

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně
Odbor agrochemie, půdy a výživy rostlin



**Výsledky průzkumu stavu výživy lesa v přírodní
lesní oblasti č. 19 Lužická pískovcová vrchovina**

Závěrečná zpráva

Zpracoval : Dr.Ing. Přemysl Fiala
Ing. Dušan Reininger
Ing. Tomáš Samek Ph. D.

Schválil: Dr.Ing. Pavel Čermák
ředitel odboru APVR

Předkládá: RNDr.Jaroslav Staňa
ředitel ústavu

Obsah

1. Úvod a metodika	7
1.1. Účel průzkumu	7
2. Charakteristika PLO	8
2.1. Popis oblasti	8
2.1.1. Biogeografické členění oblasti	8
2.1.2. Geologické podloží - půdotvorný substrát	8
2.1.3. Lesnická typologie	8
2.1.4. Půdní typy	8
2.1.5. Dřevinná společenstva	9
2.1.6. Poškození lesa imisemi	9
2.2. Vstupy do lesních ekosystémů	9
2.2.1. Atmosférické vstupy některých prvků do lesních ekosystémů	9
2.3. Vymezení oblastí ohrožených dlouhodobou acidifikací a eutrofizací půd.	11
2.3.1. Množství srážek	11
2.3.2. Průměrná říjnová teplota	11
2.3.3. Citlivost podle půdních typů	12
2.4. Reprezentativnost umístění odběrných míst	12
2.4.1. Popis šetřeného území	12
2.4.2. Popis šetřeného statistického souboru	13
3. Komentář k výsledkům chemických rozborů	14
3.1. Půda	14
3.1.1. Organický humusový horizont	14
3.1.1.1. Půdní reakce	14
3.1.1.2. Obsah dusíku	14
3.1.1.3. Obsah fosforu	15
3.1.1.4. Obsah draslíku	15
3.1.1.5. Obsah vápníku	16
3.1.1.6. Obsah hořčíku	16
3.1.1.7. Obsah manganu	16
3.1.1.8. Obsah železa	16
3.1.1.9. Obsah hliníku	16
3.1.1.10. Obsah zinku	17
3.1.1.11. Obsah mědi	17
3.1.1.12. Obsah olova	17
3.1.1.13. Obsah kadmia	17
3.1.1.14. Obsah chromu	17
3.1.1.15. Množství nadložního humusu	17
3.1.1.16. Oxidovatelný uhlík - C_{ox}	18
3.1.1.17. Poměr C_{ox} / N_{tot}	18
3.1.1.18. Poměr C/P	18
3.1.2. Minerální půda	18
3.1.2.1. Půdní reakce	18
3.1.2.2. Obsah dusíku	20
3.1.2.3. Obsah fosforu	20
3.1.2.4. Obsah draslíku	21
3.1.2.5. Obsah vápníku	22
3.1.2.6. Obsah hořčíku	23
3.1.2.7. Obsah manganu	23

3.1.2.8. Obsah železa.....	23
3.1.2.9. Obsah hliníku	24
3.1.2.10. Obsah zinku.....	24
3.1.2.11. Obsah mědi.....	24
3.1.2.12. Obsah olova.....	24
3.1.2.13. Obsah kadmia	25
3.1.2.14. Obsah chrómu.....	25
3.1.2.15. Výměnná acidita.....	25
3.1.2.16. Sycení bázemi.....	25
3.1.1.17. Oxidovatelný uhlík - C _{ox}	25
3.2. Výživa a výsledky listové analýzy.....	25
3.2.1. Výsledky listové analýzy u smrku ztepilého <i>Picea abies</i> . [Karst (L.)].....	25
3.2.1.1. Obsah dusíku	25
3.2.1.2. Obsah fosforu	25
3.2.1.3. Obsah draslíku.....	27
3.2.1.4. Obsah vápníku.....	27
3.2.1.5. Obsah hořčíku.....	27
3.2.1.6. Obsah síry.....	27
3.2.1.7. Obsah bóru	27
3.2.1.8. Obsah zinku.....	27
3.2.1.9. Obsah olova.....	27
3.2.1.10. Obsah kadmia	27
3.2.1.11. Obsah manganu	28
3.2.1.12. Obsah železa.....	28
3.2.1.13. Obsah hliníku	28
3.2.1.14. Obsah mědi.....	28
3.2.1.15. Obsah chrómu.....	28
3.2.1.16. Obsah niklu.....	28
3.2.1.17. Poměr N/Ca	28
3.2.1.18. Poměr N/Mg.....	29
3.2.1.19. Poměr P/Zn.....	29
3.2.1.20. Poměr K/Ca	29
3.2.1.21. Poměr K/Mg.....	29
3.2.1.22. Poměr S/Ca.....	29
3.2.1.23. Poměr S/Mg.....	29
3.2.1.24. Poměr S/N	29
3.2.3. Výsledky listové analýzy u buku lesního <i>Fagus sylvatica</i> . (L.)	30
3.2.3.1. Obsah dusíku	30
3.2.3.2. Obsah fosforu	30
3.2.3.3. Obsah draslíku.....	31
3.2.3.4. Obsah vápníku.....	31
3.2.3.5. Obsah hořčíku.....	31
3.2.3.6. Obsah síry.....	31
3.2.3.7. Obsah bóru	31
3.2.3.8. Obsah zinku.....	31
3.2.3.9. Obsah olova.....	32
3.2.3.10. Obsah kadmia	32
3.2.3.11. Obsah manganu	32
3.2.3.12. Obsah železa.....	32
3.2.3.13. Obsah hliníku	32

3.2.3.14. Obsah mědi.....	32
3.2.3.16. Obsah niklu.....	33
3.3. Zhodnocení změn v letech 1999 vs. 2006.....	33
3.3.1. Změny v půdním prostředí.....	33
3.3.2. Změny v asimilačních pletivech	34
3.4. Celkové hodnocení.....	43
3.4.1. Hodnocení půdního prostředí	43
3.4.2. Hodnocení úrovně výživy u smrku ztepilého	43
3.4.3. Hodnocení úrovně výživy u buku lesního	43
4. Návrh opatření	44
5. Použitá literatura	45
6. Mapové přílohy	46

1. Úvod a metodika

V roce 2006 byla provedena terénní částí průzkumu vlastností lesních pozemků se zvláštním zaměřením na stav výživy lesních porostů v Přírodní lesní oblasti (dále PLO) č.19 Lužická pískovcová vrchovina Na 150 odběrných místech na ploše porostní půdy – 36 254 ha, byly odebrány půdní vzorky podle platné metodiky v souladu s vyhláškou Mze pro odběr vzorků lesních půd. Odebrány byly horizonty:

- horizont nadložního organického humusu - 02
- horizont minerální povrchový - 07
- horizont minerální podpovrchový - 08

Výsledky průzkumu jsou zhodnoceny podle šetřených kompartmentů lesního ekosystému. Zvlášť je hodnocen horizont 02 - nadložní humus, kde je vyhodnoceno množství sušiny na ploše, kyselost, celkový dusík, % C, poměr C/N. Dále je u všech horizontů (02 - nadložní humus, 07 - povrchová minerální půda, 08 – podpovrchová minerální půda asi do 40 cm) stanovena aktivní a výměnná kyselost, obsah živin a některých stopových prvků. Obsah hodnocených prvků je brán v jednotkách mg.kg^{-1} a u dusíku v % v jemnozemi. Není zde prováděna bilance na větší objemovou jednotku s odečtením podílu skeletu.

Kompartment půda je hodnocen v PLO jako celek, tzn. bez ohledu na lesní typy nebo hospodářské soubory. Pouze při speciálním hodnocení ekosystémů je přihlíženo k hospodářským souborům nebo skupinám lesních typů.

Dále byly odebrány vzorky asimilačních orgánů dřevin - listů a jehlic, z osluněné části koruny. Vzorky byly sebrány z dřevin nejvíce zastoupených na odběrném místě. Ke každému odběrnému místu byl vypsán průvodní list. Na každém průvodním listu je číslo odběrného místa, dále označení lesní správy a porostní skupiny, lesní typ, slovní popis, mocnosti horizontů a další nezbytné údaje. Odběr byl proveden ve spolupráci s pracovníky ÚHÚL pob. Jablonec. Vzorky byly zpracovány v laboratořích ÚKZÚZ v Liberci (půdní vzorky) a v Plzni (vzorky asimilačních orgánů). Instrukci odběru vzorků provedli pracovníci ÚKZÚZ Brno. Na transportu vzorků do laboratoří se podílely oba uvedené ústavy.

Chemické analýzy byly provedeny podle „Jednotných pracovních postupů ÚKZÚZ“ (Zbíral 1997). Nadložní humusový horizont byl analyzován výluhem kyselinou dusičnou HNO_3 ($c = 2\text{mol.L}^{-1}$) po vyžhání při 550°C , v minerálních horizontech byly stanoveny hlavní živiny (P,K,Ca,Mg) ve výluhu Melich III a HNO_3 ($c = 2\text{mol.L}^{-1}$), ostatní prvky (Mn,Fe,Al,Zn,Cu,Pb,Cr,Cd) jen ve výluhu HNO_3 ($c = 2\text{mol.L}^{-1}$). Celkový uhlík a celkový dusík byl stanoven metodou NIRS.

1.1. Účel průzkumu

Účelem průzkumu bylo šetření PLO 19 pro získání informace o stavu výživy hlavních dřevin. Výsledek tohoto průzkumu může sloužit:

- 1) jako referenční hodnota úrovně výživy lesních dřevin a trofické úrovně půd
- 2) jako zaznamenání současného stavu pro budoucí porovnání případně studium procesů v půdě a asimilačních orgánech
- 3) výsledky budou součástí celkové studie popisující stav některých vlastností lesních ekosystémů na celém území republiky
- 4) informace pro vlastníka lesa a lesního hospodáře o stavu lesa
- 5) jako podklad pro nápravná opatření v oblasti výživy a ochrany lesa, konkrétně v souvislosti s vápněním porostů.

2. Charakteristika PLO

2.1. Popis oblasti

2.1.1. Biogeografické členění oblasti

Podle biogeografického členění České republiky (Culek 1995) odpovídá studovaná oblast bioregionu:

- 1.56 Žitavský bioregion
- 1.67 Jizerskohorský bioregion

2.1.2. Geologické podloží - půdotvorný substrát

Děčínské mezihoří je geologicky tvořeno kvádrovými pískovci s výskytem svrchnoturonských jílovců ve „V“ části. Místy se vyskytují bazaltoidní horniny- Růžovský vrch – čedič, Holý vrch – nefelinit. Lužické hory jsou tvořeny kaolinickými i jílovými pískovci. Do „S“ části zasahují fylity granodiority i žuly. Místy se objevují slínovce a vápnité slínovce.

2.1.3. Lesnická typologie

Z typologického průzkumu ÚHÚL vyplývá následující zastoupení ekologických řad (v %).

Tab. č.1

Plošné zastoupení ekologických řad v %							
EŘ	extrémní	kyselá	živná	Obohacená		oglejená	Podmáčená + rašelinná
				humusem	vodou		
PLO 19	0,57	3,9	84,55	5,39	4,17	1,17	0,22*

* 0,03% tvoří součet ploch souborů lesních typů, které mají menší výměru než 0,01%

2.1.4. Půdní typy

Tab. č.2

Plošné zastoupení půdních typů		
Půdní typ	Rozloha [ha]	Citlivost
Litozem	2171	
Ranker	907	citlivé
Luvizem	1414	málo citlivé
Kambizem	18554	citlivé
Podzol	4850	velmi citlivé
Kryptopodzol	6549	velmi citlivé
Pseudoglej	644	citlivé
Glej	1336	citlivé
Organozem	28	málo citlivé
Fluvizem	77	citlivé

2.1.5. Dřevinná společenstva

Tab.č.3

Současná druhová skladba (%) porostní půdy. PLO 19									
Jehličnany	SM	JD	BO	MD	DG	Kleč	SMX	BOX	Σ
	52		19	7					83
Listnáče	BK	DB	JV	JS	LP	BŘ	OL	Ost.	
	8	1				7	1		17

2.1.6. Poškození lesa imisemi

Ministerstvo zemědělství stanovilo s platností od 1.1.1997, pásma ohrožení lesů, pod vlivem imisí (pásma ohrožení). Přírodní lesní oblast je zařazena do čtyř pásem imisního ohrožení. Pásma ohrožení byla stanovena ÚHÚL Brandýs n.L. a potvrzená MZe ČR.

Tab. č.4

Přehled pásem ohrožení v oblasti č. 19				
LHC	Pásma ohrožení v ha			
	A	B	C	D
Celkem	216	4326	24394	8718

2.2. Vstupy do lesních ekosystémů

2.2.1 Atmosférické vstupy některých prvků do lesních ekosystémů

Tab. č.5

ČHMÚ Roční mokrá depozice, některých prvků a sloučenin, stanice Ústí nad Labem – Kočkov (Analýza: týdenní hodnoty)			
Rok	jednotka	2005	2006
Srážky	mm	655,5	569,3
H		16,23	11,61
HN ₄	mg.m ⁻²	565,36	568,49
Mg	mg.m ⁻²	39,29	24,00
Ca	mg.m ⁻²	242,95	175,68
Cl	mg.m ⁻²	323,20	173,98
NO ₃	mg.m ⁻²	1720,86	1507,20
SO ₄	mg.m ⁻²	1828,87	1477,0
Mn	mg.m ⁻²	28,95	28,42
Zn	mg.m ⁻²	11,20	9,46
Pb	mg.m ⁻²	1,65	1,35
Cd	mg.m ⁻²	0,04	0,06
Ni	mg.m ⁻²	1,25	0,43
Fe	mg.m ⁻²	49,82	61,90

Tab. č.6

ČHMÚ Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 1997, str. 159 – mapa	
PLO 19 – Lužická pískovcová vrchovina	
mokrý roční depozice síry $\text{SO}_4^{2-} - \text{S}$	$< 1,0 - 1,5 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Suchá roční depozice síry ($\text{SO}_2 - \text{S}$)	$1,5 - 2,0 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Celková roční depozice síry	$2,0 - 3,0 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Podkorunová r. d. S	$3,0 - 4,0 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Mokrý roční depozice dusíku $\text{NO}_3^- - \text{N}$	$0,5 - 1,0 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Mokrý roční depozice dusíku $\text{NH}_4^+ - \text{N}$	$1,0 - 1,5 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Mokrý celková roční depozice dusíku	$1,0 - 1,5 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Suchá- $\text{N}_{\text{ox}} - \text{N}$	$0,525 - 0,50 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Celková roční depozice dusíku	$1,5 - 2,0 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Mokrý roční depozice vodíkových iontů	$25 - 50 \text{ mg m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Suchá --	$100 - 150 \text{ mg m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Celková roční depozice vodíkových iontů	$125 - 200 \text{ mg m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Mokrý roční depozice chloridových iontů	$0,50 - 0,75 \text{ mg m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Mokrý roční depozice fluoridových iontů	$0,05 - 0,07 \text{ mg m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Mokrý roční depozice olovnatých iontů	$5,0 - 7,0 \text{ mg.m}^{-2}.\text{rok}$
Suchá --	$< 1,5 \text{ mg m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Celková roční depozice olova	$5,0 - 7,5 \text{ mg m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Celková roční depozice kadmia	$0,50 - 0,75 \text{ mg m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Celková roční depozice nikelnatých iontů	$2,0 - 3,0 \text{ mg m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$

Tab. č.7

Porovnání vstupů bazických kationtů a aniontů na stanici ČHMÚ – Ústí nad Labem – Kočkov									
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006	Průměr
Srážky mm	377,5	646,0	655,5	569,3					
pH	4,63	4,64	4,61	4,69					
	$(\mu\text{g.l}^{-1})$			(kgekv/ha/rok)					
NH_4^+	1193	881,26	862,48	998,58	30,00	37,93	37,67	37,87	35,87
Mg^{2+}	76	54,78	59,94	42,16	2,36	2,91	3,23	1,98	2,62
Ca^{2+}	494	370,03	370,63	308,58	9,31	11,93	12,12	8,77	10,53
$\Sigma \text{ baz.kat.}$					41,67	52,77	53,02	48,61	49,02
Cl^-	587,3	376,62	493,62	305,61	6,25	6,86	9,12	4,91	6,79
NO_3^-	2997,5	2235,1	2625,3	2647,5	18,25	23,28	27,75	24,31	23,40
SO_4^{2-}	2990,4	2376,3	2790,0	2594,4	23,50	31,96	38,08	30,75	31,07
$\Sigma \text{ an.}$					48,01	62,11	74,95	59,97	61,26
$\Sigma \text{ an.} - \Sigma \text{ baz.kat.}$					6,34	9,34	21,92	11,92	12,24

Z uvedených údajů vidíme převahu aniontů nad bazickými kationty. Významná je zde především převaha iontů NO_3^- a SO_4^{2-} . Tato převaha dosahuje asi 12 kg chemických ekvivalentů na hektar za rok, což je poloviční hodnota ve srovnání s hodnotou zjištěnou v Jizerských horách na stanici Souš. I tato zátěž vede k acidifikaci půdního prostředí se všemi průvodními nežádoucími vlivy. Oblast je významně ovlivněna vysokými spady fluoridových iontů F^- a pozoruhodný je vysoký obsah manganu Mn v mokré atmosférickém spadu (typ měřicího programu – čisté srážky – automatický pluviokolektor) $28,42 \text{ mg.m}^{-2}$ v porovnání s běžnými hodnotami kolem 3 - 5 mg.m^{-2} , zjišťovanými na území České republiky.

2.3. Vymezení oblastí ohrožených dlouhodobou acidifikací a eutrofizací půd.

K tomuto účelu byly použity klimatologické, geologické a půdní mapy. Dále byly použity vlastní kartogramy sestavené na základě aktuálních zjištěných veličin. Území bylo posuzováno z hlediska přirozené citlivosti, která se odvíjí od horninového podloží, vyvinutých půdních typů a klimatických podmínek.

2.3.1. Množství srážek

V místech s nejvyšším srážkovým úhrnem dochází k největšímu vyplavování kationtů z půdy. V souladu s mapou klimatických oblastí (E. Quitt, 1970), byla oblast rozdělena na několik území.

Tab. č.8

Posouzení PLO 19 podle citlivosti k úhrnu srážek (mm. rok ⁻¹)			
Označení oblasti	Územní část	LVS	Citlivost
T2	Labské stráně, pravobřežní část Labe.	3	odolné
MT 2	Celá oblast Lužických hor	3	málo citlivé
MT 9	Údolí Labe	2	odolné
CH7	Děčínský Sněžník	3 - 5	citlivé

Tab.č. 9

Odolnost vůči acidifikaci podle srážek	
Odolnost	Srážkové úhrny v mm.rok ⁻¹ .
1.Odolné	401 – 600
2.Málo citlivé	601 – 700
3.Citlivé	701 – 750
4.Velmi citlivé	> 750

2.3.2. Průměrná říjnová teplota

V souladu s mapou dr. Quitta, byly jako reprezentativní vybrána průměrná teplota v říjnu.

Tab. č.10

Posouzení PLO 19			
Označení oblasti	Územní část	LVS	Citlivost
T2	Labské stráně, pravobřežní část Labe.	3	odolné
MT 2	Celá oblast Lužických hor	3	málo citlivé
MT 9	Údolí Labe	2	odolné
CH7	Děčínský Sněžník	3 - 5	citlivé

Tab.č. 11

Odolnost vůči acidifikaci podle teploty	
Odolnost	Průměrné roční teploty ve °C
1.Odolné	8,1 – 10
2.Málo citlivé	5,1 – 8
3.Citlivé	2,1 – 5
4.Velmi citlivé	0,1 - 2

2.3.3. Citlivost podle půdních typů

Tab. č.12

Citlivost vymezených území podle půdního typu. (PLO 19)		
Půdní typ	Rozloha [ha]	Citlivost
Litozem	2171	citlivé
Ranker	907	citlivé
Luvizem	1414	málo citlivé
Kambizem	18554	citlivé
Podzol	4850	velmi citlivé
Kryptopodzol	6549	velmi citlivé
Pseudoglej	644	citlivé
Glej	1336	citlivé
Organozem	28	málo citlivé
Fluvizem	77	citlivé
Σ	36530	citlivé

2.4. Reprezentativnost umístění odběrných míst

Vhodnost umístění odběrných míst z hlediska reprezentativnosti statistického souboru získaných údajů je posouzena podle taxačních charakteristik – lesního vegetačního stupně, edafické kategorie a cílového hospodářského souboru v dané oblasti a rozmístění odběrných míst podle plošného zastoupení těchto charakteristik.

2.4.1. Popis šetřeného území

Tab.č.13

Lužická pískovcová vrchovina								
Lvs	0	1	2	3	4	5	6	7
Zastoupení (%)	39,0	0,1		9,9	0,7	24,5	22,6	2,9

Zdroj: OPRL: PLO 19 – , Lužická pískovcová vrchovina Brandýs nad Labem

Tab.č.14

Zastoupení edafických kategorií v %																									
X	Z	Y	M	K	N	I	S	F	C	B	W	H	D	A	J	L	U	V	O	P	Q	T	G	R	Σ
	6,9			67,7						14,2					1,9	1,7				4,1			3,4	0,1	100

Zdroj: OPRL: PLO 19 – Lužická pískovcová vrchovina Brandýs nad Labem

Tab.č.15

Zastoupení cílových hospodářských souborů v %								
Hospodářský soubor	13	27	29	39	41	43	45	51
Zastoupení v %	25,5	0,6	0,3	0,3	2,2	7,8	0,8	7,4
Hospodářský soubor	53	55	57	59	77	79	01	
Zastoupení v %	26,3	13,6	4,1	1,3	0,8	1,7	7,3	

Zdroj: OPRL, PLO 19 – Lužická pahorkatina, Brandýs nad Labem

2.4.2. Popis šetřeného statistického souboru

Tab.č. 16

Odběrná místa podle lesních vegetačních stupňů						
Lvs	0	3	4	5	6	Sa
Počet odběrných míst	47	10		51	42	150

Tab.č.17

Zastoupení edafických kategorií										
A	G	I	K	M	N	P	S	Y	Z	Sa
3	1	16	66	4	24	1	31	3	1	150

Tab.č. 18

Odběrná místa podle hospodářských souborů											
Hospodářský soubor	11	13	41	43	45	51	53	55	57	59	Sa
Počet odběrných míst	1	37	1	12	1	5	78	10	3	2	150
a na odběrných místech s opakovanými odběry 1999 x 2006											
LS Česká Lípa				1	1		15	8			25
Obec Mařenice							1				1
LS Rumburk							5				5
Obec Rybníště							7				7
NP České Švýcarsko		7	1	4		1	6				19
LS Děčín		1		6							7
Sa		8	1	11	1	1	34	8			64

Z uvedených tabulek je vidět, že průzkum výživy lesa postihl především nejvíce plošně zastoupené lesní vegetační stupně, edafické kategorie a cílové hospodářské soubory.

3. Komentář k výsledkům chemických rozborů

3.1. Půda

3.1.1. Organický humusový horizont

Tab.č.19.:Popisné statistiky – Horizont nadložního humusu (Horizont 02)

		N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Spodní kvartil	Horní kvartil
pH/CaCl ₂		150	2.999	2.900	2.700	3.90	2.800	3.100
pH/H ₂ O		150	3.924	3.900	3.500	4.70	3.800	4.100
Dusík	%	150	1.247	1.320	0.320	1.65	1.130	1.440
Fosfor [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	843.540	797.500	279.000	6213.00	644.000	960.000
Draslík [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	693.927	640.000	243.000	1700.00	512.000	840.000
Vápník [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	1035.673	774.500	130.000	6790.00	491.000	1210.000
Hořčík [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	544.493	372.000	100.000	8040.00	285.000	543.000
Mangan [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	96.033	47.500	0.000	1040.00	11.000	111.000
Železo [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	6672.800	6250.000	1310.000	21200.00	4930.000	7580.000
Hliník [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	5842.600	4655.000	1220.000	15500.00	3850.000	6980.000
Zinek [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	31.655	29.050	12.800	106.00	24.300	35.400
Měď [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	15.065	14.250	2.800	30.70	10.600	19.200
Olovo [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	127.174	114.500	27.000	477.00	89.700	149.000
Kadmium [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	0.315	0.260	0.020	1.46	0.200	0.380
Chrómový [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	9.105	8.650	3.900	30.80	7.600	10.100
C _{ox}	%	150	27.016	28.150	8.260	40.00	22.600	32.200
Nadložní humus	t/ha	150	91.255	87.200	19.000	406.72	65.280	110.400
C/N		150	22.168	22.207	12.000	47.50	19.497	24.247
C/P		150	361.295	341.105	46.998	1126.13	273.101	433.420

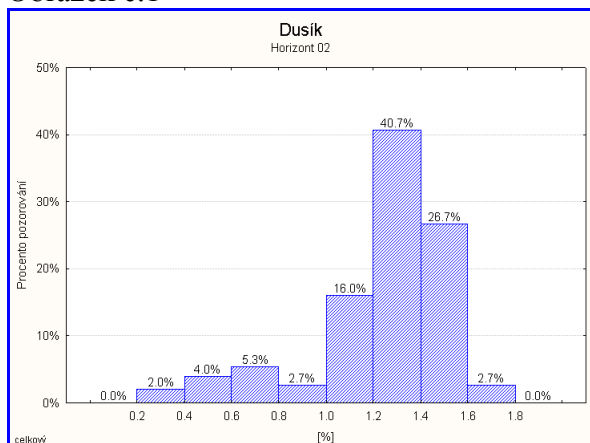
3.1.1.1. Půdní reakce

Půdní reakce výměnná (pH = 2,9) i aktivní (pH = 3,9) je velmi silně kyselá

3.1.1.2. Obsah dusíku

Rozdělení četností obsahů dusíku je pravostranné. Jedná se pravděpodobně o reakci na zvýšení imisí v některé části oblasti. Medián svědčí o střední zásobě, asi 15 % vzorků překračuje hranici vysoké zásoby 1,5 % N. Příslušný kartogram ukazuje nejvyšší hodnoty ve východní části oblasti – Děčínském mezihoří a ve vyšších polohách Lužických hor. Poněkud menší nasycení nadložního humusu dusíkem je znatelné ve východní části v trojúhelníku Dolní Podluží, Mařenice, Nový Bor.

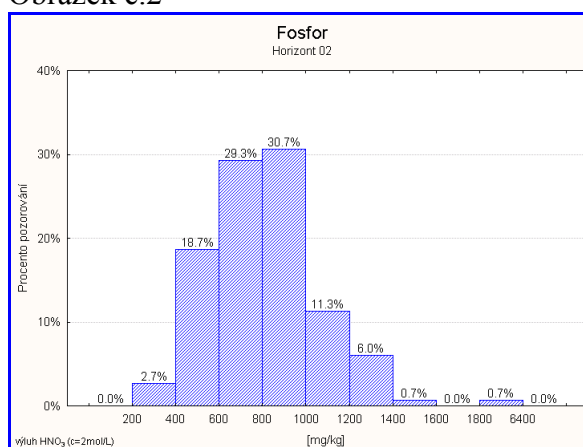
Obrázek č.1



3.1.1.3. Obsah fosforu

Hodnota mediánu (798 mg.kg^{-1}) se nachází v oblasti nízkých hodnot. Pod hranicí nízké zásoby (400 mg.kg^{-1}) jsou pouze 3 % vzorků. Dobrá a vyšší zásoba je asi u 53 % vzorků.

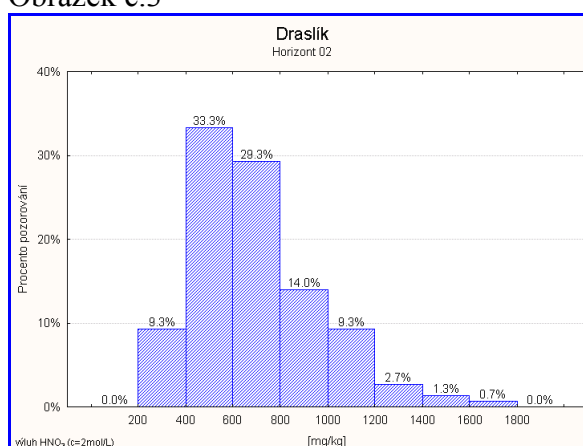
Obrázek č.2



3.1.1.4. Obsah draslíku

Zásoba draslíku je velmi malá. Pod hranicí dobré zásoby (600 mg.kg^{-1}) je 43 % vzorků.

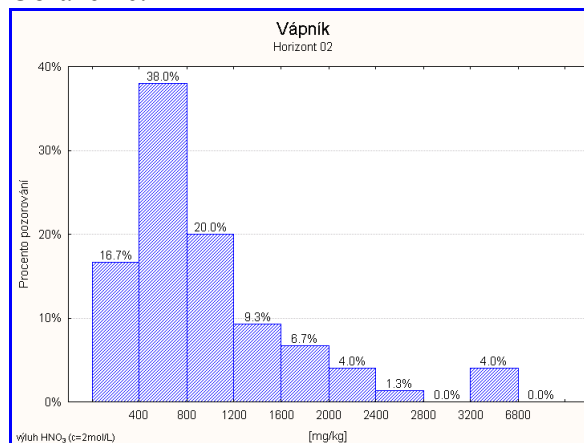
Obrázek č.3



3.1.1.5. Obsah vápníku

Hodnota mediánu (775 mg.kg^{-1}) se pohybuje v oblasti nízkých zásob. Pod hranicí dobré zásoby (2400 mg.kg^{-1}) je 95 % všech vzorků. Kartogram ukazuje velmi nízké hodnoty obsahů vápníku v celé oblasti. Poněkud vyšších hodnot je dosažení v nižších polohách a ve východní části oblasti.

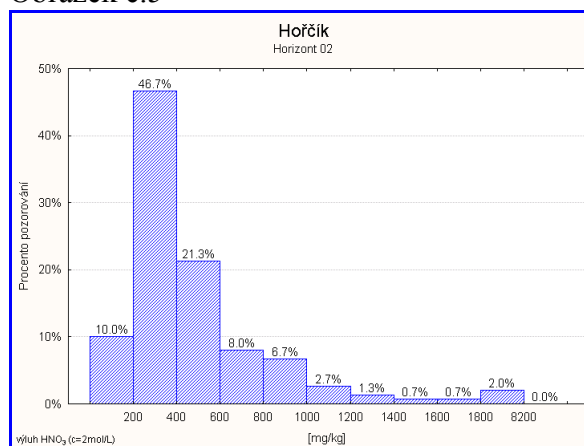
Obrázek č.4



3.1.1.6. Obsah hořčíku

Hodnota mediánu (372 mg.kg^{-1}) odpovídá nízkým zásobám hořčíku. Pod hranicí dobré zásoby (800 mg.kg^{-1}) je 86 % vzorků. Prostorové rozložení obsahů hořčíku, jak je ukazuje kartogram vymezuje oblast na dvě části: západní s výrazným deficitem. Tato oblast zahrnuje Děčínské mezihoří a Lužické hory. Ve východní části, od Chřibské na východ, jsou obsahy poněkud vyšší, ale i zde dosahují pouze středních hodnot. Vyšší obsahy hořčíku mohou zde souviset s výskytem vulkanických hornin a tedy vyššími obsahy Mg v opadu.

Obrázek č.5



3.1.1.7. Obsah manganu

Obsahy manganu jsou velmi nízké. Asi 80 % vzorků je pod hranicí přirozené (dobré) zásoby (125 mg.kg^{-1}). Tento stav neodpovídá vysokým hodnotám zjištěným v atmosferických spadech – Tab.6. Z příslušného kartogramu vidíme vyšší, ojediněle i velmi vysoké hodnoty obsahů manganu ve východní polovině oblasti.

3.1.1.8. Obsah železa

Obsahy železa jsou vysoké. Nad hranicí vysokých hodnot (7680 mg.kg^{-1}) je asi 37 % vzorků.

3.1.1.9. Obsah hliníku

Obsahy hliníku odpovídají „normálním“ hodnotám zjišťovaným v jehličnatých porostech.

3.1.1.10. Obsah zinku

Obsahy zinku jsou nízké. Hodnota mediánu (29 mg.kg^{-1}) je v oblasti spodního kvartilu (40 mg.kg^{-1}) stanoveného pro jehličnaté dřeviny (Materna 2002).

3.1.1.11. Obsah mědi

Obsahy mědi jsou vysoké. Nad hranicí vysokých hodnot ($15,9 \text{ mg.kg}^{-1}$) se nachází asi 40 % vzorků.

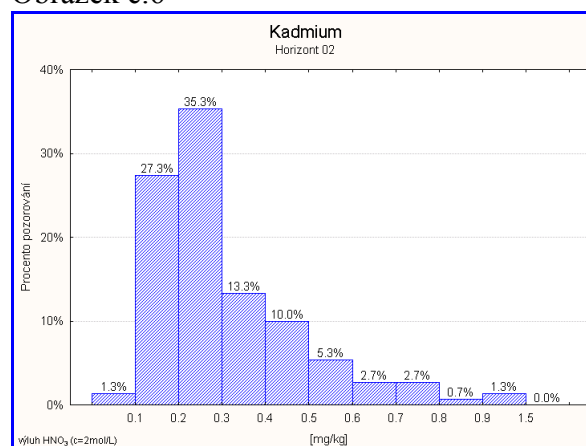
3.1.1.12. Obsah olova

Obsahy olova charakterizované mediánem (115 mg.kg^{-1}) odpovídají vysokému zatížení. Vezmeme – li jako kritickou hodnotu nasycení 150 mg.kg^{-1} (TYLER, 1992), je asi 17 % vzorků nad touto hranicí. Podle kartogramu je možno posuzovat západní část – Děčínské mezihoří jako nejvíce zatíženou část. další výrazné zatížení je ve východní části mezi Chřibskou a Novým Borem.

3.1.1.13. Obsah kadmia

Znečištění nadložního humusového horizontu kadmiem je nízké. Rozdělení četností je levostranné. Nejvíce vzorků (35 %) je soustředěných v intervalu $0,2 - 0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Obrázek č.6



3.1.1.14. Obsah chromu

Rovněž zatížení chromem je ve studované oblasti nízké. Střední hodnoty jsou podle kartogramu zjištěny v Děčínském mezihoří a ve východní části mezi Chřibskou a Novým Borem. Geograficky vzato se nejvyšší hodnoty ($10,1 - 20,0 \text{ mg.kg}^{-1}$) nacházejí v územní části západně od Děčína a ve východní části mezi Novým Borem, Dolním Podlužím a Chřibskou.

3.1.1.15. Množství nadložního humusu

Tab. č.20.

Množství materiálu nadložního humusového horizontu v t.ha^{-1} ve vybraných PLO (hodnoty mediánu)				
Český Les	Krušné Hory	Jeseníky	Českomoravská vrchovina	Lužická pískovcová vrchovina
32,24	83,04	68,16	103,04	87,20

3.1.1.16. Oxidovatelný uhlík - C_{ox}

Obsah C_{ox} v nadložním organickém horizontu je poměrně nízký. To je způsobeno vyšší příměsí nespalitelného uhlíku.

3.1.1.17. Poměr C_{ox} / N_{tot}

Poměr je poměrně nízký díky nízkému podílu oxidovatelného uhlíku v tomto horizontu.

3.1.1.18. Poměr C/P

Asi 20 % z odběrných míst má poměr < 250 . U těchto ploch nedoporučujeme meliorační zásah leteckým vápněním. Na ostatních místech považujeme tento poměr za přirozený.

3.1.2. Minerální půda

3.1.2.1. Půdní reakce

Hodnoty mediánů půdní reakce výměnné i aktivní řadí soubor šetřených vzorků do kategorie velmi silně kyselých půd.

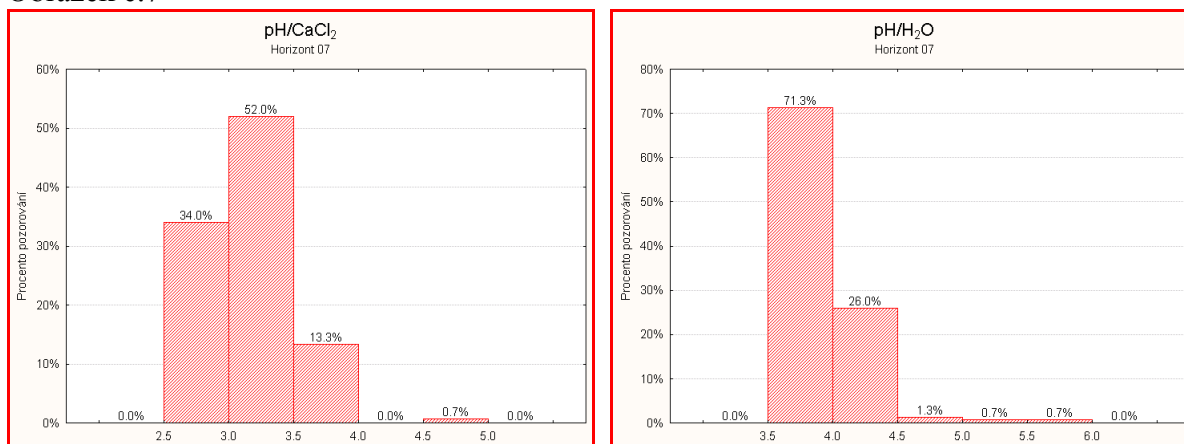
Tab. č.21.

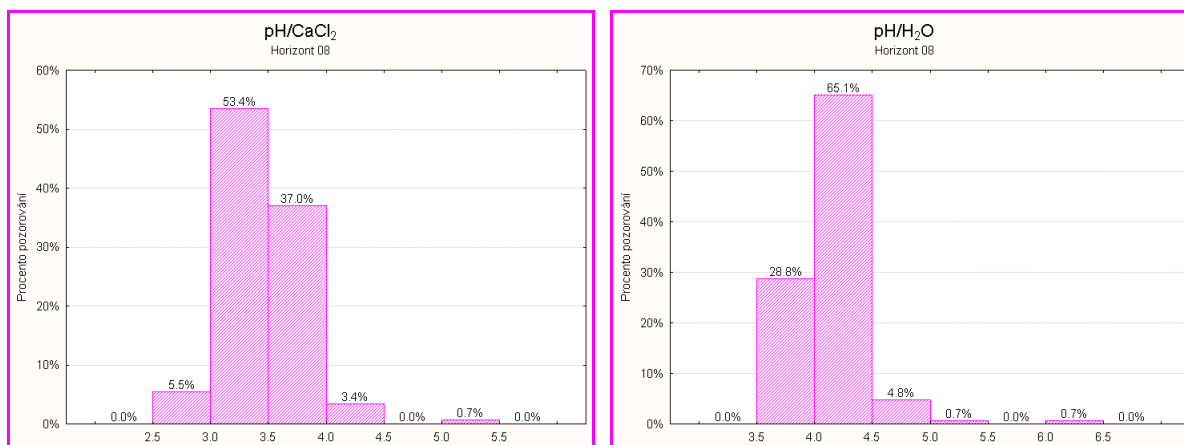
Srovnání hodnot pH /CaCl ₂ v již šetřených PLO (hodnoty mediánů)					
horizonty	Krušné hory	Hostýnské vrchy	Českomoravská vrchovina	Moravskoslezské Beskydy	Lužická pískovcová vrchovina
07	3,00	3,40	3,30	3,20	3,10
08	3,40	3,60	3,70	3,80	3,50

x Krušné hory a Hostýnské vrchy pH KCl

Ze srovnání s některými PLO (Tab.č. 21) vyplývá extrémní kyselost zdejších stanovišť. Odchytky se vyskytují jen ojediněle (Obrázek č.7). Příslušný kartogram rozděluje oblast na část západní s výrazně kyselou půdní reakcí a na východní s poněkud nižší kyselostí, kde pH nabývá hodnot od 3,1 do 4,0.

Obrázek č.7





Tab. č.22.: Popisné statistiky – Horizont minerální povrchový (Horizont 07)

		N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Spodní kvartil	Horní kvartil
pH/CaCl ₂		150	3.211	3.100	2.8000	5.00	3.0000	3.400
pH/H ₂ O		150	3.977	3.900	3.6000	5.60	3.8000	4.100
Dusík	%	150	0.212	0.200	< 0.04	0.61	0.1400	0.270
Fosfor [výluh Mehlich III]	mg/kg	150	7.573	5.000	1.0000	125.00	4.0000	8.000
Draslík [výluh Mehlich III]	mg/kg	150	51.707	49.000	13.0000	156.00	35.0000	63.000
Vápník [výluh Mehlich III]	mg/kg	150	117.953	59.000	9.0000	1912.00	33.0000	88.000
Hořčík [výluh Mehlich III]	mg/kg	150	21.327	13.000	5.0000	352.00	9.0000	20.000
Fosfor [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	56.518	40.400	6.0000	559.00	25.5000	59.500
Draslík [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	174.810	159.500	15.5000	498.00	130.0000	200.000
Vápník [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	218.060	124.500	21.0000	3090.00	86.0000	187.000
Hořčík [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	167.515	35.850	7.3000	8380.00	21.6000	79.300
Mangan [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	89.313	16.000	1.0000	2540.00	4.0000	73.000
Výměnná acidita	mmol/kg	150	42.085	42.400	4.8000	77.60	32.0000	50.400
Železo [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	3415.140	2303.500	195.0000	16819.00	677.0000	5221.000
Hliník [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	1680.813	1116.500	183.0000	6825.00	562.0000	2408.000
Zinek [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	7.179	5.000	0.7000	48.60	3.1000	8.900
Měď [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	3.177	2.700	0.6000	13.00	1.7000	4.000
Olovo [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	60.149	52.350	11.0000	193.50	33.4000	76.800
Kadmium [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	0.075	0.050	0.0000	0.87	0.0300	0.080
Chrómový [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	150	1.952	1.050	< 0.20	30.10	0.4000	2.500
C _{ox}	%	150	6.755	6.750	< 0.35	18.20	5.5800	7.900
BS	%	150	15.407	10.905	3.5210	86.56	8.3776	16.922

Tab. č.23.: Popisné statistiky – Horizont minerální podpovrchový (Horizont 08)

		N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Spodní kvartil	Horní kvartil
pH/CaCl ₂		146	3.508	3.500	2.90000	5.40	3.3000	3.700
pH/H ₂ O		146	4.201	4.200	3.70000	6.20	4.0000	4.300
Dusík	%	146	0.066	< 0.04	< 0.04	0.56	< 0.04	0.090
Fosfor [výluh Mehlich III]	mg/kg	146	5.877	2.000	0.00000	80.00	1.0000	5.000
Draslík [výluh Mehlich III]	Mg/kg	146	31.226	28.500	4.00000	79.00	20.0000	41.000
Vápník [výluh Mehlich III]	mg/kg	146	54.260	27.500	6.00000	1470.00	18.0000	47.000
Hořčík [výluh Mehlich III]	mg/kg	146	11.637	7.000	2.00000	198.00	4.0000	11.000
Fosfor [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	40.816	18.400	1.40000	589.00	9.5000	41.100
Draslík [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	128.210	118.500	52.90000	327.00	94.4000	152.000
Vápník [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	123.322	84.500	18.00000	2150.00	51.0000	133.000
Hořčík [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	145.268	41.050	0.00000	7450.00	12.6000	100.000
Mangan [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	149.966	21.500	< 1.00	2560.00	2.0000	193.000
Výměnná acidita	mmol/kg	146	25.903	25.600	3.20000	70.40	13.6000	35.200
Železo [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	3859.705	3561.000	16.00000	22639.00	566.0000	6011.000
Hliník [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	1855.377	1354.000	42.00000	11399.00	298.0000	2711.000
Zinek [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	5.762	4.000	< 0.20	46.90	2.0000	7.500
Měď [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	1.333	1.000	< 0.20	8.70	0.6000	1.600
Olovo [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	31.520	27.100	1.30000	176.40	15.6000	41.500
Kadmium [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	0.040	0.025	0.00000	0.56	0.0100	0.040
Chróom [výluh HNO ₃ (c=2mol/L)]	mg/kg	146	2.043	1.700	< 0.20	19.20	0.3000	2.800
C _{ox}	%	146	3.444	3.125	0.60000	11.80	2.4200	4.140
BS	%	146	16.103	11.455	3.29395	91.91	7.5208	19.892

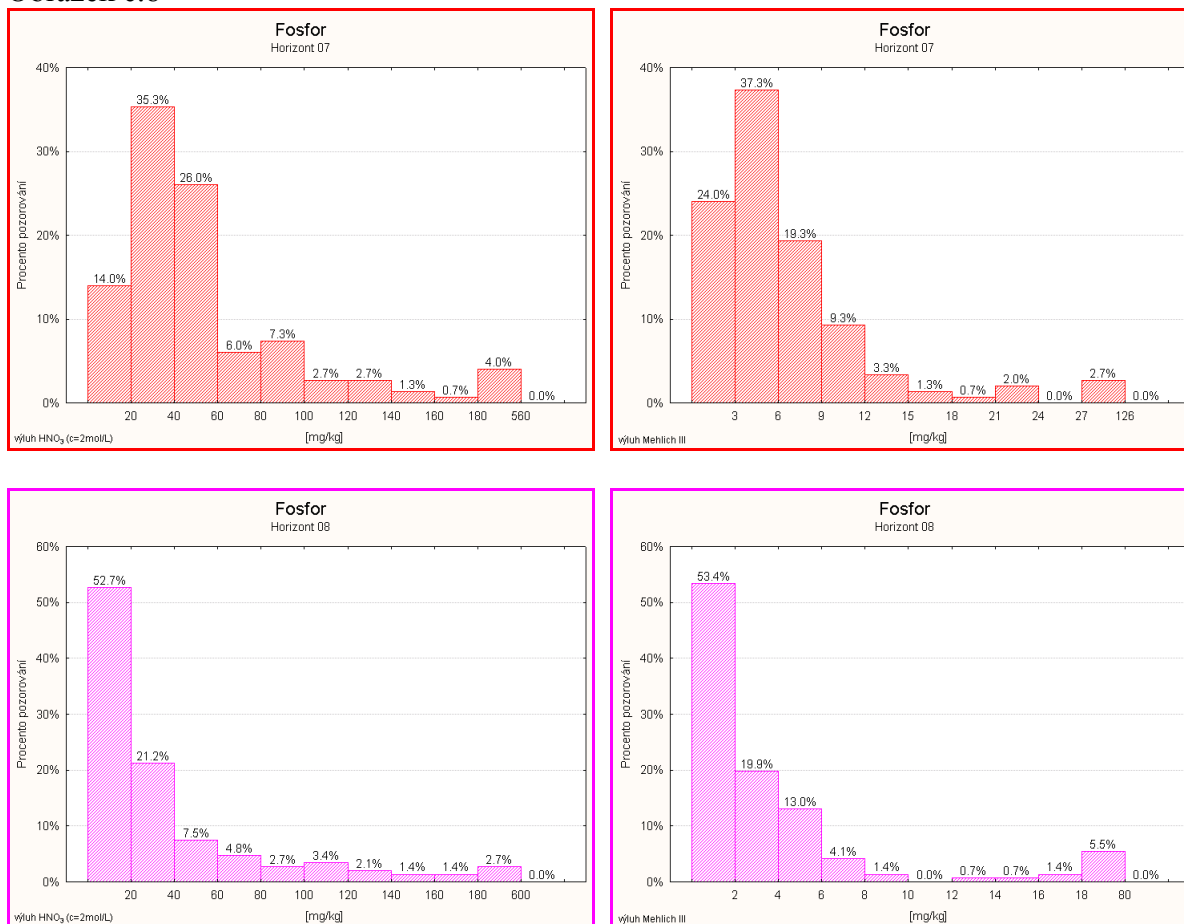
3.1.2.2. Obsah dusíku

Obsah dusíku v povrchovém minerálním horizontu je nízký a v podpovrchovém velmi nízký. Je zde velký rozdíl mezi nasyceností nadložních horizontů a nízkými obsahy v minerální části profilu. Obsahy dusíku jsou velmi nízké na celé ploše oblasti. Ojedinelý výskyt vyšších hodnot nemá geografickou závislost.

3.1.2.3. Obsah fosforu

Pseudototální obsah fosforu s hodnotou mediánů 40 v povrchovém a 18 mg.kg⁻¹ v podpovrchovém minerálním horizontu je velmi nízký. Rovněž mediány přijatelných obsahů 5 a 2 mg.kg⁻¹ odpovídají nízké a velmi nízké zásobě. Rozdělení četností je klesající s výskytem extrémních hodnot u pseudototálního i přijatelného fosforu.

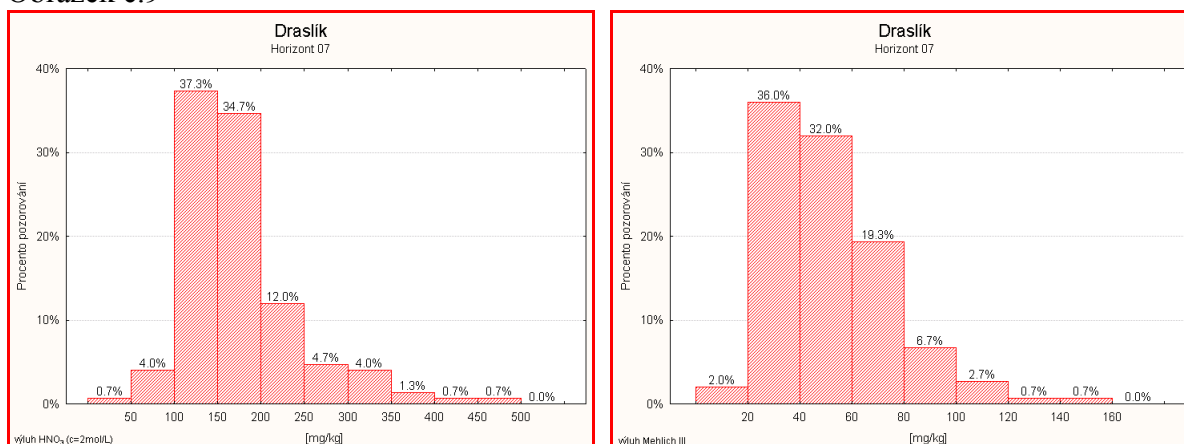
Obrázek č.8



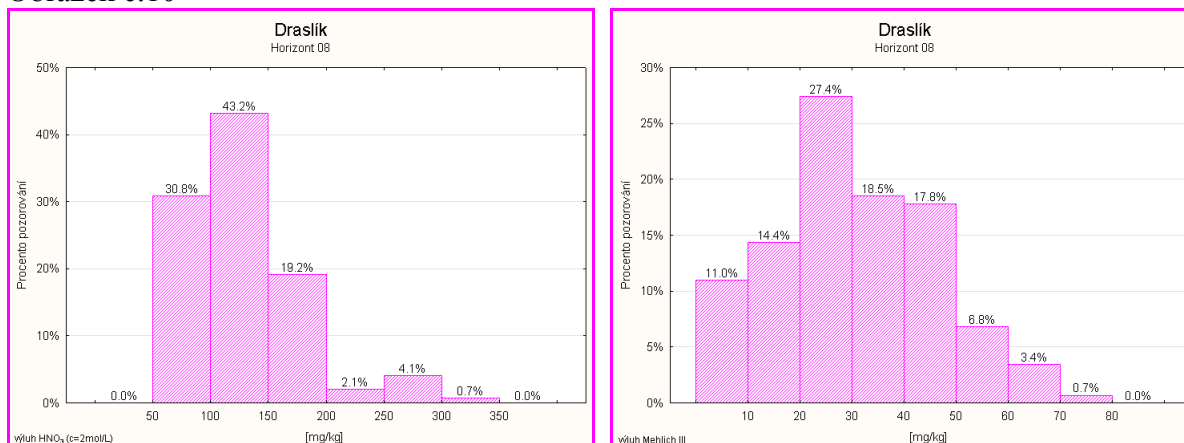
3.1.2.4. Obsah draslíku

Pseudototální obsahy draslíku 160 a 118 mg.kg⁻¹, v povrchovém a podpovrchovém minerálním horizontu jsou velmi nízké. Toto hodnocení platí i pro přijatelný draslík s hodnotami 49 a 29 mg.kg⁻¹. Rozdělení četností je levostranné bez výskytu extrémů.

Obrázek č.9



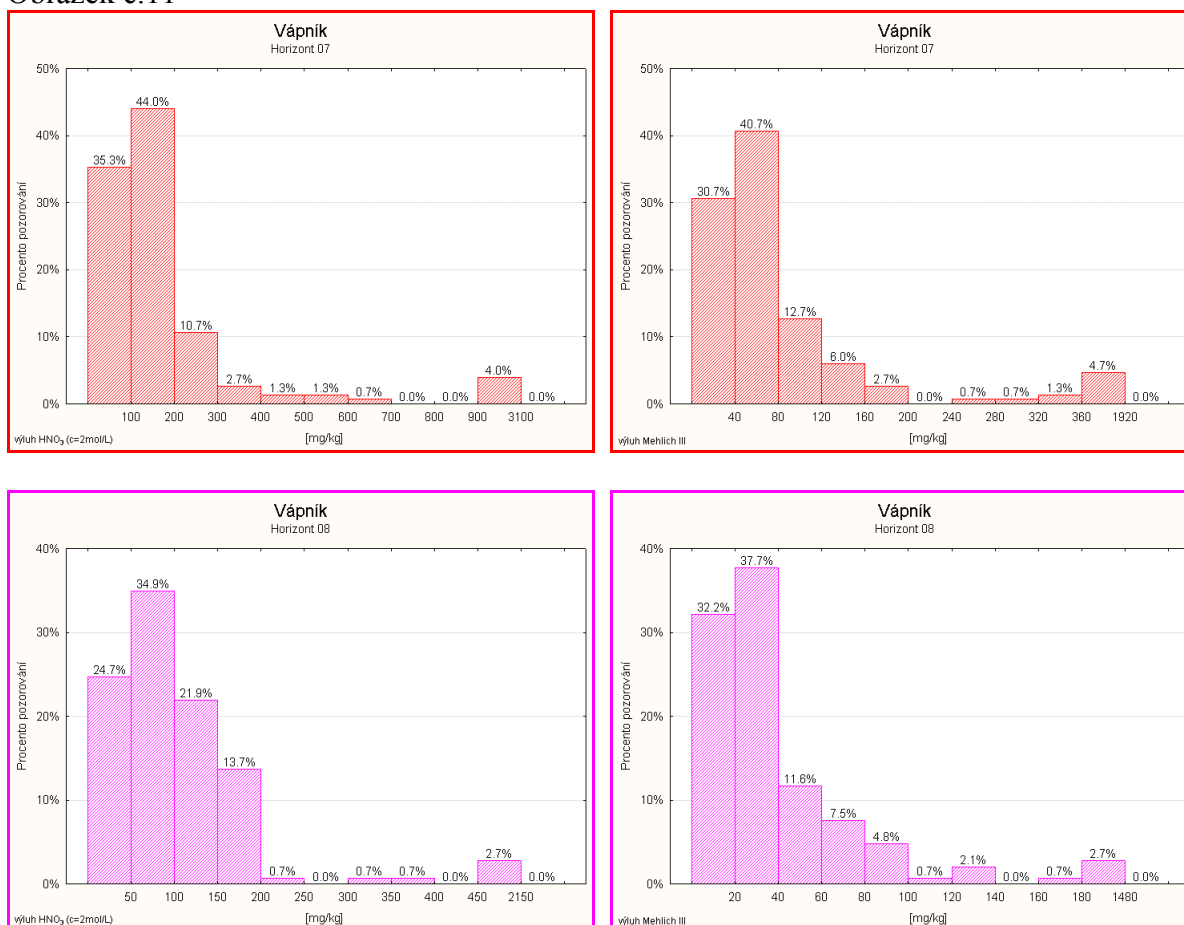
Obrázek č.10



3.1.2.5. Obsah vápníku

Hodnoty pseudototálních obsahů jsou velmi nízké. Hodnoty mediánů jsou 125 a 84 mg.kg⁻¹ v povrchovém a podpovrchovém horizontu. Rovněž hodnoty mediánů přijatelného vápníku (59 a 28 mg.kg⁻¹) jsou velmi nízké. Rozdělení četností je levostranné s výskytem extrémních hodnot.

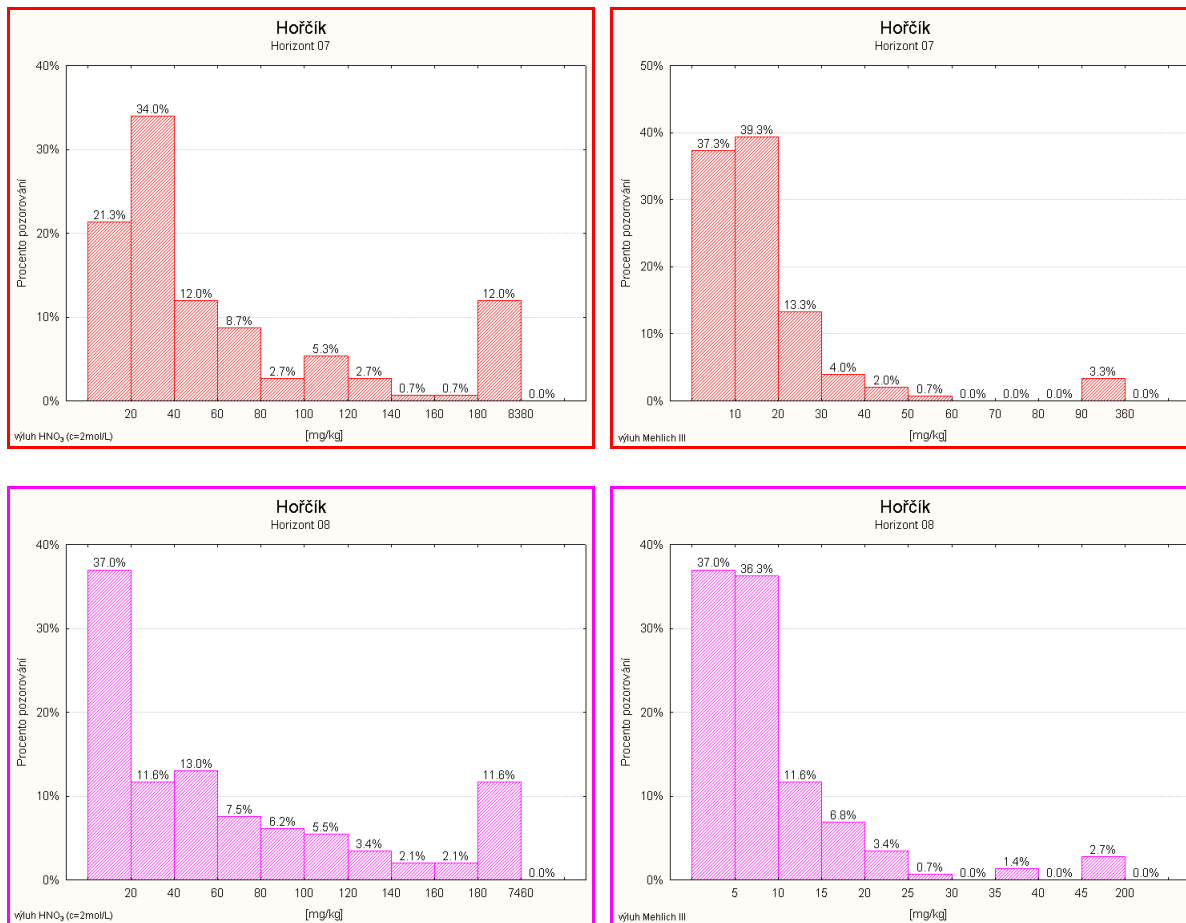
Obrázek č.11



3.1.2.6. Obsah hořčíku

Hodnoty pseudototálních obsahů 36 a 41 mg.kg^{-1} v povrchovém a podpovrchovém horizontu jsou velmi nízké. To platí i o obsazích přijatelného hořčíku. Rozdělení četností je levostranné s výskytem vyššího počtu vzorků s hodnotou obsahu hořčíku nad 180 mg.kg^{-1} u pseudototálního a nad 90 a 45 mg.kg^{-1} u přijatelného hořčíku v povrchovém a podpovrchovém minerálním horizontu. I z kartografického znázornění je zřejmý výskyt vyšších hodnot přijatelného hořčíku ve východní části mezi Novým Borem, Dolním Podlužím a Chříbskou. Hodnoty přijatelné formy hořčíku jsou nepřímo úměrné hloubce profilu.

Obrázek č.12



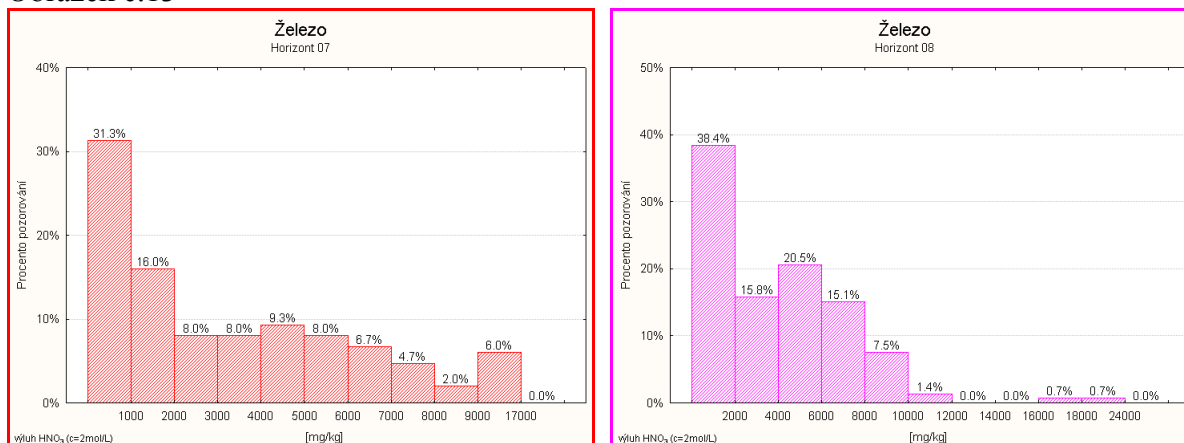
3.1.2.7. Obsah manganu

Zásoba manganu, charakterizovaná hodnotami 16 mg.kg^{-1} v povrchovém a 21 v podpovrchovém horizontu je velmi nízká.

3.1.2.8. Obsah železa

Obsah železa je v povrchovém horizontu velmi nízký (2304 mg.kg^{-1}). Do spodin profilu se zvyšuje na hodnotu nízké až střední úrovně (3561 mg.kg^{-1}). Rozdělení četností je levostranné nerovnoměrné.

Obrázek č.13



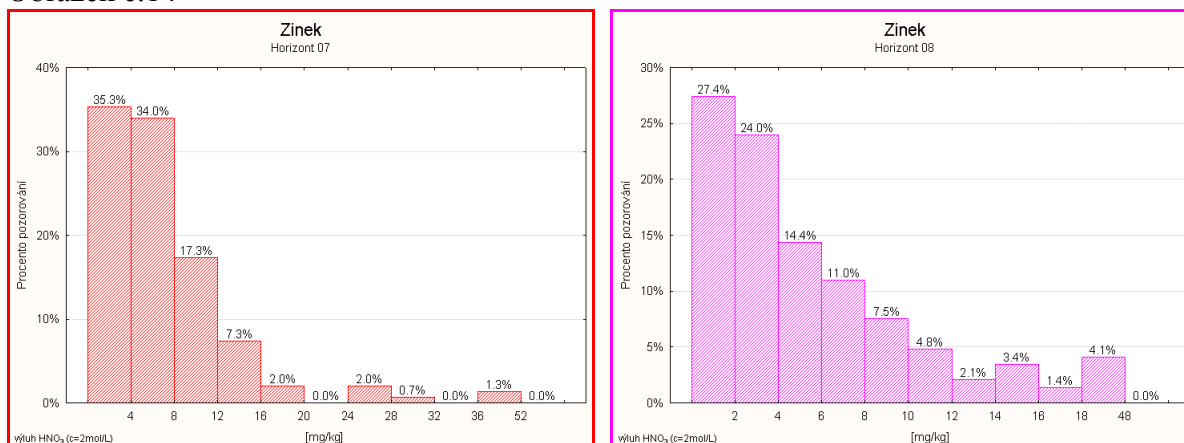
3.1.2.9. Obsah hliníku

Obsahy hliníku jsou velmi nízké. Medián v povrchovém minerálním horizontu je (1116 mg.kg^{-1}).

3.1.2.10. Obsah zinku

Obsah zinku je v minerální části profilu zastoupen velmi malým množstvím. Klesající rozdělení četností svědčí o úbytku zinku z půdního prostředí. Z příslušných kartogramů jsou vidět vyšší hodnoty obsahu zinku ve východní části území.

Obrázek č.14



3.1.2.11. Obsah mědi

Rovněž zjištěné obsahy mědi spadají do oblasti velmi nízkých hodnot.

3.1.2.12. Obsah olova

Obsahy olova jsou v povrchovém horizontu na střední (52 mg.kg^{-1}) a v podpovrchovém (27 mg.kg^{-1}) na velmi nízké úrovni. Je zde zřejmý projev prostupu olova z humusového horizontu.

3.1.2.13. Obsah kadmia

Zatížení kadmiem je v obou minerálních horizontech velmi nízké.

3.1.2.14. Obsah chrómu

Rovněž zatížení chrómem je na velmi nízké úrovni. Obsahy chrómu jsou vyšší ve východní části oblasti. Vyšší hodnoty jsou zjištěny ve hlubší části profilu.

3.1.2.15. Výměnná acidita

Tab. č.24.

Hodnoty výměnné acidity mmol.kg ⁻¹						
horizonty	Český les	Krušné Hory	Jeseníky	Hostýnské vrchy	Českomoravská vrchovina	Lužická pískovcová vrchovina
07	112,80	142,40	97,60	85,60	69,60	42,40
08	79,20	107,20	67,20	80,00	54,40	25,60

Výměnná acidita nedosahuje vysoké hodnoty.

3.1.2.16. Sycení bázemi

Sycení bázemi je na kritické, velmi nízké úrovni. V povrchovém i podpovrchovém horizontu činí 11 %.

V podpovrchovém minerálním horizontu je sycení bázemi poněkud vyšší. Výrazně odlišný je část oblasti západně od Děčína, tedy Děčínské mezihoří náležející do soustavy Krušných hor.

3.1.1.17. Oxidovatelný uhlík - C_{ox}

Obsahy oxidovatelného uhlíku odpovídají přirozenému výskytu na těchto stanovištích.

3.2. Výživa a výsledky listové analýzy

3.2.1. Výsledky listové analýzy u smrku ztepilého *Picea abies*. [Karst (L.)]

3.2.1.1. Obsah dusíku

Zjištěné obsahy dusíku v jednoletých (medián – 14,86 g.kg⁻¹) a dvouletých jehlicích (13,68 g.kg⁻¹) se pohybují v oblasti vysoké úrovně výživy. Geograficky vzato se vyšší hodnoty obsahů dusíku vyskytují ve východní části území.

3.2.1.2. Obsah fosforu

V jednoletých jehlicích odpovídá hodnota mediánu (1550 mg.kg⁻¹) velmi vysoké úrovni a ve dvouletých (1105 mg.kg⁻¹) nízké úrovni. Je zde výrazný pokles obsahu ve starších pletivech.

Tab. č.25.: Popisné statistiky - smrk ztepilý-jednoleté jehlice

		N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Spodní kvartil	Horní kvartil
Dusík	g/kg	113	14.947	14.860	12.080	18.34	14.110	15.850
Fosfor	mg/kg	113	1546.106	1550.000	810.000	2160.00	1370.000	1720.000
Draslík	mg/kg	113	7884.239	7892.000	4301.000	12702.00	7110.000	8518.000
Vápník	mg/kg	113	3479.867	3437.000	1455.000	5663.00	2713.000	4238.000
Hořčík	mg/kg	113	974.655	953.000	526.000	1580.00	803.000	1099.000
Hliník	mg/kg	113	145.882	99.620	51.250	1444.00	79.910	147.300
Bór	mg/kg	113	17.294	17.100	7.270	28.76	14.120	20.230
Kadmium	mg/kg	113	--	< 0.10	< 0.10	15.00	< 0.10	0.115
Chrom	mg/kg	113	--	0.343	< 0.25	399.00	< 0.25	0.655
Měď	mg/kg	113	3.447	3.445	1.012	5.43	3.217	3.654
Železo	mg/kg	113	91.050	58.260	25.870	716.00	40.120	84.200
Mangan	mg/kg	113	330.735	327.600	49.200	761.40	257.300	407.100
Nikl	mg/kg	113	2.007	1.947	0.35	5.50	1.272	2.451
Olovo	mg/kg	113	--	< 0.30	< 0.30	0.46	< 0.30	< 0.30
Síra	mg/kg	113	1076.942	1073.000	854.900	1439.00	1016.000	1134.000
Zinek	mg/kg	113	30.149	29.000	16.240	66.74	24.950	33.870
N/Ca		113	4.683	4.548	2.527	9.64	3.408	5.561
N/Mg		113	16.253	15.838	8.448	33.52	13.620	18.558
P/Zn		113	53.737	51.621	21.876	88.37	45.701	61.396
K/Ca		113	2.504	2.272	0.837	5.65	1.739	2.973
K/Mg		113	8.605	8.695	3.147	17.25	6.596	9.913
S/Ca		113	0.336	0.321	0.196	0.71	0.254	0.395
S/Mg		113	1.162	1.120	0.647	2.14	0.995	1.272
S/N		113	0.072	0.071	0.058	0.10	0.068	0.076

Tab. č.26.: Popisné statistiky - smrk ztepilý-dvouleté jehlice

		N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Spodní kvartil	Horní kvartil
Dusík	g/kg	112	13.716	13.675	11.070	19.34	12.675	14.390
Fosfor	mg/kg	112	1112.500	1105.000	650.000	1670.00	970.000	1235.000
Draslík	mg/kg	112	5646.732	5556.000	3718.000	7989.00	5078.500	6207.000
Vápník	mg/kg	112	5429.357	5411.500	2270.000	10859.00	4110.500	6468.000
Hořčík	mg/kg	112	858.429	872.000	379.000	1436.00	686.500	1009.000
Hliník	mg/kg	112	145.963	107.650	51.140	616.40	84.115	144.500
Bór	mg/kg	112	19.715	19.380	7.750	34.96	15.770	23.845
Kadmium	mg/kg	112	--	< 0.10	< 0.10	0.22	< 0.10	< 0.10
Chrom	mg/kg	112	--	0.299	< 0.25	3.95	< 0.25	0.473
Měď	mg/kg	112	1.821	1.793	0.660	3.55	1.313	2.317
Železo	mg/kg	112	78.158	54.535	27.940	402.80	46.890	65.810
Mangan	mg/kg	112	479.517	447.050	57.300	1086.00	305.350	625.750
Nikl	mg/kg	112	1.192	1.086	0.068	3.72	0.727	1.466
Olovo	mg/kg	112	--	< 0.30	< 0.30	0.52	< 0.30	< 0.30
Síra	mg/kg	112	1053.507	1043.500	873.500	1539.00	967.750	1110.000
Zinek	mg/kg	112	24.730	22.520	12.200	61.16	18.745	28.805
N/Ca		112	2.747	2.608	1.289	5.94	2.087	3.132
N/Mg		112	17.735	15.460	8.556	41.57	13.227	19.713
P/Zn		112	49.570	47.733	18.967	111.20	36.066	59.847
K/Ca		112	1.137	1.035	0.529	2.90	0.849	1.312
K/Mg		112	7.267	6.470	3.663	18.45	5.199	8.684
S/Ca		112	0.210	0.197	0.102	0.49	0.159	0.243
S/Mg		112	1.340	1.199	0.727	3.14	1.050	1.519
S/N		112	0.077	0.075	0.062	0.12	0.071	0.083

3.2.1.3. Obsah draslíku

V jednoletých jehlicích je obsah draslíku velmi vysoký (7892 mg.kg^{-1}), ve dvouletých (5556 mg.kg^{-1}) je na dobré úrovni.

3.2.1.4. Obsah vápníku

Hodnota mediánu (3434 mg.kg^{-1}) v jednoletých jehlicích vypovídá o velmi nízké úrovni obsahu vápníku. Podle mediánu ve dvouletých jehlicích (5412 mg.kg^{-1}) je výživa na dobré úrovni. Ojedinelé nejvyšší hodnoty obsahů vápníku ($> 7071 \text{ mg.kg}^{-1}$) jsou zjištěny po celém území.

3.2.1.5. Obsah hořčíku

Obsahy hořčíku, charakterizované mediánem 953 mg.kg^{-1} v jednoletých 872 mg.kg^{-1} ve dvouletých jehlicích, odpovídají dobré úrovni výživy. Místa s výrazným deficitem jsou početnější ve východní části území (příslušný kartogram).

3.2.1.6. Obsah síry

Obsahy síry v jedno i dvouletých jehlicích odpovídají střední úrovni.

3.2.1.7. Obsah bóru

Úroveň výživy bórem je na střední a vysoké úrovni v jedno a dvouletých jehlicích.

3.2.1.8. Obsah zinku

Úroveň výživy zinkem je podle obsahů v jedno i dvouletých jehlicích na střední úrovni.

3.2.1.9. Obsah olova

Zatížení olovem je velmi nízké. V mnoha případech nedosahuje detekčního minima měřících přístrojů.

3.2.1.10. Obsah kadmia

Tab. č.27.

Srovnání s jinými šetřenými oblastmi	
PLO	Hodnota mediánu (mg.kg^{-1})
Krušné hory	0,0726
Hrubý Jeseník	0,1600
Středomoravské Karpaty	0,148
Český les	0,1070
Severočeská pískovcová tabule	0,0902
Podbeskydská pahorkatina	0,327
Lužická pískovcová vrchovina	< 0,10

Zatížení kadmiem je velmi malé.

3.2.1.11. Obsah manganu

Podle obsahu v jednoletých jehlicích (medián 328 mg.kg^{-1}) je úroveň nízká a podle obsahů ve dvouletých (medián 447 mg.kg^{-1}) střední.

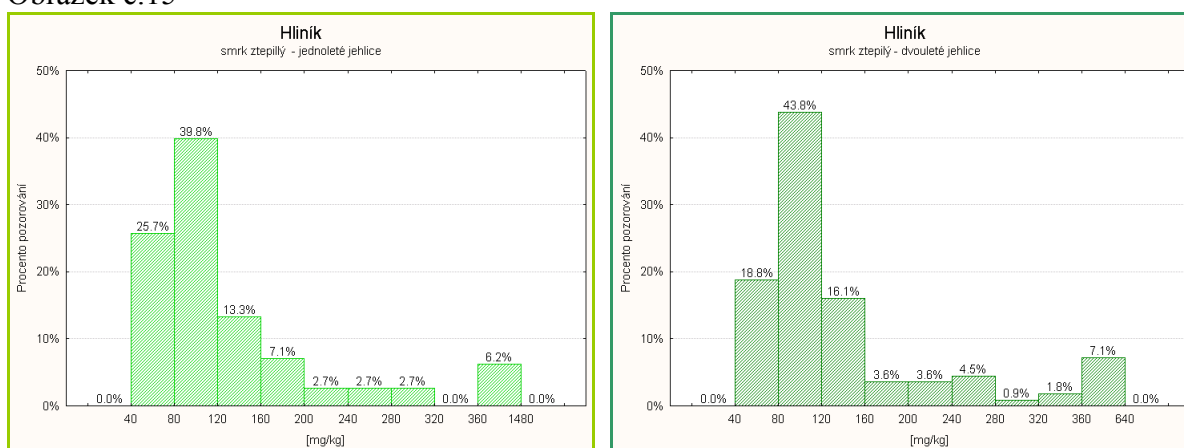
3.2.1.12. Obsah železa

V jedno i dvouletých jehlicích je železa málo.

3.2.1.13. Obsah hliníku

Obsahy hliníku jsou na nízké úrovni. Rozdělení četností s několika výjimečně vysokými hodnotami svědčí o nerovnoměrnosti obsahů hliníku v oblasti.

Obrázek č.15



3.2.1.14. Obsah mědi

Obsahy mědi v jednoletých jehlicích jsou na vysoké úrovni (medián $3,5 \text{ mg.kg}^{-1}$). Ve dvouletých jsou obsahy velmi nízké (medián $1,8 \text{ mg.kg}^{-1}$).

3.2.1.15. Obsah chromu

V oblasti je zjištěno znečištění chromem. Ve 23 % vzorků jednoletých jehlic dosahují zjištěné obsahy velmi vysoké úrovně nad $0,91 \text{ mg.kg}^{-1}$. Ve dvouletých jehlicích je to asi u 15 % vzorků (Obrázek č.16). Nejvyšší obsahy chromu jsou zjištěny západně od Děčína a mezi Novým Borem a Chřibskou.

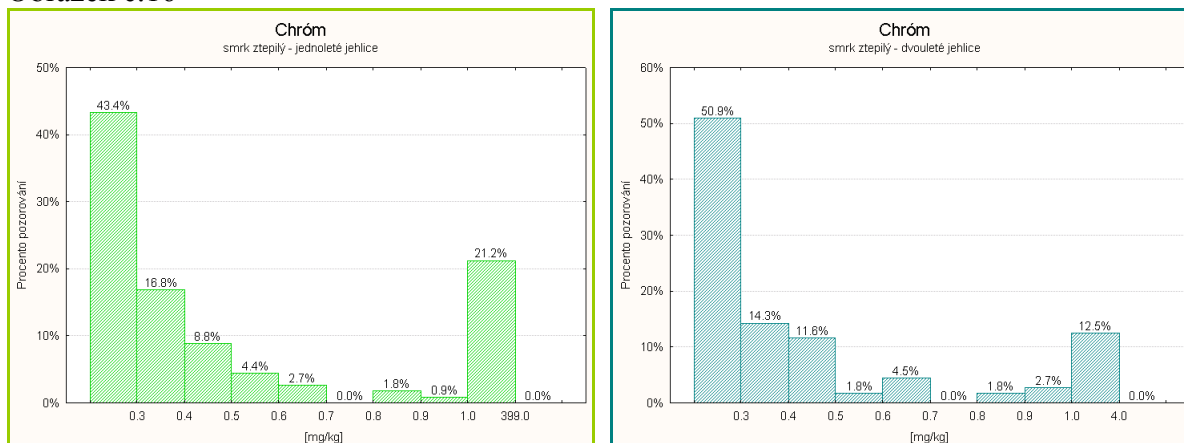
3.2.1.16. Obsah niklu

Obsahy niklu v jedno i dvouletých jehlicích odpovídají nízké úrovni.

3.2.1.17. Poměr N/Ca

Poměr N/Ca se v jednoletých jehlicích pohybuje v rozpětí 2 – 10, což odpovídá harmonické úrovni výživy.

Obrázek č.16



3.2.1.18. Poměr N/Mg

Poměr N/Mg se v jednoletých jehlicích pohybuje v rozpětí 8 - 36 , což odpovídá harmonické úrovni výživy.

3.2.1.19. Poměr P/Zn

Poměr P/Zn v jednoletých jehlicích je v rozmezí označeném jako harmonická výživa.

3.2.1.20. Poměr K/Ca

Harmonickému stavu výživy odpovídá poměr K/Ca < 2. Tato podmínka je splněna u 75 % vzorků.

3.2.1.21. Poměr K/Mg

Poměr K/Mg se v jednoletých jehlicích pohybuje v rozpětí 2 - 16 , což odpovídá harmonické úrovni výživy.

3.2.1.22. Poměr S/Ca

Harmonickému stavu výživy odpovídá poměr S/Ca < 0,4. Tato podmínka je splněna u 36 % vzorků. Díky velmi vysokým obsahům S a nízkým Ca je tento poměr u většiny vzorků nevyhovující.

3.2.1.23. Poměr S/Mg

Podmínka harmonického stavu výživy S/Mg < 3 je splněna u všech vzorků.

3.2.1.24. Poměr S/N

Poměr obsahů S/N je ve všech vzorcích jednoletých jehlic vyšší než designovaná hodnota 0,03. To odpovídá poměrně vysokým obsahům síry. Tyto obsahy ovšem nepřekračují mez kvalitní výživy sírou.

3.2.3. Výsledky listové analýzy u buku lesního *Fagus sylvatica*. (L.)

Tab. č.28.: Popisné statistiky – buk lesní - listy

		N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Spodní kvartil	Horní kvartil
Dusík	g/kg	26	22.042	22.120	17.040	26.57	20.730	23.61
Fosfor	mg/kg	26	1353.077	1305.000	930.000	2230.00	1120.000	1500.00
Draslík	mg/kg	26	8059.346	7867.500	6029.000	10880.00	6981.000	8865.00
Vápník	mg/kg	26	8683.192	8688.000	3835.000	12846.00	7447.000	10356.00
Hořčík	mg/kg	26	1629.538	1658.000	591.000	2438.00	1369.000	1938.00
Hliník	mg/kg	26	96.154	93.025	67.560	200.80	79.550	108.70
Bór	mg/kg	26	34.913	33.415	24.360	53.76	29.190	40.21
Kadmium	mg/kg	26	0.145	0.132	< 0.10	0.35	0.121	0.18
Chrom	mg/kg	26	0.424	0.381	< 0.25	1.48	0.329	0.45
Měď	mg/kg	26	6.454	6.736	4.076	9.02	5.182	7.52
Železo	mg/kg	26	93.006	91.255	64.480	150.30	74.820	108.20
Mangan	mg/kg	26	565.819	508.300	197.700	1148.00	373.300	744.90
Nikl	mg/kg	26	1.761	1.442	0.579	5.27	1.095	1.75
Olovo	mg/kg	26	0.596	0.562	< 0.30	1.48	0.356	0.72
Síra	mg/kg	26	1593.423	1599.000	1357.000	1885.00	1478.000	1706.00
Zinek	mg/kg	26	32.264	30.235	20.450	49.32	25.930	35.82
N/Ca		26	2.743	2.553	1.443	5.53	2.140	3.04
N/Mg		26	15.226	12.548	9.801	34.26	11.753	15.36
P/Zn		26	43.119	41.746	31.006	64.01	35.154	48.63
K/Ca		26	1.011	0.918	0.602	2.08	0.699	1.17
K/Mg		26	5.725	4.792	2.734	17.75	4.005	5.86
S/Ca		26	0.198	0.187	0.110	0.39	0.160	0.23
S/Mg		26	1.100	0.902	0.678	2.52	0.849	1.07
S/N		26	0.072	0.073	0.065	0.09	0.070	0.074

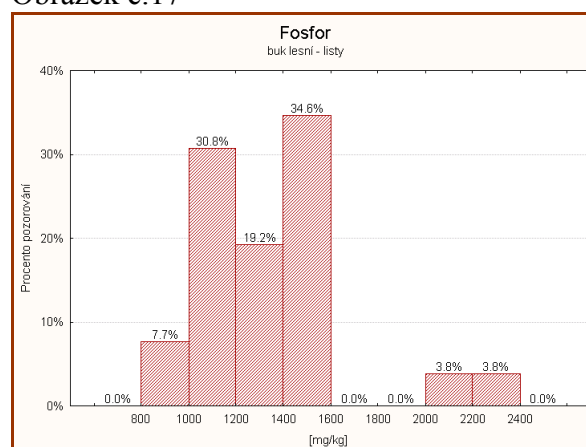
3.2.3.1. Obsah dusíku

Pod hranicí dobré výživy (20 mg.kg^{-1}) se nachází 15 % vzorků. Podle hodnoty mediánu ($22,1 \text{ mg.kg}^{-1}$) lze hodnotit úroveň výživy dusíkem jako velmi dobrou.

3.2.3.2. Obsah fosforu

Nerovnoměrné rozdělení četností je odrazem významné územní heterogenity. Hodnota mediánu (1305 mg.kg^{-1}) spadá do oblasti dobré úrovně výživy. Pod hranicí dobré úrovně výživy (1300 mg.kg^{-1}) se nachází asi 50 % vzorků.

Obrázek č.17



3.2.3.3. Obsah draslíku

Úroveň výživy draslíkem je velmi vysoká. Nad hranicí dobré výživy (5501 mg.kg^{-1}) se nacházejí všechny vzorky.

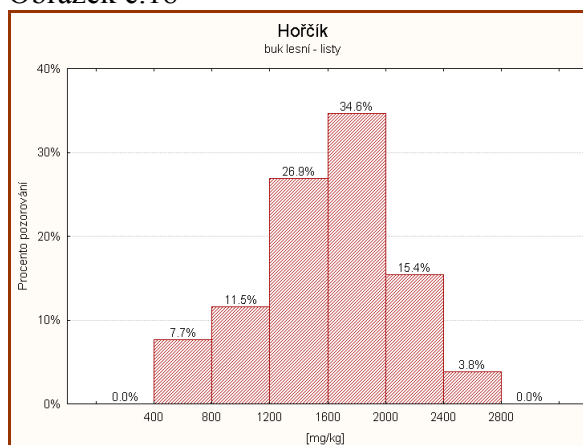
3.2.3.4. Obsah vápníku

Zjištěné obsahy vápníku jsou velmi vysoké. Pod hranicí dobré výživy (5001 mg.kg^{-1}) spadá asi 5 % vzorků.

3.2.3.5. Obsah hořčíku

Obsahy hořčíku jsou velmi vysoké. Pod hranicí dobré výživy (800 mg.kg^{-1}) spadá asi 8 % vzorků.

Obrázek č.18



3.2.3.6. Obsah síry

Obsahy síry jsou velmi vysoké. Pod hranicí dobré výživy (1101 mg.kg^{-1}) není ani jeden vzorek.

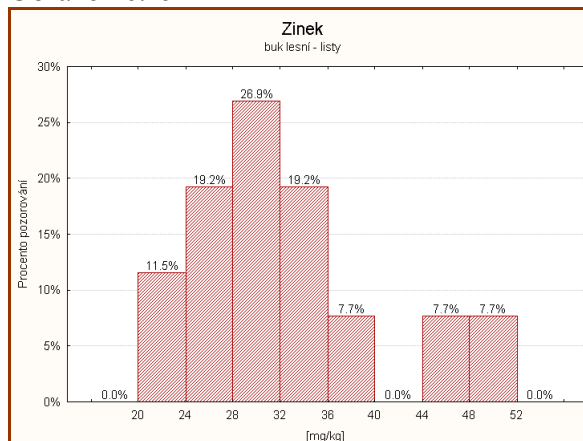
3.2.3.7. Obsah bóru

Medián obsahu bóru v listech buku (33 mg.kg^{-1}) spadá do oblasti dobré výživy. Pod hranici dobré výživy (26 mg.kg^{-1}) spadá asi 15 % vzorků.

3.2.3.8. Obsah zinku

Obsahy zinku charakterizované mediánem ($30,24 \text{ mg.kg}^{-1}$) odpovídají nízké úrovni výživy tímto prvkem. Pod hranici dobré výživy (36 mg.kg^{-1}) spadá asi 77 % vzorků. Podle grafu rozdělení četností jsou zde výjimečné obsahy nad 44 mg.kg^{-1} .

Obrázek č.19



3.2.3.9. Obsah olova

Obsahy olova v listech jsou nízké.

3.2.3.10. Obsah kadmia

Obsahy kadmia jsou nízké. Vyšší obsahy nad $0,19 \text{ mg.kg}^{-1}$ byly zjištěny asi u 15 % vzorků.

3.2.3.11. Obsah manganu

Zjištěné obsahy manganu jsou na nízké úrovni.

3.2.3.12. Obsah železa

Obsahy železa jsou na nízké úrovni. Pod uvažovanou hranicí normální zásoby (121 mg.kg^{-1}) spadá 96 % vzorků.

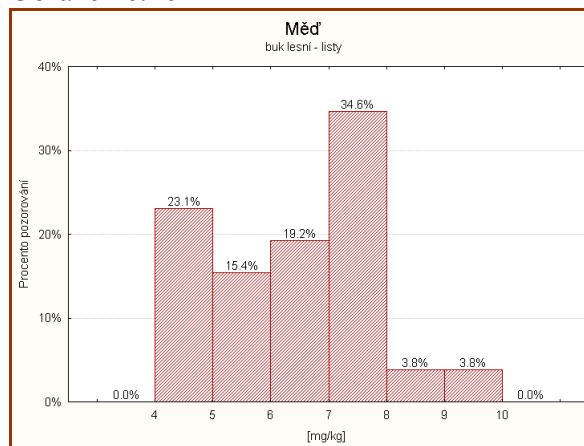
3.2.3.13. Obsah hliníku

Obsahy hliníku jsou na nízké úrovni. Pod uvažovanou hranicí normální zásoby (101 mg.kg^{-1}) spadá 73 % vzorků.

3.2.3.14. Obsah mědi

Obsahy mědi dosahují vysoké úrovně. Hodnota mediánu ($6,7 \text{ mg.kg}^{-1}$) spadá do oblasti velmi vysokých obsahů. Nad hranicí oblasti vysokých obsahů ($5,0 \text{ mg.kg}^{-1}$) je 75 % vzorků. Dvouvrcholové rozdělení četností s píky 4,5 a $7,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ vypovídá o geograficky nestejném zatížení lesa v oblasti.

Obrázek č.20



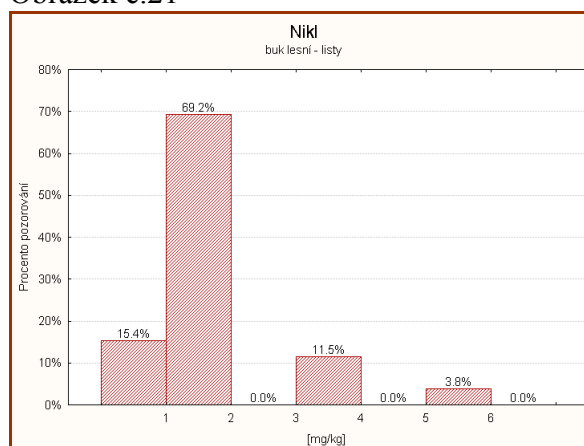
3.2.3.15. Obsah chromu

Zatížení chromem je podle obsahů tohoto prvku v asimilačních pletivech velmi nízké.

3.2.3.16. Obsah niklu

Podle hodnoty mediánu ($1,4 \text{ mg.kg}^{-1}$) jsou obsahy niklu na nízké úrovni. Rozdělení četností je nerovnoměrné s výskytem několika vysokých hodnot nad 5 mg.kg^{-1} .

Obrázek č.21



3.3. Zhodnocení změn v letech 1999 vs. 2006

Bylo provedeno porovnání půdních vzorků (64 porostů) a vzorků jednoletého smrkového jehličí (54 porostů), odebraných v roce 1999 a pak opakovaně v roce 2006.

3.3.1. Změny v půdním prostředí

V celém profilu se snižuje **kyselost** (Obrázek č.22). Obsah **dusíku** (Obrázek č.23) se v nadložním organickém horizontu výrazně zvýšil na území Národního parku České Švýcarsko a LS Děčín. V povrchovém minerálním horizontu došlo ke zvýšení obsahu dusíku na území LS Česká Lípa, v lesích obce Mařenice a na území NP České Švýcarsko. V podpovrchovém minerálním horizontu došlo k poklesu obsahu dusíku hlavně na území LS Česká Lípa.

Obsah **fosforu** (Obrázek č.24) v nadložním organickém horizontu vzrostl na území NP České Švýcarsko a LS Děčín. Naopak obsah fosforu poklesl v celém půdním profilu na území LS Rumburk.

Obsah **olova** (Obrázek č.25) v nadložním organickém horizontu poklesl na území LS Česká Lípa a v lesích obce Mařenice. Je zaznamenáno zvýšení obsahů olova v minerálních horizontech u LS Děčín a v lesích obce Mařenice.

Obsah **vápníku** (Obrázek č.26) se v nadložním organickém horizontu výrazně nezměnil s výjimkou LS Děčín, kde došlo k jeho zvýšení. V minerálních horizontech došlo k výraznému poklesu obsahů přijatelného vápníku, a to na území LS Česká Lípa, LS Rumburk a NP České Švýcarsko.

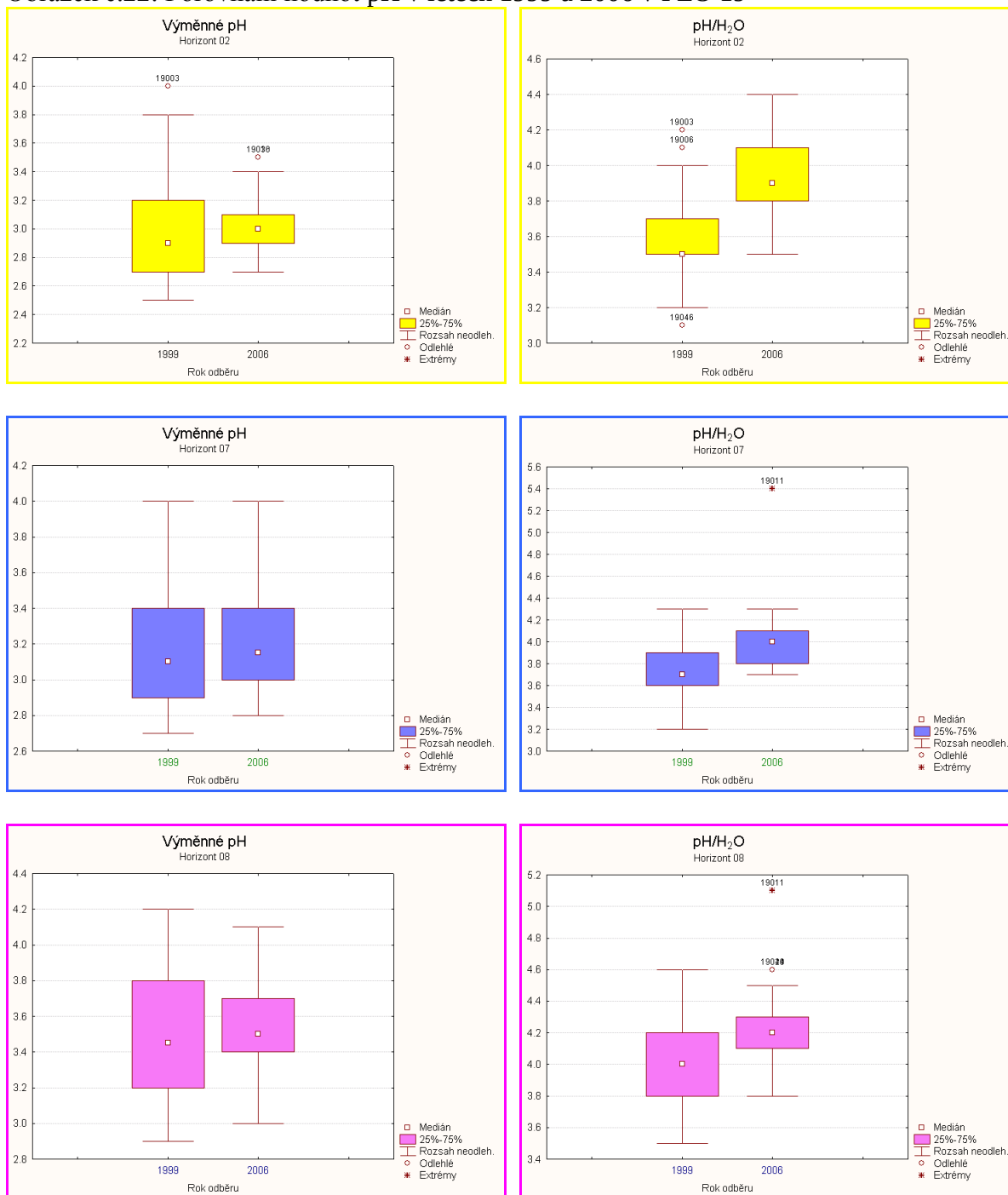
Obsah **draslíku** (Obrázek č.27) se v nadložním organickém horizontu příliš nezměnil, ale v povrchovém minerálním horizontu obsah přístupného draslíku výrazně vzrostl (s výjimkou LS Rybníště a Rumburk, kde se nezměnil), v podpovrchovém minerálním horizontu vzrostl obsah přístupného draslíku na území LS Rumburk, Děčín a v lesích obce Mařenice.

Obsah **mědi** (Obrázek č.28) se výrazněji zvýšil pouze v povrchovém minerálním horizontu (Horizont 07), a to mimo území LS Rumburk a Rybníště, kde se nezměnil.

Obsah **hořčíku** (Obrázek č.29) výrazně vzrostl v PLO pouze v nadložním organickém horizontu (Horizont 02) s výjimkou LS Rybníště a NP České Švýcarsko, kde zůstává na stejné úrovni jako v roce 1999. V minerální části profilu se jeho obsah výrazněji nezměnil.

V minerální části profilu dochází ke snížení **půdní acidity** (Obrázek č.30).

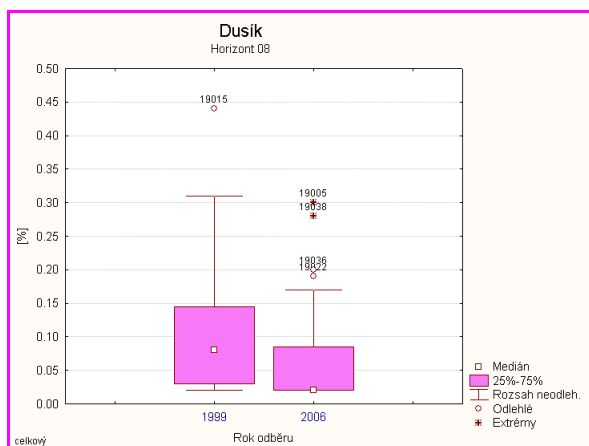
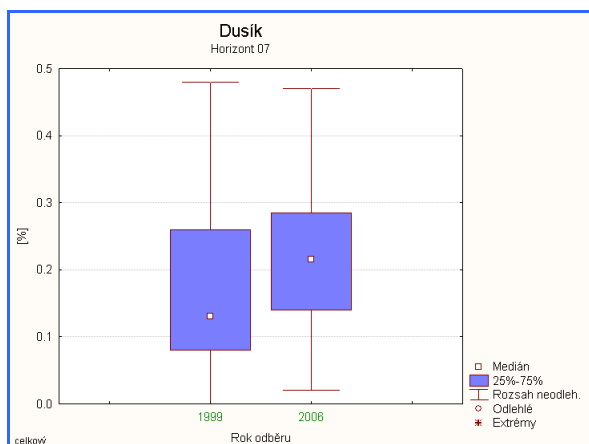
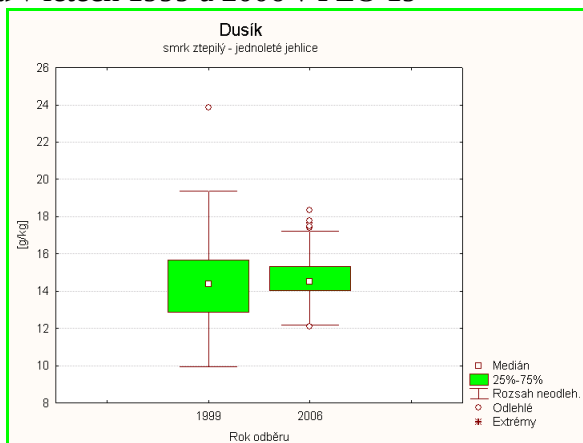
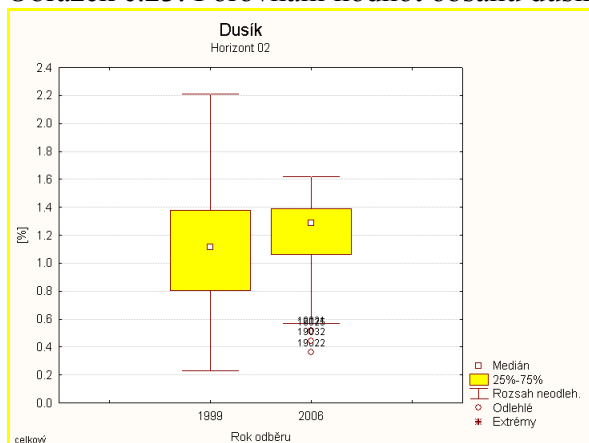
Obrázek č.22: Porovnání hodnot pH v letech 1999 a 2006 v PLO 19



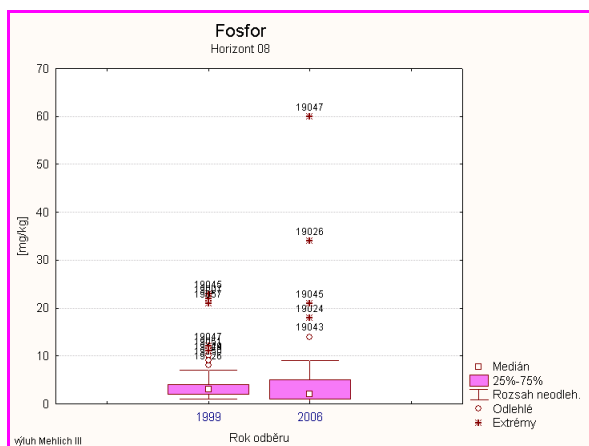
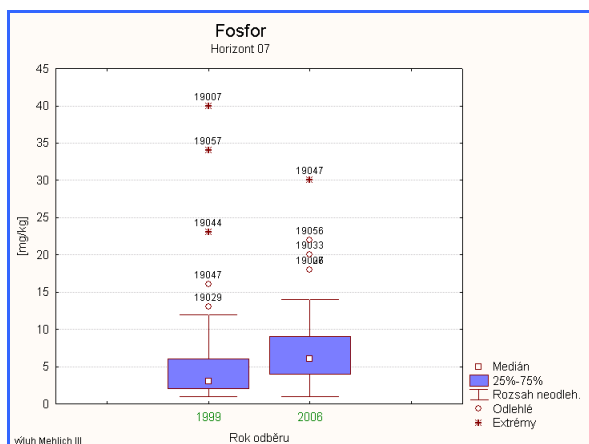
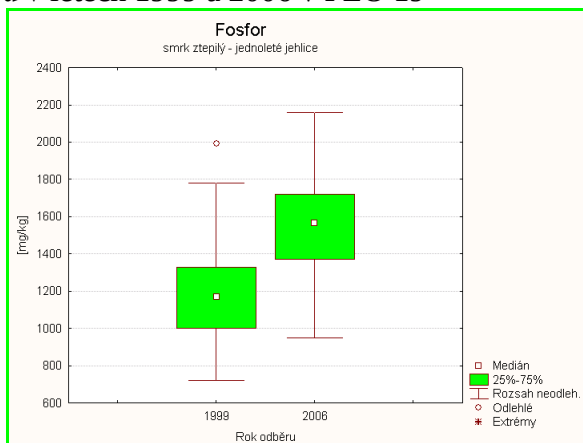
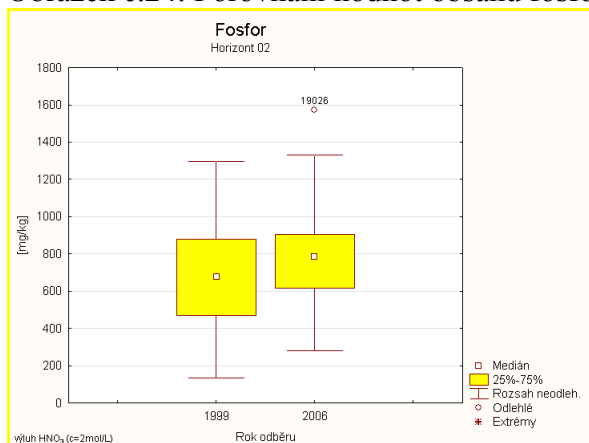
3.3.2. Změny v asimilačních pletivech

Za období 1999 a 2006 jsou zaznamenány statisticky významné změny v obsazích některých prvků. Dochází zde ke zvýšení obsahu makroprvků – fosforu (Obrázek č.24), draslíku (Obrázek č.27), hořčíku (Obrázek č.29) a síry (Obrázek č.31) a dále mikroprvků – mědi (Obrázek č.28) a zinku (Obrázek č.31). V případě mědi nastává riziko možného toxického působení tohoto prvku, především na území LS Česká Lípa a lesů obce Mařenice. Na území NP České Švýcarsko je zaznamenáno zvýšení hořčíku, fosforu, síry a zinku. K významnému snížení obsahu bóru, vápníku, manganu a dusíku dochází na území LS Děčín. Obsah síry se zvyšuje na území LS Česká Lípa, obce Mařenice a NP České Švýcarsko.

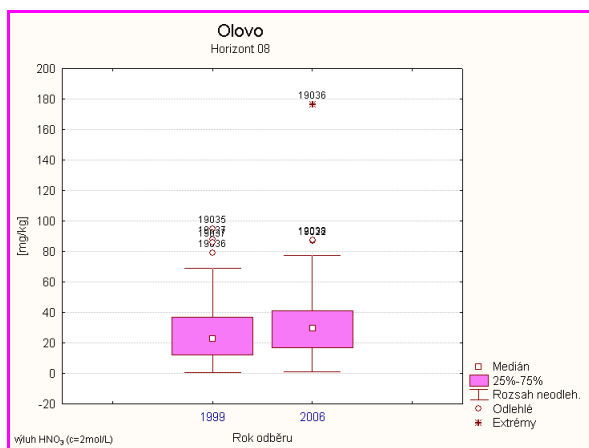
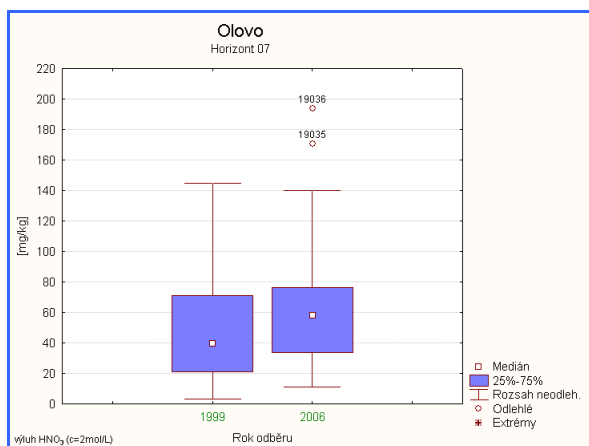
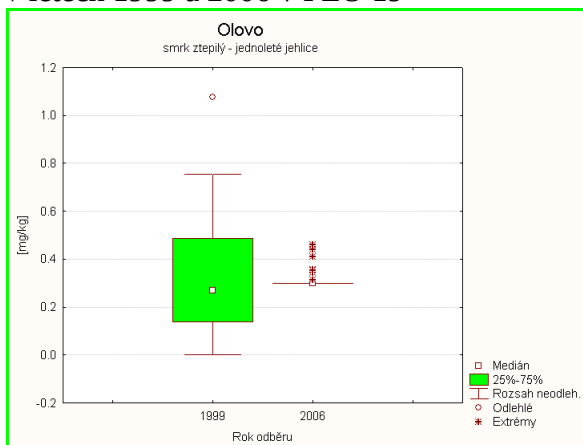
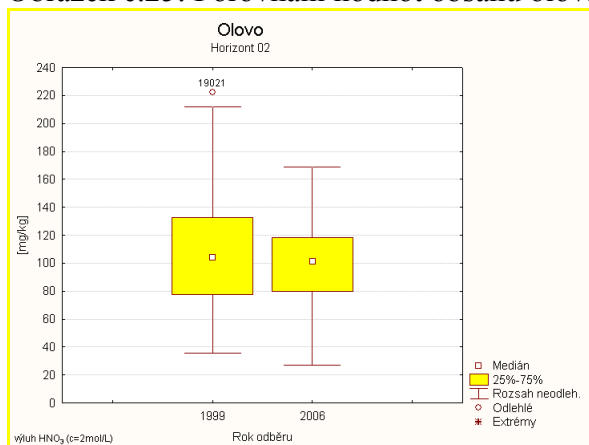
Obrázek č.23: Porovnání hodnot obsahu dusíku v letech 1999 a 2006 v PLO 19



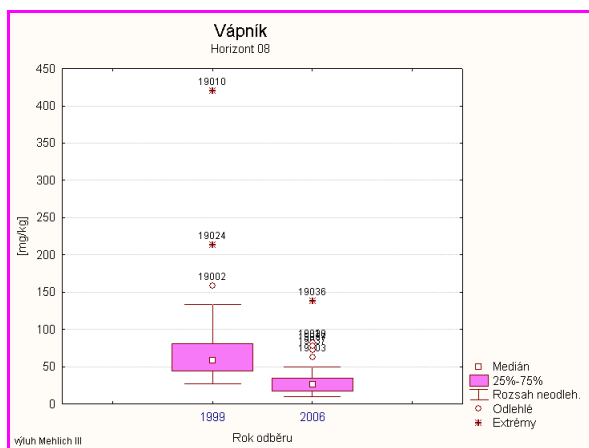
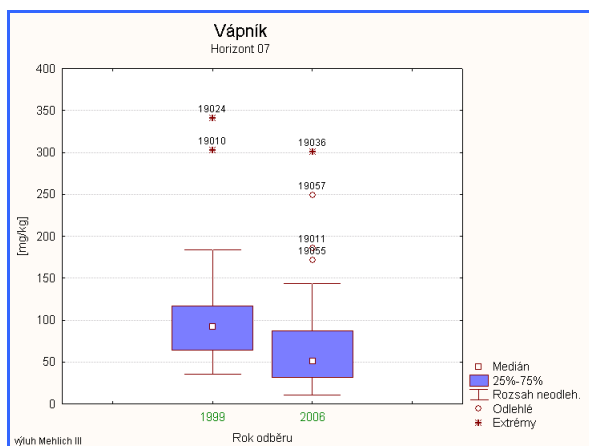
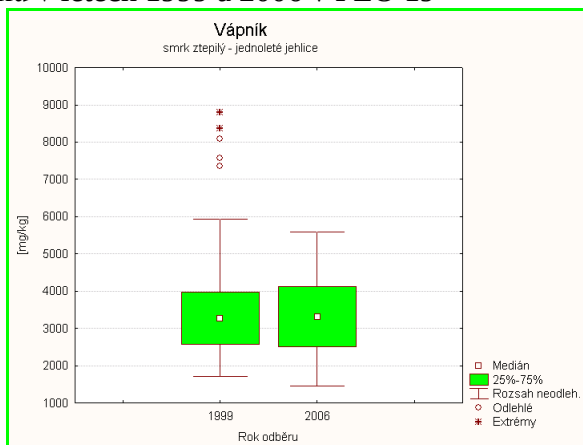
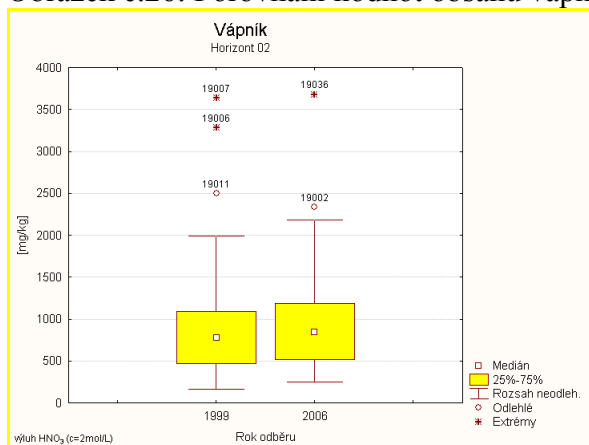
Obrázek č.24: Porovnání hodnot obsahu fosforu v letech 1999 a 2006 v PLO 19



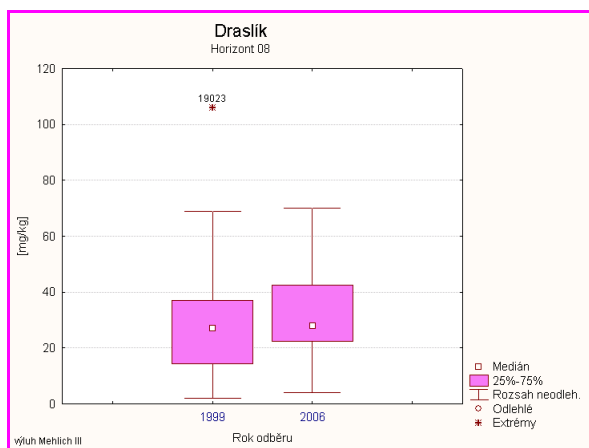
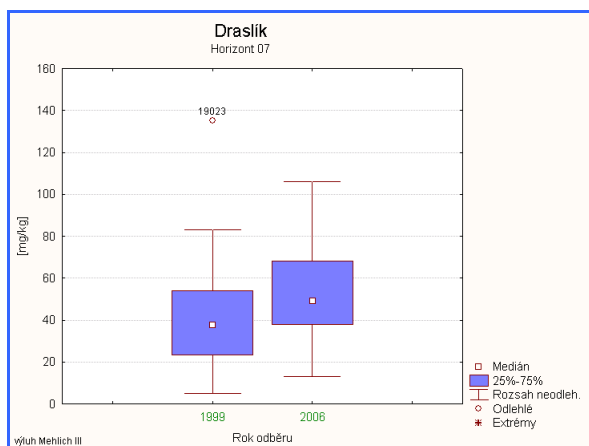
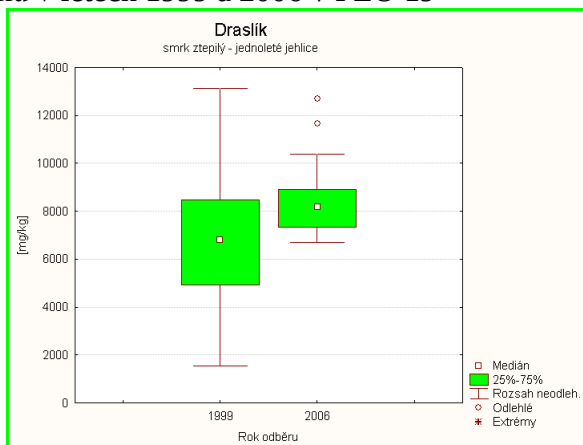
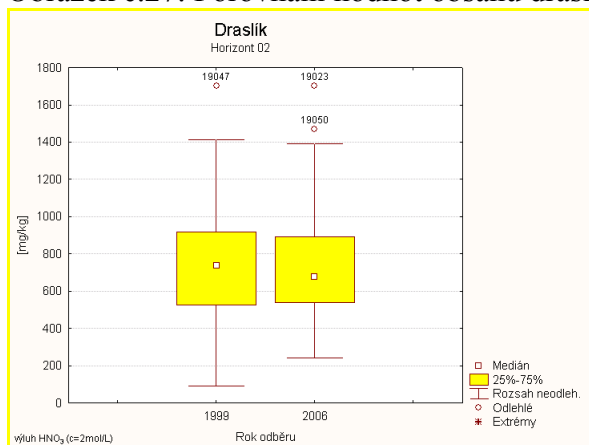
Obrázek č.25: Porovnání hodnot obsahu olova v letech 1999 a 2006 v PLO 19



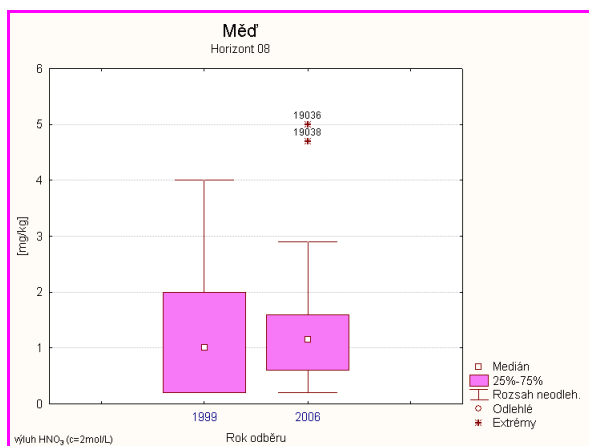
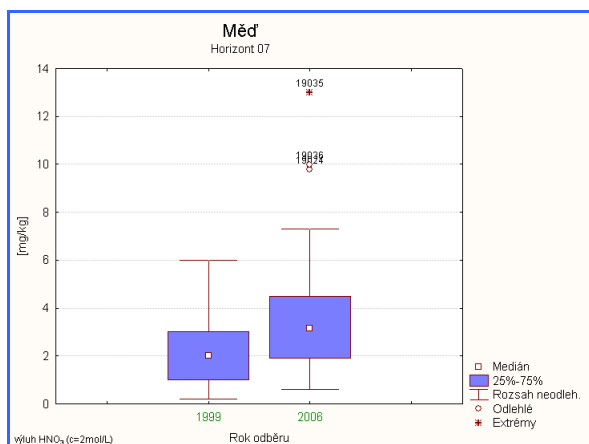
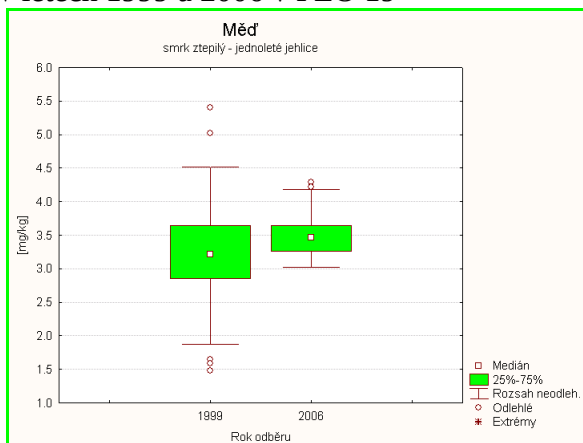
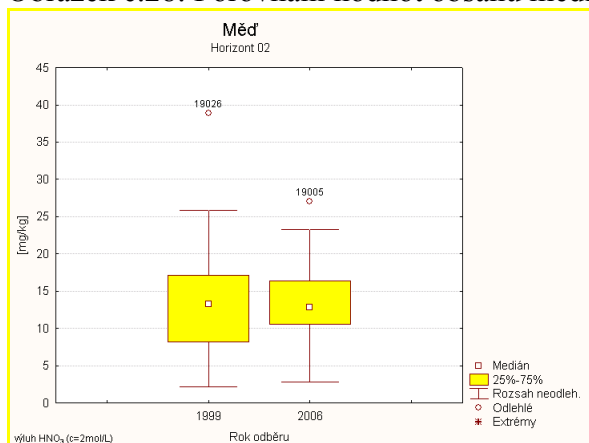
Obrázek č.26: Porovnání hodnot obsahu vápníku v letech 1999 a 2006 v PLO 19



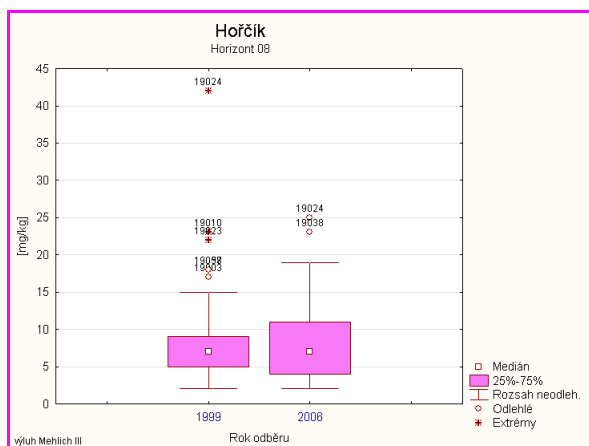
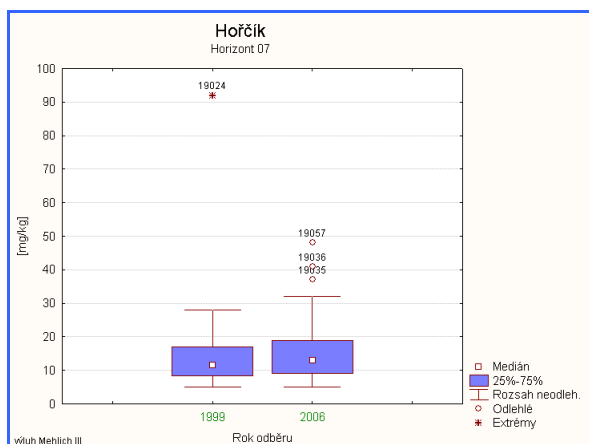
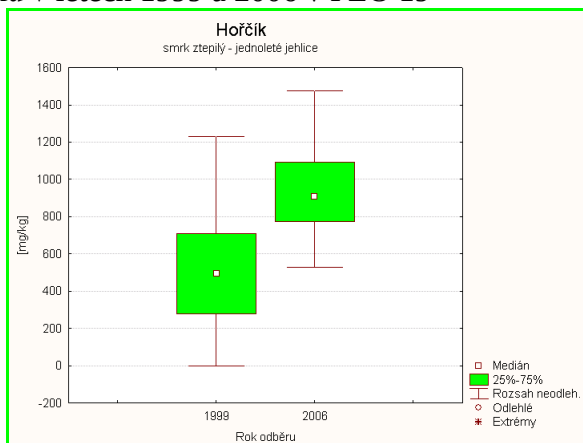
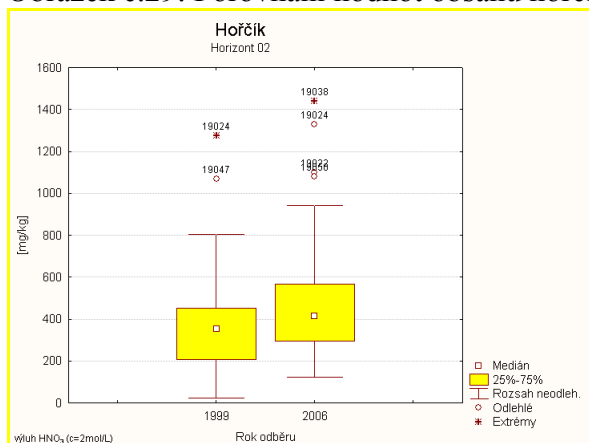
Obrázek č.27: Porovnání hodnot obsahu draslíku v letech 1999 a 2006 v PLO 19



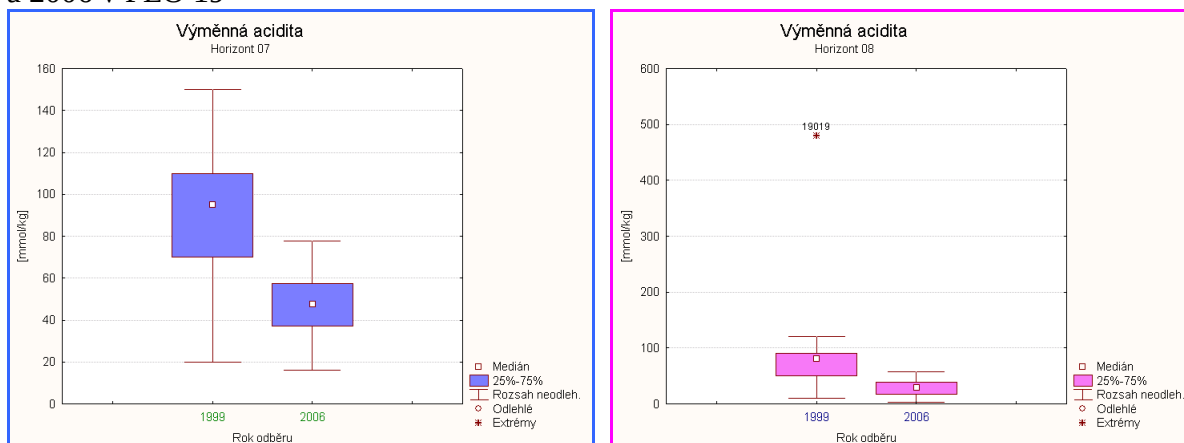
Obrázek č.28: Porovnání hodnot obsahu mědi v letech 1999 a 2006 v PLO 19



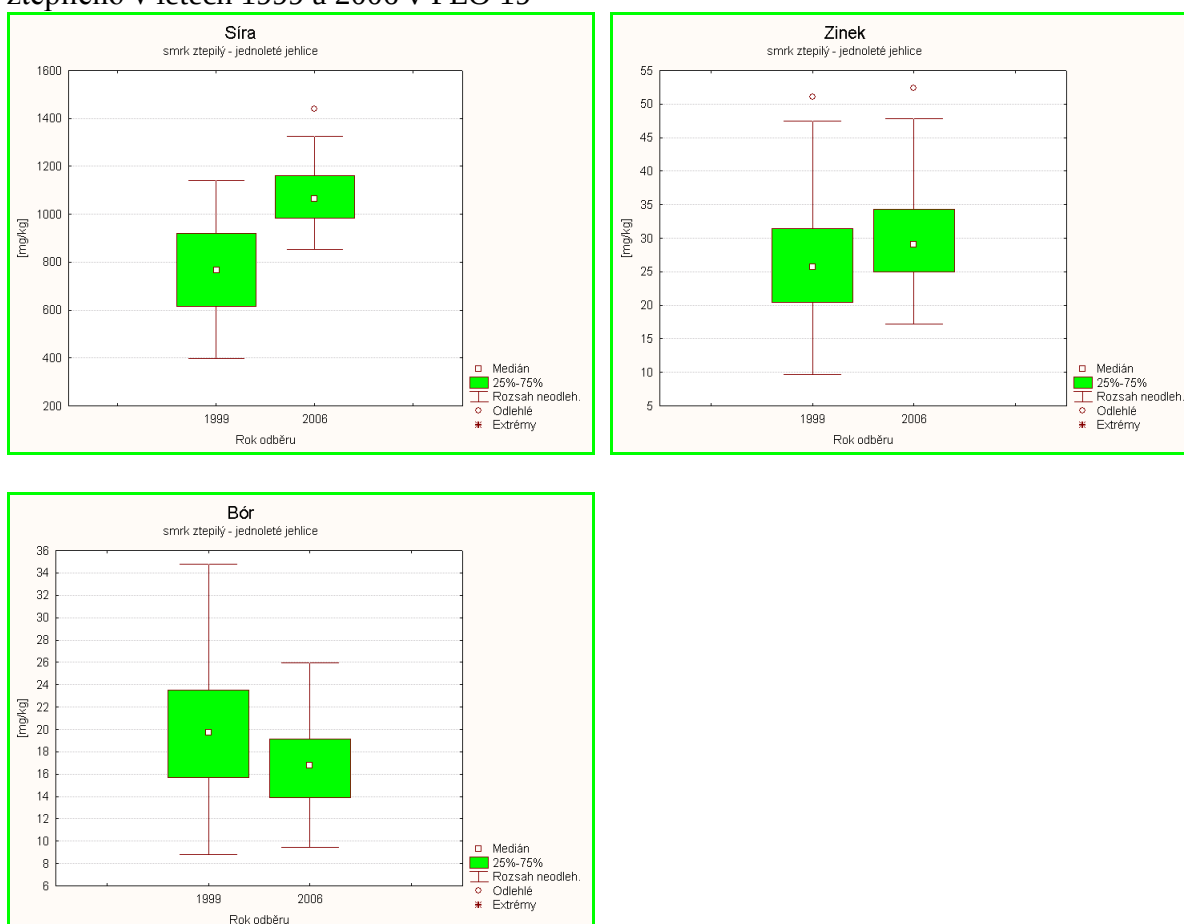
Obrázek č.29: Porovnání hodnot obsahu hořčíku v letech 1999 a 2006 v PLO 19



Obrázek č.30: Porovnání hodnot výměnné acidity v minerálních horizontech v letech 1999 a 2006 v PLO 19



Obrázek č.31: Porovnání hodnot obsahů vybraných prvků v jednoletých jehlicích smrku ztepilého v letech 1999 a 2006 v PLO 19



3.4. Celkové hodnocení

3.4.1. Hodnocení půdního prostředí

Pro nadložní organický horizont je typická velmi silně kyselá půdní reakce. Obsahy dusíku jsou na střední úrovni, není zde zjištěna významná saturace, vedoucí k nebezpečnému uvolňování dusíku. Dále je tento horizont typický deficitem některých makroživin – draslíku, vápníku a hořčíku u nichž je pod hranicí dostatečné výživy hodnoceno až 80 % vzorků. Vysoké obsahy jsou zjištěny u mědi a olova.

Velmi silně kyselá půdní reakce je rovněž v minerální části profilu. I zde je deficit dusíku a ostatních makroživin, především v jejich přijatelných formách. Není zde zjištěno znečištění těžkými kovy.

3.4.2. Hodnocení úrovně výživy u smrku ztepilého

Úroveň výživy se vyznačuje dobrou zásobou makroživin s výjimkou vápníku. Vysoké jsou obsahy mědi a chrómu a nedostatek je zjištěn u manganu a železa. Z mezí harmonických poměrů ve výživě vybočuje K a Ca a S a Ca, především díky nižším obsahům vápníku.

3.4.3. Hodnocení úrovně výživy u buku lesního

V asimilačních pletivech buku lesního je úroveň výživy na nižší úrovni než u smrku. U části analyzovaných vzorků je zjištěn deficit u dusíku a fosforu. Ostatní živiny – draslík, vápník, hořčík a bór jsou na dobré úrovni. Nízká úroveň byla zjištěna u zinku, manganu a železa. Za zmínku stojí obsahy mědi, které jsou hodnoceny jako vysoké.

4. Návrh opatření

Doporučení pro obnovu některými dřevinami.

Podle Ing. Jana Materny C.Sc.

Buk

Pro výsadbu buku je žádoucí snížit kyselost v sadbových jamkách a urychlit uvolnění živin blokových v humusovém horizontu dávkou 300 – 500 g jemně mletého dolomitického vápence. Vápenec je nutno promíchat s minerální půdou a humusem. Při výsadbě poloodrostků a odrostků se dávky přiměřeně zvyšují.

Javor klen

Stejný zásah vyžaduje výsadba kleny. Je však nezbytné výsadbu této dřeviny dále podpořit zajištěním dostatečné dusíkaté výživy. Existuje několik možností, jak dusíkatou výživu dřeviny zajistit. Je to jednak aplikace močoviny na humusový horizont před přípravou půdy (do jamek). Při přípravě plošky 30 x 30 cm použít dávku 5 g na tuto plochu, při mocnosti humusové vrstvy nad 5 cm se dávka zvyšuje na 10 g na sadbovou jamku. V tomto případě není riziko vyplavování, protože dusík v amidové formě je surovým humusem intenzivně poután. Druhou možností je přímé přihnojování vysazených sazenic, počínaje jarem roku následujícího po výsadbě, vhodným dusíkatým hnojivem, ve kterém alespoň část dusíku je v nitrátové formě. Plně vyhovuje ledek amonný s vápencem, nebo dolomitem. Používá se jako první dávka cca 20 g LAV v okruhu 30 cm na povrch půdy kolem sazenice. Jinou možností je použít kapalné hnojivo DAM na povrch půdy v dávce 10 – 15 g na stejnou plochu kolem sazenice. Doporučuje se opakovat přihnojení ve dvou až třech dalších letech.

Modřín

Tato dřevina zpravidla nevyžaduje ani meliorační zásah, ani přihnojení. Pokud by se vyskytly zřejmé poruchy růstu, které by bylo možno vysvětlit poruchami výživy, je třeba zjistit příčinu a volit odpovídající zásah.

Jedle

Je vhodné podpořit počáteční růst této dřeviny na extrémně kyselých půdách menší dávkou mletého dolomitického vápence do sadbové jamky (200 – 300 g).

Veškeré meliorační zásahy se provádějí po zjištění půdních podmínek a rajonizaci oblasti ve smyslu její citlivosti k acidifikaci i eutrofizaci. Jsou vyloučeny rašeliny a glejové půdy. Oblasti kde by nepříznivý poměr C/N a další půdní podmínky mohly vést k nitrifikaci půdní vody, oblasti kde se z nepříznivými vlivy vyrovnává lesní ekosystém sám (zvětráváním, příznivou humifikací) a oblasti kde by mohly být narušeny zájmy ochrany přírody např. geologicky významné útvary.

5. Použitá literatura

- Bergman W** ex Plantz H a kol.: Obsah živin a fotosyntéza u listů buku (*Fagus sylvatica* L.) odebraných z porostů rostoucích na stanovištích s různým zatížením SO₂, Lesnictví – Forestry, 39,1993 (6) : 222 - 230
- Culek M. a kol.:** Biogeografické členění České republiky, Enigma, Praha 1995
- ČHMÚ : Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 1997.
- Hartmann 2001
- Maňkovská B.,** The chemical composition of spruce needles (*Picea abies* (L). Karst) as an environmental indicator in Slovakia, Ekológia (Bratislava) Vol. 17, No 1, 90 – 101, 1998
- Materna J., Kříž E.:** výsledky průzkumu lesních půd a stavu výživy lesních porostů v genových základnách jižních a západních Čech, ÚKZÚZ, Brno 1996.
- Materna J.:** Limitní koncentrace hlavních rostlinných živin a některých stopových prvků pro lesní půdy, ÚKZÚZ, Brno 1997.
- Materna J.:** Souhrnné výsledky průzkumu stavu povrchových vrstev lesních půd v období 1993 – 1996, ÚKZÚZ Brno, 2002
- Moravec a kol.:** Fytocenologie, Academia, Praha, 2000.
- Plíva K., Žlábek I.:** Přírodní lesní oblasti ČSR, SZN Praha, 1986
- Penk J a kol.:** Metodika pro příjem a úpravu vzorků, druhy prováděných analýz, předávání výsledků, ÚKZÚZ, 1992
- Procházka S. a kol.:** Fyziologie rostlin, Academia Praha, 1998
- Raška L.:** Vyhodnocení účinků leteckého vápnění v Beskydech na lesních porostech postižených emisemi, LP 12/1989 str. 536 – 541.
- Suchara I, Sucharová J.:** Using the monitoring of metal contamination of forest floors as an indicator of old and high loads of atmospheric deposition of elements for an area. Soil monitoring, Proceedings from the IV. International conference, ÚKZÚZ Brno 1999.
- Suchara I, Sucharová J.:** Současná úroveň atmosferické depozice prvků na území ČR a její trendy zjišťované analýzami mechu jako bioindikátoru, Ochrana ovzduší, 6, 2002, 24 – 29.
- Tesař S. a kol.:** Výživa rostlin a hnojení, VŠZ Praha, 1992
- Tyler, G.,** 1992: Critical concentrations of heavy metals in the Mor horizon of Swedish soils: SNS Rep.4078. Solna.
- Uhlířová H, Šebková I.:** Těžké kovy v lesních ekosystémech České republiky, Zprávy lesnického výzkumu, svazek 44, číslo 3/1999
- ÚHÚL Brandýs nad Labem:** Ekologie lesů, Metodiky, ÚHÚL, 1985
- Wytenbach A.:** Concentration of nutritional and trace elements in needles of Norway spruce (*Picea abies* (L). Karst) as a function of the needle age class, Plant and Soil, 168 – 169: 305 – 312, 1995

6. Mapové přílohy