsah minerálních živin v půdě
3. obnažuje subsoil s nízkou přirozenou úrodností

Obsah organických látek snižuje eroze dvěma způsoby

a) způsobuje ztráty povrchové vrstvy půdy - topsoilu a tím snižuje celkový obsah organických látek v něm obsažených

b) dochází k mísení subsoilu a topsoilu, následkem čehož dochází k "ředění" obsahu organických látek vlivem smíšení.

Eroze má tendenci selektivně vymývat organické látky a jemnější půdní částice. Mnoho autorů prokázalo, že v erodovaných materiálech byl daleko větší obsah organických látek a živin, než v půdě, která byla erodována.

Eroze nejvíce způsobuje vymývání nejjemnějších koloidních částic, mění kationtovou výměnnou kapacitu, způsobuje nedostatek v obsahu základních živin a mikroprvků, mění půdní reakci. Eroze zvyšuje kyselost půdy a potřebu vápnění třemi způsoby :

1) oderodováním topsoilu a obnažením kyselejšího subsoilu,
2) selektivním vymýváním bazických prvků (K, Ca, Mg),
3) odplavováním aplikovaného Ca ještě před reakcí, která by neutralizovala kyselost.

Biologická degradace půd se projevuje zmenšením obsahu organické hmoty v půdě, zmenšením obsahu organického uhlíku a kvantitativním i kvalitativním úbytkem půdních mikroorganismů vlivem eroze.

Tato změna komplexu půdních vlastností se v kombinaci se zhutněním negativně projeví v případě hydrologické bilance a obecně odtokových poměrů ve změnách hydrologických skupin půd a v případě erozních procesů ve zvýšení hodnoty K faktoru.

V modelovém území (Obr. 8.1) byly analýzy erozních a odtokových poměrů stanoveny a vyhodnocovány na jednotku povodí IV řádu značené dle čísel hydrologického pořadí. Povodí,

kde byly analýzy provedeny na celé jejich ploše jsou uvedeny v tab. 8.1.. V uvedených souhrných analytických tabulkách uvedených v příloze jsou výsledky uvedeny pro každé dotčené povodí IV řádu.

Analýzy erozních a odtokových poměrů byly také provedeny ve sběrných plochách kritických bodů, značených dle čísel kritických bodů (KB). V tabelárním přehledu (viz příloha) je u každého řešeného povodí uvedeno 200 sběrných ploch KB, kde došlo k nejvyššímu rozdílu mezi stavem při modelovém stavu půdy bez projevů zhutnění a po zhutnění.

Tabulka 8.1. Přehled povodí či částí povodí ve kterých byly provedeny uvedené analýzy erozních a odtokových poměrů

Název povodí III. řádu	**Kód povodí III. řádu**	***Celkem hodnocených povodí IV řádu***
Bečva od soutoku Vsetínské Bečvy a Rožnovské Bečvy po ústí	4-11-02	*78*
Bečva pod soutok Vsetínské Bečvy a Rožnovské Bečvy	4-11-01	*118*
Cidlina od Bystřice po ústí a Labe od Cidliny po Mrlinu	1-04-04	*12*
Dřevnice a Morava od Dřevnice po Olšavu	4-13-01	*134*
Dyje od soutoku Moravské a Rakouské Dyje po Jevišovku	4-14-02	*68*
Dyje pod soutok Moravské a Rakouské Dyje	4-14-01	*61*
Jevišovka a Dyje od Jevišovky po Svratku	4-14-03	*60*
Jizera od Klenice po ústí	1-05-03	*15*
Jizera pod Kamenicí	1-05-01	*69*
Labe od Doubravy po Cidlinu	1-04-01	*58*
Labe od Jizery po Vltavu	1-05-04	*62*
Labe od Výrovky po Jizeru	1-04-07	*65*
Litavka a Berounka po Loděnici	1-11-04	*50*
Loděnice a Berounka od Loděnice po ústí	1-11-05	*46*
Loučná a Labe od Loučné po Chrudimku	1-03-02	*89*
Lužická Nisa od Mandavy po Smědou	2-04-09	*2*
Lužická Nisa po Mandavu	2-04-07	*38*
Morava od Třebůvky po Bečvu	4-10-03	*129*
Morava po Moravskou Sázavu	4-10-01	*106*
Moravice	2-02-02	*99*
Moravská Sázava a Morava od Moravské Sázavy po Třebůvku	4-10-02	*117*
Nežárka	1-07-03	*75*
Opava po Moravici	2-02-01	*70*

Osoblaha	2-04-02	*19*
Ploučnice	1-14-03	*97*
Pravostranné přítoky Kladské Nisy v Jeseníku	2-04-04	*64*
Rakovnický potok a Berounka od Rakovnického potoka po Litavku	1-11-03	*63*
Rokytná	4-16-03	*42*
Svratka po Svitavu	4-15-01	*163*
Váh od odbočky Púchovského kanálu po Trenčín	4-21-08	*28*
Vltava od Sázavy po Berounku	1-09-04	*10*
Výrovka	1-04-06	*54*
ostatní nekompletní		*1092*
celkový součet kompletních		*2161*
celkový součet vč. nekompletních		*3253*

8.2 VLIV ZHUTNĚNÍ NA EROZNÍ PROCESY PROSTŘEDNICTVÍM ZMĚNY K FAKTORU

U K faktoru se negativní změny projevují snížením obsahu organické hmoty, změnou struktury ornice (z optimální drobtovité na strukturu deskovitou,slitou) a snížením propustnosti ornice. Konkrétní popis stanovení K faktoru je uveden v certifikované metodice Janeček M. a kol., 2012 "Ochrana zemědělské půdy před erozí". Základní popis je uveden dále.

Nepříznivé změny půdních vlastností spojené s poklesem obsahu organické hmoty působí zejména změnu půdní struktury z optimální drobtovité až na strukturu deskovitou slitou. Častým doprovodným jevem je vznik půdní krusty.

Zhutnění, nepříznivá změna půdní struktury spolu s výskytem půdní krusty jsou příčinou změny propustnosti půdního profilu.

Změna zrnitostního složení, snížení obsahu organické hmoty spolu se změnou struktury ornice a její propustnosti se projeví ve zvýšení úrovně hodnoty K faktoru, (pokud obsah prachu a práškového písku (0,002 - 0,1 mm) nepřekročí 70 %) jehož hodnota se stanoví ze vztahu:

$$100\,K = 2{,}1M^{1.14} \cdot 10^{-4} \cdot (12 - a) + 3{,}25\,(b-2) + 2{,}5\,(c - 3) \qquad (.1.)$$

kde: M = (% prachu + % práškového písku) · (100 - % jílu).

(hodnotu faktoru K je nutno převést na jednotky SI přenásobením součinitelem 1,32)

Procentický obsah jílu je ohraničen kategorií velikosti zrn < 0,002 mm, procentický obsah prachu a práškového písku je ohraničen kategorií velikosti zrn 0,002 – 0,1 mm.

a - procentuální obsah humusu ornice,

b - třída struktury ornice:	zrnitá	1
	drobtovitá	2
	hrudkovitá	3
	deskovitá, slitá	4

c - třída propustnosti půdního profilu; lze přibližně určit podle HPJ

Změněná hodnota K faktoru byla modelově v řešených povodích aplikována s využitím u nás platné univerzální rovnice Wischmeier - Smith, (s využitím ArcGis a programu USLE2D), která podobně jako u klasické metody počítá smyv v závislosti na šesti faktorech ovlivňujících hodnotu smyvu podle vztahu:

$$G = R \,.\, K \,.\, L \,.\, S \,.\, C \,.\, P \qquad [\mathrm{t.ha^{-1}.rok^{-1}}] \qquad (.2.)$$

Kde jednotlivé faktory označují:

faktor ***R*** – erozní účinek deště (mapy),

faktor ***K*** – půdní faktor stanovený podle BPEJ,

faktor ***L*** – délka svahu,

$$L = \left(\frac{l_d}{22{,}13} \right)^m \qquad (.3.)$$

kde l_d horizontální projekce délky svahu (uvažuje se nepřerušená délka svahu); není to vzdálenost rovnoběžná s povrchem půdy;

m – exponent vyjadřující náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze.

faktor ***S*** – sklon svahu,

$$S = \frac{0{,}43 + 0{,}30s + 0{,}043s^2}{6{,}613} \qquad (.4.)$$

kde *s* je sklon svahu v %.

faktor ***C*** – faktor protierozního účinku plodin,

faktor ***P*** – faktor vlivu protierozních opatření.

Jednotlivé faktory univerzální rovnice se stanovily pomocí těchto podkladů:

- R faktor – hodnota = 40 ($MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$)
- C faktor (uživatel neaplikuje osevní rotaci) byl stanoven na základě zjištěného stavu druhů pozemků na jednotlivých blocích LPIS a dle průměrné roční hodnoty faktoru C pro jednotlivé klimatické regiony (Kadlec, Toman, 2002),
- L a S faktor byl stanoven na základě DMT s využitím programu USLE 2D,
- mapy BPEJ pro určení faktoru K,
- LPIS a zaměření skutečného stavu pro stanovení rozmístění druhů pozemků.

Erozní smyv v řešeném území jako základní podklad pro návrh opatření byl stanoven na základě DMT metodou USLE 2D s využitím LS algoritmu dl Mc Coola a Goverse.

Vstupní data

grid: DMT - model, grid K, grid C, P = 1, R = 20, 40.

Pro výpočet erozní ohroženosti byla velikost gridu 10.

Program USLE 2D pro výpočet LS-faktoru vyžaduje jako vstupní data DMT (digitální model terénu) a grid tzv.“parcel“. Grid parcel převodem z uvedených dat rozčleňuje území na dílčí plochy vkládáním bariér - hranic mezi dílčími plochami, které působí jako překážky pro plošný povrchový odtok a dochází zde k přerušení odtoku. Tím se snižuje délka odtokové dráhy a faktor L délky svahu. V programu USLE 2D je faktor LS počítán zvlášť pro každý rastrový element. Délka odtokové dráhy je nahrazena zdrojovou plochou rastrového elementu. Z metod výpočtu byl použit "Routing Algorithm: flux decomposition" (umožňuje větvení odtokové dráhy) a "LS Algorithm: Mc Cool" (standardní metoda výpočtu LS-faktoru v RUSLE).

Pro výpočet erozního smyvu byl použit rastrový kalkulátor ArcGIS, kde se vynásobily jednotlivé vytvořené rastrové vrstvy se zadanými konstantami.

$$G = 40 * [K_faktor] * [LS_faktor] * [C_faktor] * 1 \quad (.5.)$$

Kde:

40 …… zvolená konstanta R faktoru

[K_faktor]…… rastrová vrstva K faktoru

[LS_faktor]…….. rastrová vrstva LS faktoru

[C_faktor]…… rastrová vrstva C faktoru

1 …… konstanta P faktoru

Výsledkem je rastrový mapový podklad udávající plošnou lokalizaci jednotlivých zadaných kategorií průměrné dlouhodobé ztráty půdy *G* [$t.ha^{-1}.rok^{-1}$].

Dosažené výsledky před zhutněním s aplikací standardních hodnot K faktoru dle metodiky dle metodiky Janeček M. a kol., 2012 byly v rámci ploch povodí IV řádu či sběrných ploch kritických bodů porovnány s výsledky po aplikaci modelových hodnot K faktoru. Rozdíly byly vyhodnoceny s využitím zonální statistiky ArcGis.

8.3 VLIV ZHUTNĚNÍ NA HYDROLOGICKOU BILANCI A ODTOKOVÉ POMĚRY A ZMĚNY INFILTRAČNÍ SCHOPNOSTI PŮD

Vedle nepříznivých účinků degradace komplexu půdních vlastností jsou negativní změny infilrační schopnosti půd způsobené negativním vlivem tlaku zemědělské techniky při konvenčím způsobu obdělávání. Ke zhutnění dochází, když je povrch půdy vystaven tlaku. Při konvenčních agrotechnických opatřeních je povrchový horizont vystaven tlaku zemědělské techniky, kdy zejména na degradovaných půdách dochází ke zvyšování objemové hmotnosti, snižuje se pórovitost, klesá infiltrační schopnost a snižuje se přirozená retenční schopnost krajiny. Tím se mění vlastnosti půdy, jako je pórovitost a propustnost. Póry přestávají být propojené a zhorší se podmínky pro pohyb vody a plynů v půdě, což vede k nižší dostupnosti vody a kyslíku. Dochází k omezení růstu kořenové biomasy.

Vliv zhutnění na změnu infiltrační schopnosti byl modelově stanoven s využitím metody čísel odtokových křivek změnami čísel odtokových křivek v závislosti na změnách charakteristik hydrologických skupin půd v závislosti na náchylnosti jednotlivých HPJ ke zhutnění (viz třídy závislosti jednotlivých HPJ ke zhutnění dle uvedené v tab...).

Čísla odtokových křivek (CN) jsou určena podle (Janeček M. a kol., 2012):

a) **hydrologických vlastností půd** rozdělených do 4 skupin -A, B, C, D, na základě minimálních rychlostí infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení

b) **vlhkosti půdy** určované na základě 5-ti denního úhrnu předcházejících srážek, resp. indexu předchozích srážek

c) **využití půdy**, vegetačního pokryvu, způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření

Pro přibližnou orientaci při zařazování půd do hydrologických skupin je možné použít Tab. 8.2.

Tab. 8.2 Hydrologické skupiny půd

Hydrologická Skupina	**Charakteristika hydrologických vlastností půd**
A	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace (> 0,12 mm . min-1) i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrné odvodněné písky nebo štěrky
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace (0,06 - 0,12 mm . min-1) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace (0,02 - 0,06 mm . min-1) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace (< 0,02 mm . min-1) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím.

Modelově byly s využitím metody CN – křivek stanoveny tyto charakteristiky přímého odtoku **H_0** - přímý odtok, **A** - potencionální retence, **Oph** - objem přímého odtoku.Tyto charakteristiky jsou uvedeny ve zpracovaných tabelárních přehledech. Základní hodnotou, která se stanoví na základě změny hodnoty čísla CN je potencionální retence (**A**)

Metoda CN – křivek určuje objem přímého odtoku na základě předpokladu, že poměr objemu odtoku k úhrnu přívalové srážky se rovná poměru objemu vody zadržené při odtoku k potenciálnímu objemu, který může být zadržen. Odtok začíná po počáteční ztrátě, která je součtem intercepce, infiltrace a povrchové retence. Tato počáteční ztráta byla stanovena na základě experimentálních měření na 20 % potenciální retence (I_a = 0,2A)

Základní vztah pro určení výšky přímého odtoku :

$H_o = (H_s – 0,2A)^2 / (H_s + 0,8A)$ pro $H_s \geq 0,2A$

kde: Ho je přímý odtok (mm)

Hs úhrn návrhového deště (mm)

A potenciální retence (mm), vyjádřená pomocí čísel odtokových křivek (CN):

$A = 25,4 (1000/CN – 10)$

Objem přímého O_{pH} odtoku je dán vztahem

$O_{ph} = 1000 \cdot P_p \cdot H_o$ (m^3)

Kde: P_p je plocha povodí (Km^2)

U HPJ zařazených do třídy zhutnění I , se u všech HPJ (kromě těch které mají HSP A) mění v důsledku zhutnění dobré hydrologické podmínky na špatné hydrologické podmínky omezující infiltraci vody do půdy a zvyšující odtok.

U HPJ náležejících do třídy zhutnění II se mění v důsledku zhutnění dobré hydrologické podmínky na špatné hydrologické podmínky a vlivem snížení infiltrační schopnosti se zhoršuje hydrologická skupina půd.

U třídy HPJ třídy III z hlediska hydrologických skupin půd nedochází ke změnám neboť jsou standardně zařazené do skupiny D.

Dosažené výsledky před zhutněním s aplikací standardních hydrologických skupin půd dle metodiky Janeček M. a kol., 2012 (Ochrana zemědělské půdy před erozí. Certifikovaná metodika. ČZU-FŽP, Praha, 113 s.) byly v rámci ploch povodí IV řádu či sběrných ploch kritických bodů porovnány s výsledky po aplikaci modelových hodnot hydrologických skupin půd. Modelové hodnoty HSP při stejném využití území znamenaly v řešených povodích zvýšení hodnot čísel odtokových křivek Rozdíly byly vyhodnoceny s využitím zonální statistiky ArcGis.

9 SOUHRNNÁ ANALÝZA VLIVU PEDOKOMPAKCE NA FAKTORY PODPORUJÍCÍ RETENČNÍ SCHOPNOST ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD V ČR A EU

9.1 NÁVRH ZÁKLADNÍCH TEZÍ PRO TVORBU PROGRAMŮ NA OCHRANU PŮD PŘED ZHUTNĚNÍM

Základních efektů je možno dosáhnout prostřednictvím:

- Zlepšení celého komplexu půdních vlastností (fyzikálních, chemických, biologických) prostřednictvím půdoochranných agrotechnologií s dalším efektem snížení zhutnění půdy a zabránění destrukci půdní struktury a vzniku půdní krusty (škraloupu).
- Zlepšení struktury zhutnělých půd opatřeními z kategorie fyzikálních a biologických meliorací půd. Jedná se o meliorace podorničních horizontů zahrnující dlátování, střední a hloubkové kypření, krtkování, mísící kypření aj.
- Eliminace pěstování nevhodných erozně nebezpečných širokořádkových plodin, které v období výskytu přívalových srážek mají nekrytý půdní povrch.
- Vrstevnicové obdělávání v kombinaci s půdoochrannými technologiemi ponechávajícími na povrchu půdy posklizňové zbytky.
- Ochranné zatravnění, včetně vrstevnicových zasakovacích travních pásů, změna druhu pozemku z orné půdy na TTP resp. z TTP na lesy přispívá ke zvýšení retenční schopnosti vzhledem k tomu, že se mění struktura povrchových horizontů půdy a objem pórů schopných vodu zadržovat.
- Biotechnická liniová opatření.

Erozní a odtokové poměry v povodí není možno důsledně ovlivnit bez realizace ochranných lesnicko pěstebních opatření s efektem zvýšení hydrické funkce lesních půd a eliminace těžebně dopravní eroze. Realizací ochranných opatření v ploše povodí zejména organizačních, agrotechnických a lesnicko pěstebních dojde k ovlivnění C faktoru a k ovlivnění průměrného čísla CN v povodí.

Toto se po návrhu opatření změní (sníží) v závislosti na plošné výměře navržených opatření a jejich typu. Výsledné Ø číslo CN, (které má ve všech modelech, kde je implementováno, poměrně vysokou citlivost vzhledem k ovlivnění hodnot odtoku z povodí) bylo počítáno podle vztahu:

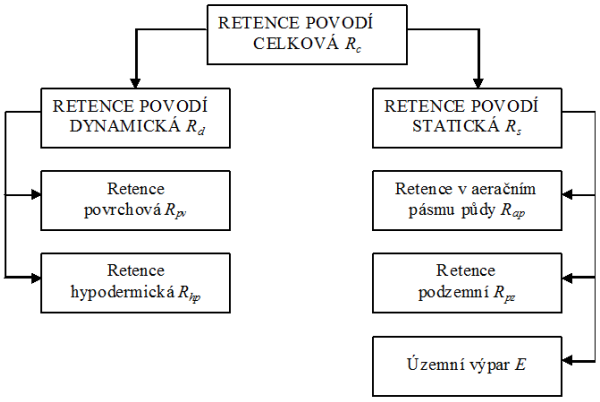
$$ØCN = \frac{\sum_{i=1..n,\, j=1..m}^{k=1..l} CN_{i,j} * F_k}{\sum^{k=1..l} F_k},$$

kde CN označuje hodnotu CN čísla, F_k označuje dílčí plochu povodí, indexy i, j, a k označují postupně druh povrchu, hydrologickou skupinu půd a plochu, která vznikne průnikem vrstvy CN a vrstvy hydrologických skupin půd.

Jak bylo výše uvedeno, prostřednictvím ochranných opatření v ploše povodí lze zvýšit celkovou přirozenou retenci povodí a její dvě hlavní složky - retenci krátkodobou Rkt a dlouhodobou Rdt a zlepšit tak schopnost krajiny pozdržet extrémní srážky (podrobně viz Dumbrovský,M a kol. - projekt NAZV ev. č. EP 9153 „Hodnocení retenční kapacity půd a krajiny při povodni a možnosti jejího zvyšování“).

Rozdělení celkové přirozené retence povodí R_c na jednotlivé složky je následující:

Obrázek 9.1 Schéma rozdělení celkové retence povodí Rc na jednotlivé složky



Účinnost ochranných opatření v ploše povodí se zesiluje se snižující se průměrnou dobou opakování příčinné srážky (roční až desetileté srážky). Velmi pozitivním doprovodným efektem realizace ochranných opatření (navržené biotechnické prvky jsou navrhovány s doprovodným ozeleněním) je zvýšení ekologické stability území.

Aby se mohla účinnost navržených opatření prakticky projevit v ploše povodí je nutno začít s jejich realizací. Agrotechnická a organizační opatření je možno začít realizovat po dohodě s uživateli pozemků v návaznosti na jejich konkrétní osevní rotace. Pro možnost praktické realizace je nutno agrotechnická a organizační opatření plošně specifikovat na hranice bloku LPIS, což umožňuje nejen prostorové situování navržených opatření ale také identifikaci uživatele předmětných bloků LPIS. Po dohodě s uživateli pozemků je možno začít realizovat vybraná organizační a agrotechnická ochranná opatření jako jsou půdoochranné technologie při pěstování širokořádkových erozně nebezpečných plodin, stabilizace drah soustředěného povrchového odtoku zatravněním (po jarním tání sněhu či po přívalové srážce je možná jejich identifikace v terénu) a dále zasakovací pásy usměrňující konturové obdělávání, které je možno začít realizovat i v místech návrhu budoucích průlehů a protierozních mezí.

9.2 NÁVRH ZÁKLADNÍCH TEZÍ PRO TVORBU METODICKÝCH DOPORUČENÍ PRO ZEMĚDĚLSKOU PRAXI S CÍLEM OMEZIT DALŠÍ ROZŠIŘOVÁNÍ UTUŽENÍ ZPF

Jednotlivé degradační faktory spolu mnohdy úzce souvisejí a přístup k řešení problému by měl být komplexní a to jak z hlediska faktického (provázanost působících degradačních faktorů), tak z hlediska organizačního (použití nástrojů legislativních a ekonomických ve státní správě, ale i ovlivnění způsobů hospodaření jednotlivých zemědělců).

Komplexní řešení problémů by mělo zahrnovat tato opatření:

1. **Přenesení odpovědnosti za poškození půdy na nájemce.** V ČR na většině plochy zemědělské půdy hospodaří nájemci, kteří nemají vztah k půdě a na udržitelném způsobu hospodaření. Pro tento krok je nutné vytvoření legislativních podkladů.
2. **Optimální delimitace kultur v krajině** (orná půda, louky a pastviny, zahrady, zalesněné pozemky atd.),
3. **Zlepšení půdní struktury** odpovídající dodávkou organické hmoty, dostatečným zásobováním půdních organismů organickým materiálem (hnůj, sláma, zelené hnojeni, komposty atd.) se podpoří tvorba humusu a stabilizuje se půdní struktura. Důležitá je rovněž optimální dodávka vápenatých hmot.
4. **Osevní postup** jako základní opatření minimalizující více typů degradace půdy (eroze, ztráta organické hmoty, utužení). Ten by měl u svahů s větším sklonem zahrnovat co nejmenší podíl okopanin. Kde to je možné, zařadíme meziplodiny. Vhodné jsou podsevy, zejména v řádkových plodinách. V územích složitých z hlediska erozního nebezpečí bychom se měli soustředit na návrh protierozního osevního postupu,
5. **Půdoochranné technologie** při zpracování půdy na lokalitách s větším rizikem ztráty organické hmoty, které omezují rozklad organických látek a zajišťující zvýšené množství zejména v povrchové vrstvě půdy. Pro omezení větrné eroze je doporučováno mulčování povrchu půdy a udržování rostlinného krytu na

pozemku po co nejdelší část roku. Speciální meliorační opatření, která mohou být uplatněna u půd s extrémním zrnitostním složením. Náročnější agromeliorační opatřeni se používají u již zhutnělých půd a spočívají např. v hlubší meliorační orbě, podrývání či dlátovací kypřeni s rozrušením zhutnělé vrstvy. Jak je možné utuženi půd zjistit? K orientačním zjištěním patři pozorování projevů zhutnění na pozemku, což nám může napovědět například stagnující voda na povrchu nebo nažloutlá barva listů. Pro přesnější stanovení utuženosti používáme zjišťování fyzikálních charakteristik (objemová hmotnost, pórovitost, minimální vzdušnost a propustnost) nebo penetrometrické stanovení hloubky a stupně utuženi přímo v polních podmínkách.

6. **Obdělávání orné půdy po vrstevnici** – vrstevnicová orba je výhodná na mírných svazích, kde povrchový odtok nepřesáhne objemovou kapacitu brázd. Vzniku soustředěného odtoku je možné předcházet tím, že orba důsledně sleduje vrstevnice a brázdy jsou v jejich směru. Dalším uplatnitelným opatřením je vrstevnicové setí, které na rozdíl od vrstevnicové orby nezpůsobuje výmolovou erozi a rostliny pak zpomaluji odtok. Nezpůsobují jeho soustředění z důvodu, že nepředstavují souvislou překážku.
7. **Protierozní agrotechnika a protierozní technologie pěstování plodin**. Do protierozní agrotechniky můžeme zařadit vrstevnicové obděláváni, brázdování, jamkování, hrázkování, podrýváni, ochranné obdělávání půdy atd. Cílem brázdování je zastavit odtok pomoci vrstevnicových brázd, které slouží k zasakování vody. Zastavení a vsakování vody mají zabránit i sítě jamek vytvořené jamkovačem. Podobný princip jako u brázdování má i hrázkování, nevytváří se však brázda, ale půda se nahrnuje do podoby nízkých hrázek. Podrýváni doplňuje tato opatření a má za cíl přímé zvýšení vsakovací schopnosti. Protierozní technologie jsou propracovány pro erozně náchylné plodiny, jako je kukuřice, brambory, cukrovka nebo i řepka, a jsou předmětem odborné literatury. U kukuřice je to například výsev ochranné plodiny v pásech. Jedna se o obilní pásy zaseté po vrstevnici bezprostředně po výsevu kukuřice. Další možnosti je seti kukuřice do mulče nebo do celoplošně kypřené přemrzlé meziplodiny. Agrotechnické zásahy je nutné provádět při optimálních vlhkostních poměrech,

omezit přejezdy po pozemcích např. spojováním operací a využíváním flotační pneumatiky, což je důležité pro minimalizaci utužení půdy.

8. **Dobrovolné dodržování standardů Dobrého zemědělského a environmentálního stavu,** a to nejen ve vztahu k vypláceným dotacím, ale jako bazální opatření chránící půdu.
9. **Pásové střídání plodin různě chránící půdu, křovinaté pásy, protierozní pásy a rozdělení půdních bloků,** které jsou vzhledem ke zkrácení délky svahu, k níž při nich dochází, velmi dobrá opatření ke snížení odnosu půdy vodou. Rozdělení erozně ohrožených pozemků a tím zkrácení délky svahu by mělo být provedeno na základě výpočtu, v němž hraje významnou roli topografický faktor délky a sklonu svahu. Rozdělení pozemků a návrh opatření (průlehy, meze atd.) by měly být navrženy odbornou organizaci až po detailním rozboru konkrétní situace. To platí i pro návrhy větrolamů pro omezení větrné eroze.
10. **Optimalizace používání agrochemikálií** (hnojiv i pesticidů) k ochraně půdní biodiverzity a čistoty podzemních vod s navazující podporou systémů ekologického hospodaření na půdě
11. **Využívání různých programů** (operační program ŽP, program rozvoje venkova atd.) s pomocí nichž je možné realizovat opatření chránící kvalitu půdy.
12. **Podpora projekce a realizace pozemkových úprav**, které nejen upravují organizaci půdního fondu, ale navrhují v krajině i společná zařízení se vztahem k ochraně půdy, optimalizaci vodního hospodářství krajiny a zvyšování diverzity.
13. **Podpora šíření uvědomění o významu ochrany půdy.**

10 LITERATURA

Arshad, M.A., Lowery, B., Grossman, B. (1996). Physical tests for monitoring soil quality. In: Doran, W., Jones, J. (Eds.), Methods for Assessing Soil Quality, Madison, WI, 1996. Soil Sci. Soc. Am. 49, 123–141

ASAE Standards (1996): *Soil cone penetrometer.* ASAE Standards, American Society of Agricultural Engineers. S313.2: 719-720.

Janeček M. a kol., 2012 (Ochrana zemědělské půdy před erozí. Certifikovaná metodika. ČZU-FŽP, Praha, 113 s

Lhotský, J. (1994): Kultivace a rekultivace půd. VÚMOP Praha, Praha, 198 s.

Němeček, J., Mühlhanselová, M., Macků, J., Vokoun, J., Vavříček, D., Novák, P. (2011): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. ČZU v Praze, Praha, 94 s.

Paoletti, M. G. 1999. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: pp. 137–155

Paoletti, M.G., Favretto, M.R., Stinner, M.R., Purrington, F.F. and Bater, J.E. 1991. Invertebrates as bioindicators of soil use. Agriculture, Ecosystems & Environment 34: pp. 341-362

Parisi, V., Menta, C., Gardo, C., Jacomini, C. & Mozzanica, E. 2003. Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. Agriculture, Ecosystems & Environment 105: pp. 323-333

Sims, R.W. & Gerard, B. M. 1999. Earthworms. Published for The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association by Field Studies Council, Shrewsbury.

Spellerberg, I. A. 1995. Monitorování ekologických změn. 1. vydání. Český ústav ochrany přírody, Brno. 187 s. ISBN: 80 – 901855 – 2 – 5

Valla, M., Kozák, J., Němeček, J., Matula, S., Borůvka, L., Drábek, O. (2004): Pedologické praktikum. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 151 s.

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2.1 Iterativní schéma pro odvození původní objemové hmotnosti (bulk density) v profilu.
Obrázek 5.1 Přirozená náchylnost půd ke zhutnění v Evropě
Obr.8.1 Plošná lokalizace území s provedenými analýzami vlivu zhutnění na erozní a odtokové poměry
Obrázek 9.1 Schéma rozdělení celkové retence povodí Rc na jednotlivé složky

12 SEZNAM GRAFŮ

Graf 6.1 - 6.11 Grafická interpretace výsledků monitoringu pedokompakce pro odběrové lokality
Graf 7.1. Průměrné hodnoty penetračního odporu na testovaných lokalitách
Graf 7.2. Analýza rozdílů mezi kategoriemi utužení půdy v hloubce 8 cm
Graf 7.3. Analýza rozdílů mezi kategoriemi utužení půdy v hloubce 20 cm
Graf 7.4. Analýza rozdílů mezi kategoriemi utužení půdy v hloubce 32 cm
Graf 7.5. Analýza rozdílů mezi kategoriemi utužení půdy v hloubce 36 cm
Graf 7.6. Analýza rozdílů mezi kategoriemi utužení půdy v hloubce 40 cm
Graf 7.7. Průměrné hodnoty penetračního odporu pro série měření na lokalitě Vlčnov

13 SEZNAM TABULEK

Tabulka 2.1 Společné prvky pro identifikaci oblastí ohrožených zhutněním
Tabulka 2.2. : Výpočet prekompresního stresu
Tabulka 2.3. : Parametry nutné pro výpočet prekompresního stresu.
Tabulka 2.4. Průměrné hodnoty koncentračního faktoru
Tabulka 2.5. . Výpočet indexu pórovitosti - Parametry k výpočtu: pF, obsah humusu, textura. Regresní funkce pro jednotlivé kategorie indexu pórovitosti
Tabulka 2.6. Vybrané parametry databáze SGDB pro konstrukci pedotransfer funkcí
Tabulka 2.7. : Hodnocení náchylnosti půdy ke zhutnění na základě vyhodnocení půdní textury:
Tabulka 2.8 Hodnocení vlastností půdy vzhledem k náchylnosti ke zhutnění podle HPJ
Tab. 3.1. Průměrné počty jedinců edafonu a jejich hmotnost na 1 m2 půdy do hloubky 30 cm
Tabulka 4.1 Penetrometrický odpor zeminy podle půdního druhu
Tabulka 4.2. kategorizace půd podle stupně rizika degradace jejich ekologických funkcí (LhotDamaška, 1989).
Tabulka 4.3. Sumarizace hodnocení náchylnosti půd ke zhutnění podle HPJ
Tabulka 4.4. . Texturně vylišené typologické jednotky
Tabulka 7.1 Výčet BPEJ na ploše provádění měření pedokompakce v k.ú. Vlčnov
Tabulka 7.2.Přehled provedených měření na lokalitě Vedrovice
Tabulka 7.3. Kritické hodnoty škodlivého zhutnění půd
Tabulka 7.4 : Třídy penetračního odporu
Tabulka 7.5 Hodnocení vlastností půdy vzhledem k náchylnosti ke zhutnění podle HPJ - výtah pro relevantní HPJ na předmětných pozemcích
Tabulka 8.1. Přehled povodí či částí povodí ve kterých byly provedeny uvedené analýzy erozních a odtokových poměrů
Tab. 8.2 Hydrologické skupiny půd

14 POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY

AOPK - Agentura ochrany přírody a krajiny
BMP - bazální monitoring půd
BPEJ - Bonitovaná půdně ekologická jednotka
ČZU - Česká zemědělská univerzita
DMT - digitální model terénu
GIS - geografické informační systémy
LPIS - registr půdních bloků
NAZV - Národní agentura pro zemědělský výzkum
RUSLE - revidovaná univerzální rovnice ztráty půdy (Revised Universal Soil Loss Equation)
STU - Soil Typhological Unit (půdní typologická jednotka)
TKSP - Taxonomický klasifikační systém půd
TTP - trvalé travní porosty
ÚKZÚZ - Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
USLE - univerzální rovnice ztráty půdy (Universal Soil Loss Equation)
WRB - World Reference Base (mezinárodní klasfikační systém půd)
ZPF - zemědělský půdní fond

PŘÍLOHY

Rozbor odtokových poměrů - vybrané sběrné plochy KB

		současnost				zhutnění				rozdíl			
kód KB	**plocha (ha)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**
11000568	999.7	76.70	77.2	44.2	441 867	85.1	44.5	61.2	611 816	8.4	-32.7	17	169 949
10403565	934.5	76.10	79.8	43.1	402 854	84	48.4	58.81	549 568	7.9	-31.4	15.7	146 714
20107399	959.2	78.00	71.6	46.7	447 764	85.4	43.4	61.9	593 757	7.4	-28.2	15.22	145 993
41200078	924.0	75.20	83.8	41.5	383 267	83.2	51.3	57.1	527 593	8.0	-32.5	15.62	144 326
10404401	782.8	72.00	98.8	36.0	281 506	81.8	56.5	54.19	424 216	9.8	-42.3	18.23	142 710
10105836	809.2	75.0	84.7	41.1	332 747	83.3	50.9	57.33	463 920	8.3	-33.8	16.21	131 173
41205103	764.6	68.50	116.8	30.4	232 130	78.2	70.8	47.04	359 663	9.7	-46	16.68	127 533
41402659	931.6	77.80	72.5	46.3	431 070	84.5	46.6	59.9	558 052	6.7	-25.9	13.63	126 982
11203114	954.4	74.50	86.9	40.3	384 317	81.4	58	53.38	509 432	6.9	-28.9	13.11	125 115
10402119	817.3	76.50	78.0	43.9	358 463	84.1	48	59.05	482 610	7.6	-30	15.19	124 147
11002591	716.3	74.60	86.5	40.4	289 528	83.5	50.2	57.74	413 592	8.9	-36.3	17.32	124 064
11203213	893.3	78.80	68.3	48.2	430 665	85.5	43.1	62.09	554 656	6.7	-25.2	13.88	123 991
10406581	959.6	74.40	87.4	40.1	384 624	81.2	58.8	52.95	508 129	6.8	-28.6	12.87	123 505
10408609	700.1	75.70	81.5	42.4	296 912	84.5	46.6	59.9	419 360	8.8	-34.9	17.49	122 448
10404686	871.0	74.70	86.0	40.6	353 784	82	55.8	54.57	475 283	7.3	-30.2	13.95	121 499
10406650	751.9	72.10	98.3	36.1	271 658	80.8	60.4	52.12	391 885	8.7	-37.9	15.99	120 227
41207769	845.4	73.40	92.0	38.4	324 295	81	59.6	52.53	444 089	7.6	-32.4	14.17	119 794
41200350	957.9	71.60	100.7	35.3	338 337	78.6	69.2	47.78	457 694	7.0	-31.5	12.46	119 357
10904100	673.7	76.10	79.8	43.1	290 419	84.4	46.9	59.71	402 248	8.3	-32.9	16.6	111 829
20107944	875.5	74.50	86.9	40.3	352 576	81.2	58.8	52.95	463 593	6.7	-28.1	12.68	111 017
41207652	649.1	74.10	88.8	39.5	256 666	82.7	53.1	56.07	363 967	8.6	-35.7	16.53	107 301
41001111	796.5	75.00	84.7	41.1	327 525	82	55.8	54.57	434 656	7.0	-28.9	13.45	107 131
10406414	743.1	74.00	89.2	39.4	292 707	81.6	57.3	53.75	399 416	7.6	-31.9	14.36	106 709
11401016	860.3	68.40	117.3	30.2	259 980	75.8	81.1	42.57	366 225	7.4	-36.2	12.35	106 245
11008131	655.6	77.20	75.0	45.2	296 060	85	44.8	61.02	400 035	7.8	-30.2	15.86	103 975

		současnost				zhutnění				rozdíl			
kód KB	**plocha (ha)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**
20104264	683.4	77.90	72.1	46.5	317 430	85.3	43.8	61.65	421 304	7.4	-28.3	15.2	103 874
20106751	868.2	75.40	82.9	41.8	363 251	81.6	57.3	53.75	466 652	6.2	-25.6	11.91	103 401
10403078	638.0	77.40	74.2	45.5	290 345	85.3	43.8	61.65	393 315	7.9	-30.4	16.14	102 970
41202903	733.1	72.80	94.9	37.3	273 520	80.4	61.9	51.35	376 447	7.6	-33	14.04	102 927
41401117	643.5	76.90	76.3	44.6	286 941	84.8	45.5	60.58	389 838	7.9	-30.8	15.99	102 897
41007130	579.0	75.60	82.0	42.2	244 338	84.4	46.9	59.71	345 721	8.8	-35.1	17.51	101 383
11203102	583.8	78.30	70.4	47.2	275 715	86.6	39.3	64.59	377 057	8.3	-31.1	17.36	101 342
41204766	947.1	71.80	99.8	35.6	337 350	77.8	72.5	46.27	438 214	6.0	-27.3	10.65	100 864
41602351	849.7	72.80	94.9	37.3	317 034	79.3	66.3	49.16	417 727	6.5	-28.6	11.85	100 693
41401385	792.5	68.70	115.7	30.7	243 136	76.2	79.3	43.32	343 307	7.5	-36.4	12.64	100 171
41002807	548.6	75.70	81.5	42.4	232 674	84.8	45.5	60.58	332 360	9.1	-36	18.17	99 686
41200835	678.8	76.70	77.2	44.2	300 016	84	48.4	58.81	399 185	7.3	-28.8	14.61	99 169
41002486	959.7	73.70	90.6	38.9	373 043	79.2	66.7	48.97	469 975	5.5	-23.9	10.1	96 932
41003886	714.6	70.40	106.8	33.4	238 326	78.1	71.2	46.86	334 871	7.7	-35.6	13.51	96 545
41001519	578.1	77.10	75.4	45.0	260 011	85.3	43.8	61.65	356 374	8.2	-31.6	16.67	96 363
11204183	625.2	74.10	88.8	39.5	247 200	82.1	55.4	54.79	342 542	8.0	-33.4	15.25	95 342
11201758	782.9	72.60	95.9	37.0	289 356	79.2	66.7	48.97	383 381	6.6	-29.2	12.01	94 025
41400502	887.6	72.30	97.3	36.5	323 711	78.2	70.8	47.04	417 532	5.9	-26.5	10.57	93 821
11202456	972.2	69.80	109.9	32.4	314 892	75.5	82.4	42.04	408 709	5.7	-27.5	9.65	93 817
20103661	616.4	75.00	84.7	41.1	253 476	82.8	52.8	56.24	346 680	7.8	-31.9	15.12	93 204
10408195	850.0	77.60	73.3	45.9	390 235	83.1	51.7	56.87	483 395	5.5	-21.6	10.96	93 160
41004046	816.1	71.60	100.7	35.3	288 236	78	71.6	46.68	380 941	6.4	-29.1	11.36	92 705
42100379	911.7	64.40	140.4	24.4	222 083	71.1	103.2	34.5	314 526	6.7	-37.2	10.14	92 443
11202880	825.0	81.00	59.6	52.5	433 388	86.2	40.7	63.66	525 214	5.2	-18.9	11.13	91 826

		současnost				zhutnění				rozdíl			
kód KB	**plocha (ha)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**
10110203	535.3	74.40	87.4	40.1	214 552	83.2	51.3	57.1	305 662	8.8	-36.1	17.02	91 110
20107393	809.1	73.60	91.1	38.7	313 045	79.7	64.7	49.94	404 070	6.1	-26.4	11.25	91 025
20104944	701.9	72.80	94.9	37.3	261 886	79.8	64.3	50.14	351 943	7.0	-30.6	12.83	90 057
41208339	905.9	73.50	91.6	38.5	348 768	78.9	67.9	48.4	438 451	5.4	-23.7	9.9	89 683
41602223	794.8	74.30	87.9	39.9	316 974	80.3	62.3	51.14	406 471	6.0	-25.6	11.26	89 497
10108568	730.4	72.70	95.4	37.1	271 278	79.4	65.9	49.36	360 535	6.7	-29.5	12.22	89 257
41502414	822.6	75.20	83.8	41.5	341 202	80.9	60	52.32	430 369	5.7	-23.8	10.84	89 167
10407685	753.0	73.90	89.7	39.2	295 172	80.2	62.7	50.94	383 573	6.3	-27	11.74	88 401
10900871	944.2	71.00	103.7	34.3	324 235	76.4	78.5	43.65	412 139	5.4	-25.2	9.31	87 904
11404764	769.2	70.00	108.9	32.7	251 515	76.5	78	43.86	337 354	6.5	-30.9	11.16	85 839
10401579	642.6	75.10	84.2	41.3	265 535	82	55.8	54.57	350 683	6.9	-28.4	13.25	85 148
10903869	629.9	74.20	88.3	39.7	250 263	81.3	58.4	53.17	334 923	7.1	-29.9	13.44	84 660
11403760	689.5	68.50	116.8	30.4	209 326	75.8	81.1	42.57	293 512	7.3	-35.7	12.21	84 186
41004605	659.6	75.40	82.9	41.8	275 985	82	55.8	54.57	359 955	6.6	-27.1	12.73	83 970
11008660	895.9	71.10	103.2	34.5	309 068	76.5	78	43.86	392 920	5.4	-25.2	9.36	83 852
11000030	687.7	74.80	85.6	40.8	280 379	81.2	58.8	52.95	364 142	6.4	-26.8	12.18	83 763
41002373	448.4	76.30	78.9	43.5	194 969	85.5	43.1	62.09	278 418	9.2	-35.8	18.61	83 449
11404289	528.1	71.90	99.3	35.8	189 018	80.4	61.9	51.35	271 195	8.5	-37.4	15.56	82 177
41204035	370.4	72.80	94.9	37.3	138 196	84.3	47.3	59.47	220 277	11.5	-47.6	22.16	82 081
10403983	455.2	75.80	81.1	42.6	193 779	84.8	45.5	60.58	275 760	9.0	-35.6	18.01	81 981
11404095	738.1	73.70	90.6	38.9	286 892	79.7	64.7	49.94	368 597	6.0	-25.9	11.07	81 705
41208265	813.1	73.30	92.5	38.2	310 372	78.8	68.3	48.21	392 010	5.5	-24.2	10.04	81 638
11009446	804.6	79.30	66.3	49.2	395 561	84.2	47.7	59.23	476 588	4.9	-18.6	10.07	81 027
10401699	721.3	75.90	80.7	42.7	308 284	81.7	56.9	53.97	389 286	5.8	-23.8	11.23	81 002
11001592	817.3	79.30	66.3	49.2	401 765	84.1	48	59.05	482 592	4.8	-18.3	9.89	80 827
11202374	834.5	75.00	84.7	41.1	343 126	80.1	63.1	50.74	423 400	5.1	-21.6	9.62	80 274
20103321	461.9	78.30	70.4	47.2	218 132	86.6	39.3	64.59	298 309	8.3	-31.1	17.36	80 177

		současnost				zhutnění				rozdíl			
kód KB	**plocha (ha)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**
41204768	894.3	70.10	108.3	32.9	294 056	75.4	82.9	41.84	374 188	5.3	-25.4	8.96	80 132
10406609	917.6	69.70	110.4	32.2	295 837	74.9	85.1	40.97	375 945	5.2	-25.3	8.73	80 108
10400807	759.5	71.80	99.8	35.6	270 534	77.7	72.9	46.09	350 054	5.9	-26.9	10.47	79 520
41003712	740.5	72.10	98.3	36.1	267 557	78.1	71.2	46.86	347 017	6.0	-27.1	10.73	79 460
10407111	687.6	69.90	109.4	32.5	223 745	76.6	77.6	44.03	302 750	6.7	-31.8	11.49	79 005
41200738	681.4	76.00	80.2	42.9	292 602	81.9	56.1	54.4	370 692	5.9	-24.1	11.46	78 090
11202644	509.3	76.80	76.7	44.4	226 244	84.4	46.9	59.71	304 121	7.6	-29.8	15.29	77 877
10400471	976.2	67.40	122.9	28.7	279 966	72.4	96.8	36.65	357 766	5.0	-26.1	7.97	77 800
10401903	570.6	74.00	89.2	39.4	224 759	81.2	58.8	52.95	302 133	7.2	-30.4	13.56	77 374
10900486	838.0	76.70	77.2	44.2	370 396	81.4	58	53.38	447 324	4.7	-19.2	9.18	76 928
41000742	799.7	74.70	86.0	40.6	324 818	79.8	64.3	50.14	400 945	5.1	-21.7	9.52	76 127
41504689	563.3	78.90	67.9	48.4	272 613	85.4	43.4	61.9	348 652	6.5	-24.5	13.5	76 039
41201365	650.0	72.90	94.4	37.5	243 666	79.3	66.3	49.16	319 515	6.4	-28.1	11.67	75 849
10403564	496.8	75.90	80.7	42.7	212 328	83.6	49.8	57.97	287 989	7.7	-30.9	15.23	75 661
41006836	442.1	76.90	76.3	44.6	197 115	85.3	43.8	61.65	272 530	8.4	-32.5	17.06	75 415
11401107	805.5	71.80	99.8	35.6	286 919	77.1	75.4	44.98	362 314	5.3	-24.4	9.36	75 395
10108136	466.5	78.40	70.0	47.4	221 182	86.1	41	63.46	296 060	7.7	-29	16.05	74 878
11007622	560.6	79.80	64.3	50.1	281 070	86.1	41	63.46	355 738	6.3	-23.3	13.32	74 668
41501677	761.1	69.70	110.4	32.2	245 385	75.5	82.4	42.04	319 975	5.8	-28	9.8	74 590
11402132	576.6	73.90	89.7	39.2	226 023	80.8	60.4	52.12	300 519	6.9	-29.3	12.92	74 496
20402752	961.6	70.20	107.8	33.0	317 703	74.8	85.6	40.77	392 032	4.6	-22.2	7.73	74 329
11401768	965.2	70.80	104.8	34.0	327 961	75.3	83.3	41.68	402 279	4.5	-21.5	7.7	74 318
10407529	985.1	71.90	99.3	35.8	352 549	76.2	79.3	43.32	426 724	4.3	-20	7.53	74 175
41505328	609.0	79.00	67.5	48.6	295 889	84.9	45.2	60.76	369 998	5.9	-22.3	12.17	74 109

		současnost				zhutnění				rozdíl			
kód KB	**plocha (ha)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**
41206147	861.4	84.10	48.0	59.1	508 669	87.9	35	67.57	582 061	3.8	-13	8.52	73 392
41207489	364.4	68.00	119.5	29.6	107 911	79.5	65.5	49.55	180 580	11.5	-54	19.94	72 669
10404572	876.4	72.10	98.3	36.1	316 651	76.8	76.7	44.42	389 306	4.7	-21.6	8.29	72 655
20106581	819.4	75.10	84.2	41.3	338 572	79.8	64.3	50.14	410 842	4.7	-19.9	8.82	72 270
10108011	968.4	74.80	85.6	40.8	394 800	78.8	68.3	48.21	466 846	4.0	-17.3	7.44	72 046
41003523	795.5	64.60	139.2	24.6	196 006	70.6	105.8	33.66	267 759	6.0	-33.4	9.02	71 753
11000243	965.7	73.40	92.0	38.4	370 435	77.5	73.7	45.73	441 605	4.1	-18.3	7.37	71 170
11001254	413.9	77.20	75.0	45.2	186 935	85.6	42.7	62.35	258 092	8.4	-32.3	17.19	71 157
11000874	699.8	70.50	106.3	33.5	234 490	76.4	78.5	43.65	305 445	5.9	-27.8	10.14	70 955
41203740	987.3	75.60	82.0	42.2	416 620	79.4	65.9	49.36	487 307	3.8	-16.1	7.16	70 687
10106209	488.0	76.0	80.2	42.9	209 530	83.3	50.9	57.33	279 747	7.3	-29.3	14.39	70 217
11000122	703.0	74.80	85.6	40.8	286 613	80.1	63.1	50.74	356 702	5.3	-22.5	9.97	70 089
10406288	430.6	75.60	82.0	42.2	181 705	83.8	49.1	58.39	251 416	8.2	-32.9	16.19	69 711
41600844	513.7	75.20	83.8	41.5	213 070	82.2	55	55.01	282 570	7.0	-28.8	13.53	69 500
20102660	529.9	78.70	68.7	48.0	254 468	85	44.8	61.02	323 357	6.3	-23.9	13	68 889
41204396	607.8	82.60	53.5	55.8	339 418	87.7	35.6	67.14	408 104	5.1	-17.9	11.3	68 686
11201974	696.5	72.20	97.8	36.3	252 833	77.7	72.9	46.09	321 021	5.5	-24.9	9.79	68 188
20104480	660.4	75.40	82.9	41.8	276 316	80.8	60.4	52.12	344 206	5.4	-22.5	10.28	67 890
10405666	917.9	70.80	104.8	34.0	311 885	75.1	84.2	41.32	379 256	4.3	-20.6	7.34	67 371
11202069	601.2	72.50	96.3	36.8	221 343	78.7	68.7	48.02	288 672	6.2	-27.6	11.2	67 329
41001468	717.6	70.30	107.3	33.2	238 168	75.8	81.1	42.57	305 478	5.5	-26.2	9.38	67 310
11401750	747.5	71.20	102.7	34.7	259 070	76.4	78.5	43.65	326 266	5.2	-24.2	8.99	67 196
10803885	729.7	77.90	72.1	46.5	338 960	82.5	53.9	55.62	405 876	4.6	-18.2	9.17	66 916
11401022	712.0	72.90	94.4	37.5	266 914	78.1	71.2	46.86	333 624	5.2	-23.2	9.37	66 710
10800486	644.1	71.40	101.7	35.0	225 364	77.3	74.6	45.33	291 961	5.9	-27.1	10.34	66 597
10105448	963.0	73.8	90.2	39.0	375 751	77.6	73.3	45.91	442 100	3.8	-16.9	6.89	66 349
10401164	405.0	73.10	93.5	37.8	153 134	81.8	56.5	54.19	219 475	8.7	-37	16.38	66 341

		současnost				zhutnění				rozdíl			
kód KB	**plocha (ha)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**
41002137	552.3	70.70	105.3	33.8	186 798	77.5	73.7	45.73	252 581	6.8	-31.6	11.91	65 783
20102094	596.9	70.30	107.3	33.2	198 118	76.7	77.2	44.2	263 839	6.4	-30.1	11.01	65 721
10904182	335.2	72.40	96.8	36.7	122 851	82.8	52.8	56.24	188 516	10.4	-44	19.59	65 665
41003068	639.3	72.60	95.9	37.0	236 270	78.3	70.4	47.23	301 922	5.7	-25.5	10.27	65 652
41200699	865.5	71.30	102.2	34.8	301 454	75.7	81.5	42.41	367 059	4.4	-20.7	7.58	65 605
41500197	784.3	73.60	91.1	38.7	303 453	78.2	70.8	47.04	368 944	4.6	-20.3	8.35	65 491
20403359	520.2	72.60	95.9	37.0	192 259	79.5	65.5	49.55	257 749	6.9	-30.4	12.59	65 490
41400186	494.5	78.60	69.2	47.8	236 282	85	44.8	61.02	301 756	6.4	-24.4	13.24	65 474
11001237	411.8	76.20	79.3	43.3	178 409	84.1	48	59.05	243 192	7.9	-31.3	15.73	64 783
10406485	356.6	74.60	86.5	40.4	144 134	83.8	49.1	58.39	208 213	9.2	-37.4	17.97	64 079
20102132	353.0	75.90	80.7	42.7	150 868	84.9	45.2	60.76	214 477	9.0	-35.5	18.02	63 609
41200685	555.0	70.30	107.3	33.2	184 195	76.9	76.3	44.59	247 461	6.6	-31	11.4	63 266
10407911	625.9	71.10	103.2	34.5	215 925	76.9	76.3	44.59	279 075	5.8	-26.9	10.09	63 150
41002040	438.3	76.00	80.2	42.9	188 223	83.3	50.9	57.33	251 300	7.3	-29.3	14.39	63 077
20108068	548.3	75.20	83.8	41.5	227 439	81.2	58.8	52.95	290 330	6.0	-25	11.47	62 891
20102191	536.2	77.20	75.0	45.2	242 161	83.1	51.7	56.87	304 954	5.9	-23.3	11.71	62 793
10405236	929.2	75.50	82.4	42.0	390 640	79.1	67.1	48.78	453 269	3.6	-15.3	6.74	62 629
11001112	557.1	71.80	99.8	35.6	198 446	78.1	71.2	46.86	261 066	6.3	-28.6	11.24	62 620
41003442	358.5	77.50	73.7	45.7	163 933	85.9	41.7	63	225 842	8.4	-32	17.27	61 909
11204001	605.5	82.00	55.8	54.6	330 416	86.7	39	64.79	392 297	4.7	-16.8	10.22	61 881
41204896	654.7	71.80	99.8	35.6	233 190	77.1	75.4	44.98	294 466	5.3	-24.4	9.36	61 276
10803884	785.1	75.90	80.7	42.7	335 530	80	63.5	50.54	396 764	4.1	-17.2	7.8	61 234
10900682	380.7	75.90	80.7	42.7	162 720	84	48.4	58.81	223 901	8.1	-32.3	16.07	61 181
20101526	643.6	68.30	117.9	30.1	193 411	74.1	88.8	39.54	254 491	5.8	-29.1	9.49	61 080

		současnost				zhutnění				rozdíl			
kód KB	**plocha (ha)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**
10407570	471.2	67.00	125.1	28.1	132 402	74.9	85.1	40.97	193 042	7.9	-40	12.87	60 640
11007744	637.9	71.50	101.2	35.2	224 275	76.9	76.3	44.59	284 426	5.4	-24.9	9.43	60 151
11200193	561.0	71.30	102.2	34.8	195 382	77.4	74.2	45.51	255 293	6.1	-28	10.68	59 911
10405788	953.9	76.10	79.8	43.1	411 205	79.4	65.9	49.36	470 820	3.3	-13.9	6.25	59 615
41000755	408.2	78.80	68.3	48.2	196 793	85.8	42	62.8	256 350	7.0	-26.3	14.59	59 557
41505655	586.9	73.80	90.2	39.0	228 993	79.3	66.3	49.16	288 500	5.5	-23.9	10.14	59 507
11403532	528.7	68.10	119.0	29.8	157 282	74.9	85.1	40.97	216 600	6.8	-33.9	11.22	59 318
41207518	594.9	73.00	93.9	37.7	224 091	78.5	69.6	47.6	283 163	5.5	-24.3	9.93	59 072
11202703	564.2	77.00	75.9	44.8	252 514	82.3	54.6	55.23	311 580	5.3	-21.3	10.47	59 066
41602327	540.6	75.40	82.9	41.8	226 200	81.1	59.2	52.74	285 128	5.7	-23.7	10.9	58 928
11009323	452.9	75.50	82.4	42.0	190 378	82.2	55	55.01	249 113	6.7	-27.4	12.97	58 735
11204101	498.5	70.70	105.3	33.8	168 599	77.4	74.2	45.51	226 876	6.7	-31.1	11.69	58 277
10406281	760.4	76.30	78.9	43.5	330 635	80.3	62.3	51.14	388 884	4.0	-16.6	7.66	58 249
41002635	698.2	68.70	115.7	30.7	214 214	73.8	90.2	39.02	272 445	5.1	-25.5	8.34	58 231
10408638	732.4	66.40	128.5	27.2	199 354	71.5	101.2	35.16	257 505	5.1	-27.3	7.94	58 151
41202569	570.7	68.80	115.2	30.8	175 880	74.9	85.1	40.97	233 803	6.1	-30.1	10.15	57 923
10408351	841.0	66.80	126.2	27.8	233 879	71.2	102.7	34.66	291 487	4.4	-23.5	6.85	57 608
20100263	489.4	74.80	85.6	40.8	199 524	81	59.6	52.53	257 077	6.2	-26	11.76	57 553
20100312	373.5	68.70	115.7	30.7	114 578	77.7	72.9	46.09	172 128	9.0	-42.8	15.41	57 550
41601972	412.6	75.30	83.3	41.7	171 968	82.5	53.9	55.62	229 483	7.2	-29.4	13.94	57 515
41006347	481.3	72.30	97.3	36.5	175 523	78.9	67.9	48.4	232 940	6.6	-29.4	11.93	57 417
41207598	875.2	68.20	118.4	29.9	261 784	72.3	97.3	36.47	319 200	4.1	-21.1	6.56	57 416
20103981	519.1	75.20	83.8	41.5	215 335	81	59.6	52.53	272 699	5.8	-24.2	11.05	57 364
41501771	889.4	67.60	121.7	29.0	258 009	71.7	100.3	35.45	315 285	4.1	-21.4	6.44	57 276
41207459	520.0	71.10	103.2	34.5	179 390	77.4	74.2	45.51	236 638	6.3	-29	11.01	57 248
11000027	321.8	77.40	74.2	45.5	146 469	86	41.3	63.26	203 596	8.6	-32.9	17.75	57 127
10904636	768.2	70.00	108.9	32.7	251 211	74.4	87.4	40.08	307 907	4.4	-21.5	7.38	56 696

		současnost				zhutnění				rozdíl			
kód KB	**plocha (ha)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**	**CN**	**A (mm)**	**Ho (mm)**	**OpH (m^3)**
10803597	531.8	79.70	64.7	49.9	265 561	84.8	45.5	60.58	322 140	5.1	-19.2	10.64	56 579
10407309	937.5	68.80	115.2	30.8	288 947	72.5	96.3	36.82	345 199	3.7	-18.9	6	56 252
41203728	892.6	84.30	47.3	59.5	530 829	87.1	37.6	65.75	586 885	2.8	-9.7	6.28	56 056
41401496	582.3	72.20	97.8	36.3	211 364	77.6	73.3	45.91	267 320	5.4	-24.5	9.61	55 956
10408683	684.6	67.70	121.2	29.1	199 495	72.8	94.9	37.31	255 428	5.1	-26.3	8.17	55 933
11002169	589.3	72.30	97.3	36.5	214 914	77.6	73.3	45.91	270 543	5.3	-24	9.44	55 629
10406738	709.0	77.30	74.6	45.3	321 381	81.3	58.4	53.17	376 965	4.0	-16.2	7.84	55 584
41601133	476.2	75.80	81.1	42.6	202 701	81.8	56.5	54.19	258 031	6.0	-24.6	11.62	55 330
11404290	338.5	75.40	82.9	41.8	141 633	83.7	49.5	58.15	196 844	8.3	-33.4	16.31	55 211
41203691	841.8	72.90	94.4	37.5	315 583	76.6	77.6	44.03	370 636	3.7	-16.8	6.54	55 053
10400667	696.3	70.10	108.3	32.9	228 947	74.8	85.6	40.77	283 886	4.7	-22.7	7.89	54 939
20103359	422.0	77.80	72.5	46.3	195 241	84.2	47.7	59.23	249 927	6.4	-24.8	12.96	54 686
10800607	797.8	73.50	91.6	38.5	307 145	77.3	74.6	45.33	361 634	3.8	-17	6.83	54 489
41005779	459.4	75.90	80.7	42.7	196 352	82	55.8	54.57	250 700	6.1	-24.9	11.83	54 348
10401810	642.6	68.20	118.4	29.9	192 214	73.4	92	38.36	246 517	5.2	-26.4	8.45	54 303
41208119	523.6	73.80	90.2	39.0	204 317	79.4	65.9	49.36	258 459	5.6	-24.3	10.34	54 142
41207353	814.1	76.10	79.8	43.1	350 976	79.6	65.1	49.75	405 035	3.5	-14.7	6.64	54 059
41501527	736.0	69.80	109.9	32.4	238 400	74.2	88.3	39.73	292 425	4.4	-21.6	7.34	54 025
10106245	495.4	72.0	98.8	36.0	178 157	78.1	71.2	46.86	232 158	6.1	-27.6	10.9	54 001
11203344	384.9	75.50	82.4	42.0	161 791	82.7	53.1	56.07	215 785	7.2	-29.3	14.03	53 994
20102812	403.2	76.30	78.9	43.5	175 320	83.1	51.7	56.87	229 311	6.8	-27.2	13.39	53 991
41207157	378.3	72.90	94.4	37.5	141 810	80.6	61.1	51.76	195 787	7.7	-33.3	14.27	53 977
20105377	357.5	73.70	90.6	38.9	138 945	81.7	56.9	53.97	192 921	8.0	-33.7	15.1	53 976

Rozbor odtokových poměrů - výměry v třídách snížení retence A (ha)

Název povodí III. řádu	výměry v třídách snížení retence A (ha)					
	do 10,0 %	10,1-20,0 %	20,1-30,0 %	30,1-40,0 %	40,1 a více %	celkem
Bečva od soutoku Vsetínské Bečvy a Rožnovské Bečvy po ústí	7 854	13 904	29 170	11 661	570	63 159
Bečva pod soutok Vsetínské Bečvy a Rožnovské Bečvy	26 239	34 083	31 820	899	923	93 964
Cidlina od Bystřice po ústí a Labe od Cidliny po Mrlinu	78	7 371	1 695	1 015		10 160
Dřevnice a Morava od Dřevnice po Olšavu	15 852	53 378	35 651	17 619	5 667	128 167
Dyje od soutoku Moravské a Rakouské Dyje po Jevišovku	9 790	31 328	24 422	5 790	972	72 302
Dyje pod soutok Moravské a Rakouské Dyje	24 065	33 427	657	16		58 165
Jevišovka a Dyje od Jevišovky po Svratku	5 809	37 709	25 734	7 589		76 841
Jizera od Klenice po ústí		12 244	6 162	5 997		24 403
Jizera pod Kamenicí	35 653	19 265	9 417			64 335
Labe od Doubravy po Cidlinu	5 264	14 264	21 609	15 367		56 505
Labe od Jizery po Vltavu	1 641	15 710	24 340	13 719	2 745	58 155
Labe od Výrovky po Jizeru	2 112	22 470	25 609	8 944	1 396	60 530
Litavka a Berounka po Loděnici	17 759	8 825	18 606	7 272	4 193	56 655
Loděnice a Berounka od Loděnice po ústí	1 313	18 750	22 505	9 814	433	52 815
Loučná a Labe od Loučné po Chrudimku	15 184	16 798	21 125	17 566	3 004	73 677
Lužická Nisa od Mandavy po Smědou		2 559				2 559
Lužická Nisa po Mandavu	13 456	13 760	6 363	334	210	34 124
Morava od Třebůvky po Bečvu	20 758	22 603	39 387	29 512	10 768	123 028
Morava po Moravskou Sázavu	57 466	12 189	6 844	1 005		77 504
Moravice	18 852	21 618	27 257	20 857	1 404	89 988
Moravská Sázava a Morava od Moravské Sázavy po Třebůvku	30 354	55 474	21 096	11 286	2 004	120 213
Nežárka	56 399	43 375	286	24		100 084
Opava po Moravici	27 413	18 988	13 212	9 124	3 279	72 016
Osoblaha	3 789	5 608	6 183	1 845		17 425
Ploučnice	32 183	53 302	26 861	4 092		116 438
Pravostranné přítoky Kladské Nisy v Jeseníku	46 829	3 734	298	1		50 862
Rakovnický potok a Berounka od Rakovnického potoka po Litavku	16 321	25 665	12 884	3 771	709	59 351
Rokytná	1 372	18 207	18 893	5 018	64	43 554
Svratka po Svitavu	65 958	81 325	20 396	5 245		172 924
Váh od odbočky Púchovského kanálu po Trenčín	6 191	13 677	10 018	264	164	30 314
Vltava od Sázavy po Berounku			12 586	2 175	1 009	15 771
Výrovka	155	12 493	28 438	12 597	566	54 249
ostatní nekompletní	217 975	406 364	290 226	88 072	17 024	1 019 660
celkový součet kompletních	566 110	744 102	549 524	230 421	40 080	2 130 238
celkový součet vč. nekompletních	784 085	1 150 466	839 750	318 493	57 104	3 149 898

Rozbor odtokových poměrů - počet povodí IV. řádu v třídě snížení retence A

Název povodí III. řádu	Kód povodí III. řádu	počet povodí IV. řádu v třídě snížení retence A					
		do 10,0 %	10,1-20,0 %	20,1-30,0 %	30,1-40,0 %	40,1 a více %	*celkem*
Bečva od soutoku Vs. Bečvy a Rož. Bečvy po ústí	4-11-02	13	18	28	16	3	*78*
Bečva pod soutok Vsetínské Bečvy a Rožnovské Bečvy	4-11-01	30	43	36	8	1	*118*
Cidlina od Bystřice po ústí a Labe od Cidliny po Mrlinu	1-04-04	1	7	2	2		*12*
Dřevnice a Morava od Dřevnice po Olšavu	4-13-01	17	53	31	21	12	*134*
Dyje od soutoku Moravské a Rakouské Dyje po Jevišovku	4-14-02	15	27	20	4	2	*68*
Dyje pod soutok Moravské a Rakouské Dyje	4-14-01	24	35	1	1		*61*
Jevišovka a Dyje od Jevišovky po Svratku	4-14-03	11	23	20	6		*60*
Jizera od Klenice po ústí	1-05-03		5	6	4		*15*
Jizera pod Kamenicí	1-05-01	33	24	12			*69*
Labe od Doubravy po Cidlinu	1-04-01	5	15	23	15		*58*
Labe od Jizery po Vltavu	1-05-04	2	18	21	16	5	*62*
Labe od Výrovky po Jizeru	1-04-07	3	21	26	11	4	*65*
Litavka a Berounka po Loděnici	1-11-04	14	8	16	10	2	*50*
Loděnice a Berounka od Loděnice po ústí	1-11-05	2	17	18	7	2	*46*
Loučná a Labe od Loučné po Chrudimku	1-03-02	14	19	23	26	7	*89*
Lužická Nisa od Mandavy po Smědou	2-04-09		2				*2*
Lužická Nisa po Mandavu	2-04-07	14	11	10	2	1	*38*
Morava od Třebůvky po Bečvu	4-10-03	28	24	30	33	14	*129*
Morava po Moravskou Sázavu	4-10-01	68	22	10	6		*106*
Moravice	2-02-02	21	18	32	26	2	*99*
Moravská Sázava a Morava od Moravské Sázavy po Třebůvku	4-10-02	36	35	29	12	5	*117*
Nežárka	1-07-03	46	27	1	1		*75*
Opava po Moravici	2-02-01	27	17	17	6	3	*70*
Osoblaha	2-04-02	4	4	7	4		*19*
Ploučnice	1-14-03	26	42	21	8		*97*
Pravostranné přítoky Kladské Nisy v Jeseníku	2-04-04	55	7	1	1		*64*
Rakovnický potok a Berounka od Rakovnického potoka po Litavku	1-11-03	17	23	17	4	2	*63*
Rokytná	4-16-03	3	12	18	8	1	*42*
Svratka po Svitavu	4-15-01	62	74	20	7		*163*
Váh od odbočky Púchovského kanálu po Trenčín	4-21-08	6	11	9	1	1	*28*
Vltava od Sázavy po Berounku	1-09-04			6	3	1	*10*
Výrovka	1-04-06	1	13	26	13	1	*54*
ostatní nekompletní		262	403	278	120	29	*1092*
celkový součet kompletních		*598*	*675*	*537*	*282*	*69*	*2161*
celkový součet vč. nekompletních		*860*	*1078*	*815*	*402*	*98*	*3253*

Rozbor odtok. poměrů - počet povodí IV. řádu v třídě snížení retence A (% celk. počtu v povodí)

Název povodí III. řádu	počet povodí IV. řádu v třídě snížení retence A (% celk. počtu v povodí)				
	do 10,0 %	10,1-20,0 %	20,1-30,0 %	30,1-40,0 %	40,1 a více %
Bečva od soutoku Vsetínské Bečvy a Rožnovské Bečvy po ústí	16,7	23,1	35,9	20,5	3,8
Bečva pod soutok Vsetínské Bečvy a Rožnovské Bečvy	25,5	36,4	30,5	6,8	0,8
Cidlina od Bystřice po ústí a Labe od Cidliny po Mrlinu	8,3	58,3	16,7	16,7	
Dřevnice a Morava od Dřevnice po Olšavu	12,6	39,6	23,1	15,7	9,0
Dyje od soutoku Moravské a Rakouské Dyje po Jevišovku	22,1	39,7	29,4	5,9	2,9
Dyje pod soutok Moravské a Rakouské Dyje	39,4	57,4	1,6	1,6	
Jevišovka a Dyje od Jevišovky po Svratku	18,4	38,3	33,3	10,0	
Jizera od Klenice po ústí		33,3	40,0	26,7	
Jizera pod Kamenicí	47,8	34,8	17,4	0,0	
Labe od Doubravy po Cidlinu	8,5	25,9	39,7	25,9	
Labe od Jizery po Vltavu	3,2	29,0	33,9	25,8	8,1
Labe od Výrovky po Jizeru	4,6	32,3	40,0	16,9	6,2
Litavka a Berounka po Loděnici	28,0	16,0	32,0	20,0	4,0
Loděnice a Berounka od Loděnice po ústí	4,4	37,0	39,1	15,2	4,3
Loučná a Labe od Loučné po Chrudimku	15,8	21,3	25,8	29,2	7,9
Lužická Nisa od Mandavy po Smědou		100,0			
Lužická Nisa po Mandavu	36,9	28,9	26,3	5,3	2,6
Morava od Třebůvky po Bečvu	21,6	18,6	23,3	25,6	10,9
Morava po Moravskou Sázavu	64,1	20,8	9,4	5,7	
Moravice	21,2	18,2	32,3	26,3	2,0
Moravská Sázava a Morava od Mor. Sázavy po Třebůvku	30,7	29,9	24,8	10,3	4,3
Nežárka	61,4	36,0	1,3	1,3	
Opava po Moravici	38,5	24,3	24,3	8,6	4,3
Osoblaha	21,0	21,1	36,8	21,1	
Ploučnice	26,9	43,3	21,6	8,2	
Pravostranné přítoky Kladské Nisy v Jeseníku	85,9	10,9	1,6	1,6	
Rakovnický potok a Berounka od Rak. pot. po Litavku	27,0	36,5	27,0	6,3	3,2
Rokytná	7,1	28,6	42,9	19,0	2,4
Svratka po Svitavu	38,0	45,4	12,3	4,3	
Váh od odbočky Púchovského kanálu po Trenčín	21,4	39,3	32,1	3,6	3,6
Vltava od Sázavy po Berounku			60,0	30,0	10,0
Výrovka	1,8	24,1	48,1	24,1	1,9
ostatní nekompletní	23,9	36,9	25,5	11,0	2,7
celkový součet kompletních	27,8	31,2	24,8	13,0	3,2
celkový součet vč. nekompletních	26,4	33,1	25,1	12,4	3,0

Průměrné rozdíly A a Ho v (kompletních) povodích III. řádu (v mm)

Název povodí	A (mm)						Ho (mm)					
	do 10,0 %	10,1-20,0 %	20,1-30,0 %	30,1-40,0 %	40,1 a více %	celkem	do 10,0 %	10,1-20,0 %	20,1-30,0 %	30,1-40,0 %	40,1 a více %	celkem
Bečva od soutoku Vsetínské Bečvy a Rožnovské Bečvy po ústí	-6,87	-15,47	-20,98	-26,86	-36,50	-19,24	1,85	7,56	11,73	21,02		8,35
Bečva pod soutok Vsetínské Bečvy a Rožnovské Bečvy	-9,28	-20,48	-28,90	-29,45	-30,90	-20,39	1,90	4,90	9,09	11,06		5,84
Cidlina od Bystřice po ústí a Labe od Cidliny po Mrlinu	-3,40	-12,54	-13,99	-32,88		-14,74	3,46	6,37	13,07			6,28
Dřevnice a Morava od Dřevnice po Olšavu	-5,21	-15,32	-23,84	-28,47	-32,80	-19,02	2,76	6,45	11,90	17,64		7,60
Dyje od soutoku Moravské a Rakouské Dyje po Jevišovku	-7,68	-16,92	-20,72	-28,36	-39,84	-18,18	2,60	7,01	10,49	17,42		7,26
Dyje pod soutok Moravské a Rakouské Dyje	-6,44	-12,63	-19,00	-25,70		-10,15	2,39	5,57	12,27			3,95
Jevišovka a Dyje od Jevišovky po Svratku	-5,19	-15,07	-23,62	-28,51		-18,51	1,12	5,74	10,81			7,18
Jizera od Klenice po ústí		-19,63	-23,16	-29,88		-23,04		6,39	12,46			8,93
Jizera pod Kamenicí	-3,45	-16,01	-26,84			-10,64	1,01	5,59	9,14			3,40
Labe od Doubravy po Cidlinu	-9,15	-15,58	-18,89	-26,98		-19,35	2,99	7,58	13,19			8,65
Labe od Jizery po Vltavu	-7,14	-17,51	-21,85	-28,96	-34,92	-22,56	1,79	7,61	12,63	15,80	20,95	9,51
Labe od Výrovky po Jizeru	-4,75	-15,37	-20,75	-29,48	-32,82	-19,76	2,25	6,97	11,75	17,93		8,23
Litavka a Berounka po Loděnici	-6,42	-16,02	-21,93	-26,19	-38,49	-17,92	1,44	6,61	11,90	17,45		7,27
Loděnice a Berounka od Loděnice po ústí	-9,61	-17,96	-22,99	-27,77	-46,32	-21,95	2,48	6,83	11,66	19,31		8,78
Loučná a Labe od Loučné po Chrudimku	-7,15	-14,11	-19,28	-26,38	-31,24	-17,78	2,35	7,15	12,78	19,24	22,17	8,13
Lužická Nisa od Mandavy po Smědou		-14,62				-14,62		4,45				4,45
Lužická Nisa po Mandavu	-7,61	-15,96	-21,59	-30,95	-15,50	-13,86	1,75	5,92	10,08	16,35		4,86
Morava od Třebůvky po Bečvu	-7,42	-17,07	-22,40	-24,85	-33,53	-20,46	1,73	7,18	12,62	18,84		8,87
Morava po Moravskou Sázavu	-4,36	-15,82	-21,03	-28,34		-7,95	1,16	6,44	11,19			2,59
Moravice	-5,42	-19,00	-25,74	-31,72	-29,81	-21,31	0,74	6,19	11,75	14,16		8,19
Moravská Sázava a Morava od Moravské Sázavy po Třebůvku	-7,71	-15,77	-22,11	-27,66	-30,78	-16,21	2,11	6,04	12,62			6,09
Nežárka	-6,84	-11,46	-13,10	-14,20		-8,87	2,87	5,25				3,40
Opava po Moravici	-5,70	-18,75	-24,23	-30,20	-29,65	-16,73	1,17	5,97	12,43			6,25
Osoblaha	-9,77	-19,02	-24,18	-28,39		-19,83	1,66	6,07	11,47			7,33
Ploučnice	-4,61	-16,20	-25,87	-34,74		-15,88	1,39	6,02	10,55	13,94		5,66
Pravostranné přítoky Kladské Nisy v Jeseníku	-4,00	-12,85	-22,20	-34,50		-4,76	1,06	4,36	14,49			1,31
Rakovnický potok a Berounka od Rakovnického potoka po Litavku	-6,74	-16,44	-22,59	-23,78	-35,52	-15,80	1,14	5,75	11,60			5,74

Rokytná	-10,37	-17,73	-25,01	-29,06	-38,20	-21,99	3,20	6,40	11,22	17,23		8,54
Svratka po Svitavu	-7,84	-14,87	-21,66	-25,63		-13,32	2,55	5,59	10,05	16,24		4,71
Váh od odbočky Púchovského kanálu po Trenčín	-7,10	-16,79	-26,67	-36,90	-44,90	-18,40	2,34	5,76	9,75	20,66		6,00
Vltava od Sázavy po Berounku			-24,95	-33,62	-34,30	-26,75			10,31			10,31
Výrovka	-12,10	-15,08	-22,82	-29,82	-34,00	-22,75	4,38	7,75	12,34	15,54		9,62
Celkové snížení / zvýšení průměrně za kategorie	***-6,21***	***-15,88***	***-23,06***	***-28,13***	***-33,55***	***-16,82***	***1,91***	***6,34***	***11,58***	***16,52***	***21,03***	***6,50***
Celkové snížení / zvýšení průměrně	***-16,8 mm***						***6,5 mm***					
Nezhutněný průměr	*105,6 mm*						*34,7 mm*					
Celkové snížení/zvýšení (o % nezhutněného stavu)	***- 16 %***						***+ 18,7 %***					

Rozbor erozních poměrů - sběrné plochy KB

		původní	zhutněné	rozdíl	
číslo KB	**plocha (ha)**	**G_puv (t/rok)**	**G_hut (t/rok)**	**G_rozd (t/rok)**	**G_rozdp (% puv)**
41202903	733.1	11 142	16 839	5 697	51
41201959	932.8	10 310	15 244	4 934	48
41204582	891.4	9 549	14 154	4 605	48
41502414	819.6	9 731.00	14 263.00	4 532.00	46.60
41200078	924.0	7 822	11 707	3 885	50
41207652	649.1	7 152.00	10 724.00	3 572.00	49.90
41204570	748.9	6 914	10 375	3 461	50
11000568	999.7	6 368	9 559	3 191	50.1
41204396	607.8	5 367	8 510	3 143	59
41204768	894.3	5 908.00	8 798.00	2 890.00	48.90
41205226	227.0	5 894.00	8 756.00	2 862.00	48.60
41505328	607.6	5 638.00	8 339.00	2 701.00	47.90
41203740	987.3	6 639	9 326	2 687	41
41204766	947.1	5 416.00	8 089.00	2 673.00	49.40
41201365	650.0	4 889	7 493	2 604	53
41203728	892.6	4 334	6 913	2 579	60
41207459	518.1	5 082.00	7 650.00	2 568.00	50.50
41205103	763.7	6 199.00	8 703.00	2 504.00	40.40
41200738	681.4	6 843	9 191	2 348	34
10404401	782.8	4 867	7 208	2 341	48.1
10109610	968.1	5 290	7 553	2 263	42.8
41204035	370.4	4 522	6 783	2 261	50
41207769	845.4	4 637.00	6 885.00	2 248.00	48.50
11403532	528.7	4 594	6 824	2 230	48.5
41202569	570.7	4 415	6 630	2 215	50
41207157	378.3	4 230.00	6 370.00	2 140.00	50.60
41207489	364.4	4 270.00	6 407.00	2 137.00	50.00
41602351	849.7	4 998.00	7 063.00	2 065.00	41.30
11002591	716.3	4 044	6 087	2 043	50.5
41200350	954.4	4 116	6 151	2 035	49
41203172	479.8	3 934	5 901	1 967	50
41202667	354.4	2 984	4 924	1 940	65
41201319	299.0	3 823	5 760	1 937	51
41002137	552.3	3 878	5 799	1 921	49.5
11204101	498.5	3 893	5 805	1 912	49.1
41206147	861.4	4 605.00	6 513.00	1 908.00	41.40
41504689	563.3	4 070.00	5 969.00	1 899.00	46.70
10406581	959.6	5 215	7 104	1 889	36.2
10406609	917.6	3 965	5 854	1 889	47.6
20104480	660.4	3 789	5 676	1 887	49.8
10403565	934.5	3 927	5 810	1 883	48.0

		původní	zhutněné	rozdíl	
číslo KB	**plocha (ha)**	**G_puv (t/rok)**	**G_hut (t/rok)**	**G_rozd (t/rok)**	**G_rozdp (% puv)**
41204650	482.4	4 168.00	6 043.00	1 875.00	45.00
41205106	168.5	4 088.00	5 961.00	1 873.00	45.80
41003712	740.5	3 747	5 558	1 811	48.3
10406414	743.1	4 622	6 419	1 797	38.9
41501677	761.1	3 625.00	5 402.00	1 777.00	49.00
41202846	416.4	2 909	4 667	1 758	60
10407111	685.9	3 511	5 262	1 751	49.9
41000742	799.7	3 795	5 535	1 740	45.8
41002486	959.7	3 676	5 378	1 702	46.3
10105836	809.2	3 563	5 263	1 700	47.7
41200685	555.0	3 514	5 211	1 697	48
41001519	578.1	3 496	5 190	1 694	48.5
41001082	739.8	2 921	4 579	1 658	56.8
10403078	638.0	3 220	4 869	1 649	51.2
42100518	502.7	3 293.00	4 937.00	1 644.00	49.90
11203114	951.3	3 305	4 919	1 614	48.8
41001111	796.5	3 638	5 249	1 611	44.3
41200835	678.8	3 444	5 005	1 561	45
11008131	655.6	3 221	4 772	1 551	48.2
41204557	200.2	3 131	4 676	1 545	49
10402119	817.3	3 386	4 922	1 536	45.4
41003886	714.6	3 126	4 661	1 535	49.1
41207518	594.9	3 898.00	5 422.00	1 524.00	39.10
11203213	892.9	3 091	4 609	1 518	49.1
41203497	421.2	4 438	5 954	1 516	34
41201625	358.5	3 390	4 897	1 507	45
41203002	220.7	2 973	4 462	1 489	50
11203102	583.8	2 991	4 477	1 486	49.7
10404686	871.0	3 110	4 589	1 479	47.6
41004046	816.1	2 949	4 411	1 462	49.6
41203342	154.0	2 908	4 363	1 455	50
41207837	109.1	2 625.00	4 078.00	1 453.00	55.40
20102191	536.2	3 525	4 970	1 445	41.0
20100263	489.4	2 887	4 318	1 431	49.6
11000030	687.7	3 079	4 494	1 415	46.0
41503402	294.0	2 895.00	4 310.00	1 415.00	48.90
41007130	579.0	2 796	4 205	1 409	50
10103444	599.5	2 418	3 825	1 407	58.2
10405517	124.1	3 276	4 670	1 394	42.6
10108136	466.5	2 716	4 109	1 393	51.3
10400807	759.5	3 672	5 063	1 391	37.9
41402659	931.6	3 416.00	4 804.00	1 388.00	40.60

		původní	zhutněné	rozdíl	
číslo KB	**plocha (ha)**	**G_puv (t/rok)**	**G_hut (t/rok)**	**G_rozd (t/rok)**	**G_rozdp (% puv)**
41005684	289.6	3 011	4 399	1 388	46.1
20102812	403.2	2 745	4 131	1 386	50.5
11001592	817.3	3 198	4 583	1 385	43.3
20106751	868.2	2 740	4 125	1 385	50.5
11009446	804.6	3 192	4 570	1 378	43.2
10406485	356.6	3 098	4 454	1 356	43.8
41006347	481.3	2 709	4 064	1 355	50.0
11204183	624.3	2 750	4 104	1 354	49.2
10106209	488.0	2 729	4 073	1 344	49.2
41201811	485.7	3 806	5 147	1 341	35
11404289	527.6	2 768	4 109	1 341	48.4
41002055	370.6	2 804	4 143	1 339	47.8
41504234	271.9	2 746.00	4 085.00	1 339.00	48.80
41208339	905.9	4 307.00	5 643.00	1 336.00	31.00
20107399	959.2	2 835	4 162	1 327	46.8
10408422	217.3	3 077	4 396	1 319	42.9
10401579	642.6	2 716	4 033	1 317	48.5
10408609	700.1	2 632	3 948	1 316	50.0
41005535	515.6	3 685	4 989	1 304	35.4
41005044	237.7	2 640	3 941	1 301	49.3
10108568	730.4	2 872	4 169	1 297	45.2
10406650	751.9	3 874	5 165	1 291	33.3
41400502	884.7	2 982.00	4 268.00	1 286.00	43.10
11002169	589.3	2 591	3 877	1 286	49.6
10401699	721.3	3 687	4 966	1 279	34.7
41204456	663.8	2 600	3 867	1 267	49
11200193	558.6	2 656	3 919	1 263	47.6
41201316	627.2	2 435	3 698	1 263	52
10800667	317.8	2 623	3 878	1 255	47.8
11202069	601.2	3 089	4 341	1 252	40.5
11001254	413.9	2 488	3 736	1 248	50.2
41007060	441.2	2 549	3 795	1 246	49
41505655	586.9	3 474.00	4 709.00	1 235.00	35.50
10801120	311.6	2 525	3 756	1 231	48.8
11008660	895.9	2 505	3 732	1 227	49.0
41006836	442.1	2 529	3 755	1 226	49
10406281	760.4	5 953	7 178	1 225	20.6
10404536	651.7	2 625	3 849	1 224	46.6
41200462	410.8	2 742	3 965	1 223	45
10407169	533.8	3 426	4 641	1 215	35.5

		původní	zhutněné	rozdíl	
číslo KB	**plocha (ha)**	**G_puv (t/rok)**	**G_hut (t/rok)**	**G_rozd (t/rok)**	**G_rozdp (% puv)**
41208265	813.1	3 727.00	4 936.00	1 209.00	32.40
10404337	755.1	2 464	3 673	1 209	49.1
11402132	576.6	2 458	3 666	1 208	49.1
11001112	557.1	2 731	3 933	1 202	44.0
41203595	171.8	2 615	3 814	1 199	46
10405666	917.9	2 761	3 951	1 190	43.1
41504183	189.7	3 092.00	4 277.00	1 185.00	38.30
10110203	535.3	2 420	3 598	1 178	48.7
10401164	405.0	2 389	3 565	1 176	49.2
41004946	443.2	2 422	3 594	1 172	48.4
41204852	143.6	2 317.00	3 484.00	1 167.00	50.40
10800486	641.8	2 339	3 505	1 166	49.9
41204052	208.0	2 353	3 518	1 165	50
41201267	828.2	3 235	4 395	1 160	36
41201186	279.5	3 058	4 214	1 156	38
41003831	441.4	2 106	3 260	1 154	54.8
41000888	578.7	3 062	4 209	1 147	37.5
11002797	247.5	2 296	3 443	1 147	50.0
11401768	965.2	2 283	3 424	1 141	50.0
41004605	659.6	2 486	3 626	1 140	45.9
10804584	784.2	2 844	3 982	1 138	40.0
20107944	875.5	2 270	3 405	1 135	50.0
41203908	882.2	2 673	3 806	1 133	42
41000525	971.2	3 163	4 292	1 129	35.7
11002628	720.2	2 374	3 500	1 126	47.4
41006787	385.7	2 293	3 418	1 125	49
10408412	286.4	2 628	3 749	1 121	42.7
41207462	149.7	2 441.00	3 561.00	1 120.00	45.90
20104264	683.4	2 285	3 405	1 120	49.0
41505254	194.6	2 233.00	3 350.00	1 117.00	50.00
42100413	202.4	1 807.00	2 913.00	1 106.00	61.20
41202592	413.2	2 323	3 419	1 096	47
41201724	187.3	2 175	3 264	1 089	50
41202978	188.8	2 083	3 172	1 089	52
20401094	484.8	2 211	3 291	1 080	48.8
20102273	265.7	2 164	3 243	1 079	49.9
10804373	637.6	2 274	3 351	1 077	47.4
11403709	608.9	2 233	3 307	1 074	48.1
10408089	262.6	2 159	3 233	1 074	49.7
41602223	794.8	2 275.00	3 341.00	1 066.00	46.90
41208119	521.7	3 904.00	4 960.00	1 056.00	27.00
41207353	814.1	2 656.00	3 711.00	1 055.00	39.70

		původní	zhutněné	rozdíl	
číslo KB	**plocha (ha)**	**G_puv (t/rok)**	**G_hut (t/rok)**	**G_rozd (t/rok)**	**G_rozdp (% puv)**
41201359	527.5	2 124	3 173	1 049	49
41200699	865.5	2 885	3 931	1 046	36
41201602	193.7	2 202	3 248	1 046	48
20107393	809.1	2 071	3 114	1 043	50.4
10104913	367.8	2 387	3 416	1 029	43.1
41003191	791.6	2 121	3 146	1 025	48.3
41401582	621.2	2 428.00	3 449.00	1 021.00	42.10
10803885	729.7	2 346	3 365	1 019	43.4
41203169	167.7	1 763	2 776	1 013	58
41200695	563.9	2 994	4 000	1 006	34
11000874	699.8	2 019	3 022	1 003	49.7
10404302	387.0	2 785	3 787	1 002	36.0
10408195	850.0	3 148	4 149	1 001	31.8
10407662	480.7	2 142	3 143	1 001	46.7
10400842	281.6	2 001	3 001	1 000	50.0
41602327	540.6	2 439.00	3 433.00	994.00	40.80
10401903	570.6	2 096	3 088	992	47.3
41000755	408.2	2 042	3 032	990	48.5
41202837	256.2	1 648	2 638	990	60
20102132	353.0	2 006	2 993	987	49.2
41001445	337.7	2 018	3 003	985	48.8
41204896	654.7	2 809.00	3 787.00	978.00	34.80
11002798	211.2	1 950	2 924	974	49.9
10903869	629.9	2 173	3 145	972	44.7
41500197	784.3	2 498.00	3 467.00	969.00	38.80
41204247	152.5	2 134	3 102	968	45
41002373	448.4	1 943	2 909	966	49.7
41201427	223.8	1 599	2 558	959	60
10400843	337.2	2 074	3 019	945	45.6
11404352	81.0	1 892	2 834	942	49.8
41204773	189.9	1 876.00	2 814.00	938.00	50.00
41002002	368.4	1 884	2 817	933	49.5
41003495	609.2	2 298	3 224	926	40.3
41504258	415.2	2 052.00	2 976.00	924.00	45.00
11007622	560.6	2 018	2 941	923	45.7
11007744	637.9	1 833	2 755	922	50.3

Mapové interpretace zranitelnosti půd kompakcí pro oblast Jihomoravského kraje

M-1 Potenciální zranitelnost půd Jihomoravského kraje pedokompakcí

Dle metodiky hodnocení zranitelnosti půd kompakcí jsou mapově vymezeny areály tříd ohrožení I - III (náchylnost k pedokompakci), v rozsahu bonitovaných ploch orné půdy a vinic, s ořezem vybranými plochami ZABAGEDu (orná půda a neidentifikované plochy + vinice).

M-2 Prioritní území Jihomoravského kraje pro řešení zranitelnosti půd kompakcí

Zobrazena katastrální území se zastoupením nejohroženějších půd přesahujícím 33 % plochy orné půdy a vinic.

Mapy v přílohách v PDF.