

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



**Výsledky průzkumu stavu výživy lesa v přírodní
lesní oblasti č. 20 Lužická pahorkatina**

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	5
1.1. Účel průzkumu	5
2. Charakteristika PLO	6
2.1. Popis oblasti	6
2.1.1. Biogeografické členění oblasti	6
2.1.2. Geologické podloží - půdotvorný substrát	6
2.1.3. Lesnická typologie	6
2.1.4. Půdní typy	6
2.1.5. Dřevinná společenstva	7
2.1.6. Poškození lesa imisemi	7
2.2. Vstupy do lesních ekosystémů	8
2.2.1. Atmosférické vstupy některých prvků do lesních ekosystémů	8
2.3. Vymezení oblastí ohrožených dlouhodobou acidifikací a eutrofizací půd	9
2.3.1. Množství srážek	9
2.3.2. Průměrná říjnová teplota	10
2.3.3. Citlivost podle půdních typů	10
2.4. Reprezentativnost umístění odběrných míst	11
2.4.1. Popis šetřeného území	11
2.4.2. Popis šetřeného statistického souboru:	11
3. Komentář k výsledkům chemických rozborů	13
3.1. Půda	13
3.1.1. Organický humusový horizont	13
3.1.1.1. Půdní reakce	13
3.1.1.2. Obsah dusíku	13
3.1.1.3. Obsah fosforu	13
3.1.1.4. Obsah draslíku	13
3.1.1.5. Obsah vápníku	13
3.1.1.6. Obsah hořčíku	13
3.1.1.7. Obsah manganu	13
3.1.1.8. Obsah železa	13
3.1.1.9. Obsah hliníku	13
3.1.1.10. Obsah zinku	14
3.1.1.11. Obsah mědi	14
3.1.1.12. Obsah olova	14
3.1.1.13. Obsah kadmia	14
3.1.1.14. Obsah chrómu	14
3.1.1.15. Množství nadložního humusu	14
3.1.1.16. Oxidovatelný uhlík - C_{ox}	14
3.1.1.17. Poměr C_{ox} / N	14
3.1.1.18. Poměr C/P	14
3.1.2. Minerální půda	15
3.1.2.1. Půdní reakce	15
3.1.2.2. Obsah dusíku	15
3.1.2.3. Obsah fosforu	15
3.1.2.4. Obsah draslíku	15
3.1.2.5. Obsah vápníku	15
3.1.2.6. Obsah hořčíku	15
3.1.2.7. Obsah manganu	15

3.1.2.8. Obsah železa.....	16
3.1.2.9. Obsah hliníku	16
3.1.2.10. Obsah zinku.....	16
3.1.2.11. Obsah mědi.....	16
3.1.2.12. Obsah olova.....	16
3.1.2.13. Obsah kadmia	16
3.1.2.14. Obsah chrómu	16
3.1.2.15. Výměnná acidita.....	16
3.2. Výživa a výsledky listové analýzy.....	17
3.2.1. Výsledky listové analýzy u smrku ztepilého <i>Picea abies</i> [Karst (L.)]	17
3.2.1.1. Obsah dusíku	17
3.2.1.2. Obsah fosforu	18
3.2.1.3. Obsah draslíku.....	18
3.2.1.4. Obsah vápníku.....	19
3.2.1.5. Obsah hořčíku	19
3.2.1.6. Obsah bóru	19
3.2.1.7. Obsah zinku.....	19
3.2.1.8. Obsah olova.....	19
3.2.1.9. Obsah síry.....	20
3.2.1.10. Obsah kadmia	20
3.2.1.11. Obsah manganu	20
3.2.1.12. Obsah železa.....	20
3.2.1.13. Obsah hliníku	20
3.2.1.14. Obsah mědi.....	21
3.2.1.15. Obsah chrómu	21
3.2.1.16. Obsah niklu	22
3.2.1.17. Poměr N/Ca	22
3.2.1.18. Poměr N/Mg.....	22
3.2.1.19. Poměr P/Zn.....	22
3.2.1.20. Poměr K/Ca	22
3.2.1.21. Poměr K/Mg.....	22
3.2.1.22. Poměr S/Ca.....	22
3.2.1.23. Poměr S/Mg.....	23
3.2.1.24. Poměr S/N	23
3.3. Zhodnocení změn v letech 1999 vs. 2006.....	23
3.3.1. Změny v půdním prostředí	23
3.3.2. Změny v asimilačních pletivech	23
3.4. Celkové hodnocení výsledků	32
3.4.1. Hodnocení půdního prostředí	32
3.4.2. Zhodnocení úrovně výživy u smrku ztepilého	32
4. Návrh opatření.....	34
5. Použitá literatura	35
6. Grafické a mapové přílohy	36

1. Úvod a metodika

V roce 2006 byla provedena terénní část průzkumu vlastností lesních pozemků se zvláštním zaměřením na stav výživy lesních porostů v Přírodní lesní oblasti (dále PLO) č. 20 Lužická pahorkatina. Na 50 odběrných místech, na rozloze 16 976 ha porostní půdy, 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 vrstev (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, a to z osluněné části koruny. Vzorky byly odebrány 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 20 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

Území náleží k lužickému žulovému masivu. Rozlišují se zde tyto horninové typy:

- lužický (zawidovský) biotický granodiorit
- granodiorit v okolí Rožan a Lipové
- rumburská žula
- brtnická žula
- dále v menším rozsahu třetihorní vulkanity, terciérní sedimenty a kvartérní sedimenty

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 20	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.

Zastoupení půdních typů v oblasti	
Půdní typ	Rozloha (ha)
Ranker	61
Luvizem	2394
Kambizem	11263
Podzol	160
Pseudoglej	2001
Glej	850
Organozem	28
Fluvizem	345
Antrozem	4

V půdních typech převažují kambizemě, luvizemě a pseudogleje, což odpovídá edafickým kategoriím K a S, I a H a O a P ve smyslu typologické klasifikace ÚHÚL Brandýs nad Labem.

2.1.5. Dřevinná společenstva

Tab. č. 3.

Současná druhová skladba v % porostní půdy											
Jehličnany	SM	JD	BO	MD	DG	Kleč	SMX	BOX			Σ
	60,72	0,04	1687,6	1024,1	17,77	0,12	13,15	10,21			77,13
Listnáče	BK	DB	JV	JS	LP	BŘ	OL	Ost.	AK		
	2,83	5,63	0,91	1,28			3,55		6,86		22,87

OPRL stav k 31.12.1999

V současné dřevinné skladbě převažuje smrk ztepilý a to na 77 % porostní půdy.

2.1.6. Poškození lesa imisemi

ÚHÚL Brandýs nad Labem stanovil a MZe s platností od 1.1.1997 potvrdilo pásma ohrožení lesů, pod vlivem imisí (pásma ohrožení). Přírodní lesní oblast je zařazena do tří pásem imisního ohrožení.

Tab. č. 4.

Přehled pásem ohrožení					
LHC	Pásma ohrožení v ha				
	A	B	C	D	Celkem
Rumburk			7311	2999	10310
Rybniště					
Frýdlad			5639		5639
Ještěd			753	1048	1801
CELKEM			13703	4047	17750

2.2. Vstupy do lesních ekosystémů

2.2.1. Atmosférické vstupy některých prvků do lesních ekosystémů

Tab. č. 5.

ČHMÚ Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 1997, str. 159 – mapa	
	PLO - Jizerské hory
Mokrý roční depozice síry SO_4^{-2} - S	$< 1,0 - 1,5 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Suchá roční depozice síry (SO_2 - 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 NO_3^- - N	$0,5 - 1,0 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$
Mokrý roční depozice dusíku NH_4^+ - 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- N_{ox} -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. 6.

ČHMÚ Roční mokrá depozice, některých prvků a sloučenin v letech 2005 a 2006, stanice Ústí nad Labem – Kočkov (Analýza: týdenní hodnoty)			
	jednotka	rok 2005	rok 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. 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					
	(μg.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
Σ 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 ⁻	2990,4	2376,3	2790,0	2594,4	23,50	31,96	38,08	30,75	31,07
Σ an.					48,01	62,11	74,95	59,97	61,26
Σ an. - Σ 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 NO₃⁻ a SO₄⁻. 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 v mokřím atmosférickém spadu (Typ měřicího programu – čisté srážky – automatický pluviokolektor), který činí 28,42 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 aktuálně 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 20 podle citlivosti k úhrnu srážek (mm. rok ⁻¹)			
Označení oblasti		LVS	Citlivost
MT 2	Východní polovina Frýdlandského výběžku a ve Šluknovském výběžku	3,4,5	citlivé
MT 4	SZ část Šluknovského výběžku	3,4,5	citlivé
MT 7	Vyšší polohy Žitavské pánve	3	citlivé
MT 9	Západní polovina Frýdlandského výběžku	3	málo citlivé
MT 11	Nejnižší polohy Žitavské pánve	2	odolné

Tab.č .9.

Klasifikace odolnosti 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, byla jako reprezentativní vybrána průměrná teplota v říjnu.

Tab. č. 10.

Posouzení PLO 20			
Označení oblasti	místo	LVS	Citlivost
T 2	Kaňon Labe a plošina kolem Růžové	2	Odolné
MT 7	Vyšší polohy	3 - 4	Málo citlivé
MT 2	Oblast Sněžníku	3 - 5	Citlivé
CH7	Vrcholky	5	Citlivé

Tab.č. 11.

Klasifikace odolnosti podle teploty vzduchu	
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		
Půdní typ	Rozloha (ha)	Citlivost
1. Ranker	61	citlivé
2. Luvizem	2394	málo citlivé
3. Kambizem	11907	citlivé
4. Podzol	160	velmi citlivé
5. Pseudoglej	2001	citlivé
6. Glej	850	citlivé
7. Organozem	28	málo citlivé
8. Fluvizem	345	citlivé
9.Antrozem	4	málo citlivé
Σ	17750	

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.

Lesních vegetační stupně – zastoupení v %								
Lvs	0	1	2	3	4	5	6	Σ
zastoupení	3,8	0,3	0,2	31,2	30,0	31,1	4,4	100

Zdroj: OPRL, PLO č. 20 – Lužická pahorkatina, Brandýs nad Labem

Tab. č. 14.

Zastoupení edafických kategorií v %																						
Z	Y	M	K	N	I	S	F	C	B	H	D	A	J	L	U	V	O	P	T	G	R	Σ
0,3		0,3	27,4	0,6	14,0	28,6	0,2	0,3	0,7	1,6	1,5	0,7	0,1	1,5	0,7	0,5	13,0	3,0	1,2	2,9	0,2	100

Zdroj: OPRL, PLO 20 – Lužická pahorkatina, Brandýs nad Labem

Tab. č. 15.

Zastoupení cílových hospodářských souborů v %										
Hospodářský soubor	13	19	29	41	43	45	47	51	53	55
Zastoupení v %	3,9	0,2	2,1	1,5	45,9	6,8	4,7	0,6	7,8	9,5
Hospodářský soubor	57	59	01	Σ						
Zastoupení v %	11,8	4,8	0,4	100						

Zdroj: OPRL, PLO č. 20 – 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	Σ
Počet odběrných míst	4	9	19	17	1	50

Tab. č. 17.

Odběrná místa podle edafických kategorií							
Edafická kategorie	G	H	I	K	O	S	Σ
Počet odběrných míst	1	1	6	22	4	16	50

Tab. č. 18.

Odběrná místa podle hospodářských souborů									
Hospodářský soubor	13	41	43	45	51	53	55	57	Σ
Počet odběrných míst	4	1	29	1	3	8	1	3	50
a jednotlivých správ									
LS Rumburk			18		3	8	1	3	
Lesy Grabštějn			2						
Město Liberec			3						
LS Ještěd			2						
LS Frýdlant	4	1	4	1					

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

3.1.1.1. Půdní reakce

Hodnotou mediánu pH CaCl_2 – 3,2 a pH H_2O – 4 se nadložní humusový horizont řadí mezi silně kyselé.

3.1.1.2. Obsah dusíku

Nasycení dusíkem je vysoké. Nerovnoměrné, pravostranné rozdělení četností svědčí o prostorové rozrůzněnosti.

3.1.1.3. Obsah fosforu

Nasycení fosforem je podle zjištěných obsahů s mediánem 949 mg.kg^{-1} na střední úrovni.

3.1.1.4. Obsah draslíku

Podle zjištěných obsahů lze mluvit o nízké zásobě v tomto horizontu.

3.1.1.5. Obsah vápníku

Zásoba vápníku s hodnotou mediánu 843 mg.kg^{-1} je velmi nízká.

3.1.1.6. Obsah hořčíku

Zásoba hořčíku je na střední úrovni. Pod hranicí nedostatku 750 mg.kg^{-1} je asi 40 % z šetřených profilů. Je zde výskyt extrémních obsahů nad $1\,500 \text{ mg.kg}^{-1}$.

3.1.1.7. Obsah manganu

Obsah manganu, charakterizovaný klesajícím rozložením četností a hodnotou mediánu 118 mg.kg^{-1} je velmi nízký.

3.1.1.8. Obsah železa

Obsah železa (medián - 9605 mg.kg^{-1}) je vysoký.

3.1.1.9. Obsah hliníku

Obsah hliníku (medián - 8680 mg.kg^{-1}) je vysoký.

3.1.1.10. Obsah zinku

Rozložení obsahů zinku je mírně levostranné s výskytem několika vyšších hodnot. Podle hodnoty mediánu - 34 mg.kg⁻¹, se jedná o velmi malé obsahy.

3.1.1.11. Obsah mědi

Obsahy mědi jsou na střední úrovni. Mez vyšších obsahů – 22 mg.kg⁻¹ je překročena u 16 % vzorků.

3.1.1.12. Obsah olova

Rozdělení četností je nerovnoměrné s mediánem 102 mg.kg⁻¹. Tuto zátěž považujeme za vysokou.

3.1.1.13. Obsah kadmia

Zatížení kadmiem je nízké.

3.1.1.14. Obsah chrómu

Obsahy chrómu odpovídají střední úrovni. Rozdělení četností je nerovnoměrné. Není zde zjištěno vysoké zatížení.

3.1.1.15. Množství nadložního humusu

Podle množství nadložního humusu – 90 t.ha⁻¹, lze mluvit o jeho hromadění při zpomalené humifikaci.

3.1.1.16. Oxidovatelný uhlík - C_{ox}

Hodnotu mediánu 23,85 % považujeme za poměrně nízkou. Ve vzorcích nadložního organického horizontu se nachází velké množství nespalitelných látek.

3.1.1.17. Poměr C_{ox} / N

Do nízkého poměru C/N s mediánem 20 se promítá poměrně malý podíl spalitelného materiálu C_{ox}.

3.1.1.18. Poměr C/P

Asi 45 % vzorků má poměr C/P < 250. Jedná se opět o porovnání celkového fosforu s oxidovatelnou částí uhlíku. Jde tedy o charakteristiku orientační. U ploch se zjištěným poměrem C/P < 250 se nedoporučuje meliorace leteckým vápněním.

3.1.2. Minerální půda

3.1.2.1. Půdní reakce

Hodnoty mediánů $pH_{vým}$ i pH_{akt} odpovídají silně kyselé půdní reakci v povrchovém horizontu 07. V podpovrchovém horizontu 08 je rovněž půda silně kyselá. Rozpětí hodnot je velmi malé.

Tab. č. 19.

Srovnání hodnot $pH_{vým}$ v již šetřených PLO (hodnoty mediánů)					
horizonty	Krušné hory	Hostýnské vrchy	Českomoravská vrchovina	Moravskoslezské Beskydy	PLO 20
07	3,00	3,40	3,30	3,20	3,3
08	3,40	3,60	3,70	3,80	3,7

x Krušné hory a Hostýnské vrchy pH KCl

3.1.2.2. Obsah dusíku

Obsahy dusíku v minerální části profilu jsou na střední a nízké úrovni v povrchovém i podpovrchovém horizontu.

3.1.2.3. Obsah fosforu

Obsah celkového fosforu je na střední a nízké úrovni. Rostlinám přístupný fosfor je nízký a velmi nízký.

3.1.2.4. Obsah draslíku

Celkového draslíku je málo - nízká zásoba je zjištěna (247 a 178 $mg.kg^{-1}$) v povrchovém i podpovrchovém horizontu. Rovněž zásoba přístupného draslíku je velmi nízká v celém profilu.

3.1.2.5. Obsah vápníku

Zásoba celkového i přijatelného vápníku je velmi nízká v celém profilu.

3.1.2.6. Obsah hořčíku

U celkového hořčíku je velmi nerovnoměrné rozdělení četností. Hodnota mediánu 281 $mg.kg^{-1}$ v povrchovém a 593 $mg.kg^{-1}$ v podpovrchovém horizontu je na nízké a střední úrovni. Přístupný hořčík v zásobě 27 $mg.kg^{-1}$ a 16 $mg.kg^{-1}$ odpovídá nízké a velmi nízké zásobě. Relativně vysoká celková zásoba ve spodním horizontu je zřejmě důkazem geogenního původu hořčíku.

3.1.2.7. Obsah manganu

Obsahy manganu jsou nízké s vzestupnou tendencí do spodin profilu. Rozložení četností je nerovnoměrné s významným výskytem vzorků s vyššími obsahy.

3.1.2.8. Obsah železa

Rozdělení četností je rovnoměrné a v podpovrchovém horizontu rovnoměrné, dvouvrcholové. Obsahy jsou v celé minerální části profilu velmi vysoké.

3.1.2.9. Obsah hliníku

Rozdělení četností je nerovnoměrné, s výraznějším projevem nerovnoměrnosti v podpovrchovém horizontu. Obsahy jsou na střední a vysoké úrovni.

3.1.2.10. Obsah zinku

Zinek je na velmi nízké a nízké úrovni.

3.1.2.11. Obsah mědi

Rozdělení četností je v povrchovém horizontu nerovnoměrné v podpovrchovém klesající. Obsah mědi má klesající tendenci směrem do spodiny profilu. Obsahy jsou na střední a nízké úrovni.

3.1.2.12. Obsah olova

Rozdělení četností je nerovnoměrné, zvláště v povrchovém horizontu. Hodnoty mediánů – 73mg.kg⁻¹ v povrchovém a 37 mg.kg⁻¹ v podpovrchovém minerálním horizontu jsou na velmi vysoké a střední úrovni. Je zde patrná atmosférická kontaminace.

3.1.2.13. Obsah kadmia

Obsahy kadmia jsou v celém profilu velmi nízké.

3.1.2.14. Obsah chrómu

Obsahy chrómu jsou vysoké. Rozdělení četností je nerovnoměrné, s velkým rozpětím hodnot a výskytem velmi vysokých hodnot.

3.1.2.15. Výměnná acidita

Hodnota výměnné acidity 56 mmol.kg⁻¹ v povrchovém a 35 mmol.kg⁻¹ v podpovrchovém horizontu je v rámci území republiky na střední úrovni a informuje o možnosti vápnění lesních pozemků.

Tab. č. 20.

Hodnoty výměnné acidity mmol.kg ⁻¹						
horizonty	Český les	Krušné Hory	Jeseníky	Hostýnské vrchy	Českomoravská vrchovina	Podbeskydská pahorkatina
07	112,80	142,40	97,60	85,60	69,60	38,60
08	79,20	107,20	67,20	80,00	54,40	37,60

3.2. Výživa a výsledky listové analýzy

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

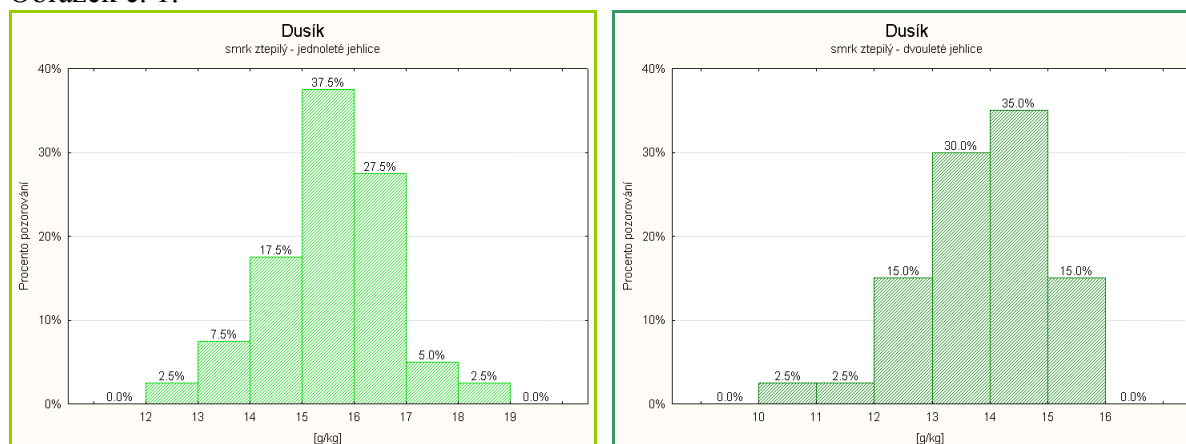
Tab. č. 21.: Popisné statistiky - smrk ztepilý-jednoleté jehlice

		N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Spodní kvartil	Horní kvartil
Dusík	g/kg	40	15.475	15.445	12.250	18.09	14.805	16.180
Fosfor	mg/kg	40	1649.500	1600.000	1100.000	2230.00	1420.000	1900.000
Draslík	mg/kg	40	8279.950	7971.000	5752.000	12501.00	7300.500	8989.500
Vápník	mg/kg	40	3201.250	3131.500	2074.000	4675.00	2469.000	4058.000
Hořčík	mg/kg	40	956.150	971.000	594.000	1361.00	811.000	1090.000
Hliník	mg/kg	40	170.607	105.850	58.310	629.30	88.890	150.700
Bór	mg/kg	40	16.671	16.855	11.400	23.80	14.085	18.985
Kadmium	mg/kg	40	--	< 0.10	< 0.10	0.29	< 0.10	0.132
Chrom	mg/kg	40	--	0.280	< 0.25	5.96	< 0.25	0.926
Měď	mg/kg	40	3.666	3.511	2.835	4.78	3.317	4.079
Železo	mg/kg	40	115.324	53.885	30.970	576.80	41.275	116.650
Mangan	mg/kg	40	385.898	378.200	113.200	626.10	283.900	474.900
Nikl	mg/kg	40	2.147	1.915	0.635	4.50	1.279	2.765
Olovo	mg/kg	40	--	< 0.30	< 0.30	0.45	< 0.30	< 0.30
Síra	mg/kg	40	1046.608	1041.500	849.100	1233.00	968.400	1106.500
Zinek	mg/kg	40	29.872	29.335	18.480	42.50	25.840	33.435
N/Ca		40	5.103	5.194	3.024	7.12	3.903	6.168
N/Mg		40	16.809	16.281	10.597	24.06	14.727	18.906
P/Zn		40	57.043	53.492	36.414	93.66	46.530	66.332
K/Ca		40	2.736	2.799	1.612	4.46	1.936	3.314
K/Mg		40	8.991	8.694	5.539	15.46	7.320	9.947
S/Ca		40	0.345	0.336	0.211	0.49	0.267	0.415
S/Mg		40	1.132	1.094	0.725	1.61	1.000	1.271
S/N		40	0.068	0.068	0.058	0.09	0.064	0.071

3.2.1.1. Obsah dusíku

Obsahy dusíku svědčí o vysoké úrovni výživy. Ve dvouletých jehlicích se obsah ustálil na hodnotě mediánu 13,9 g.kg⁻¹. Pravostranné rozdělení četností ve dvouletých jehlicích může být projevem redistribuce do starších jehlic.

Obrázek č. 1.



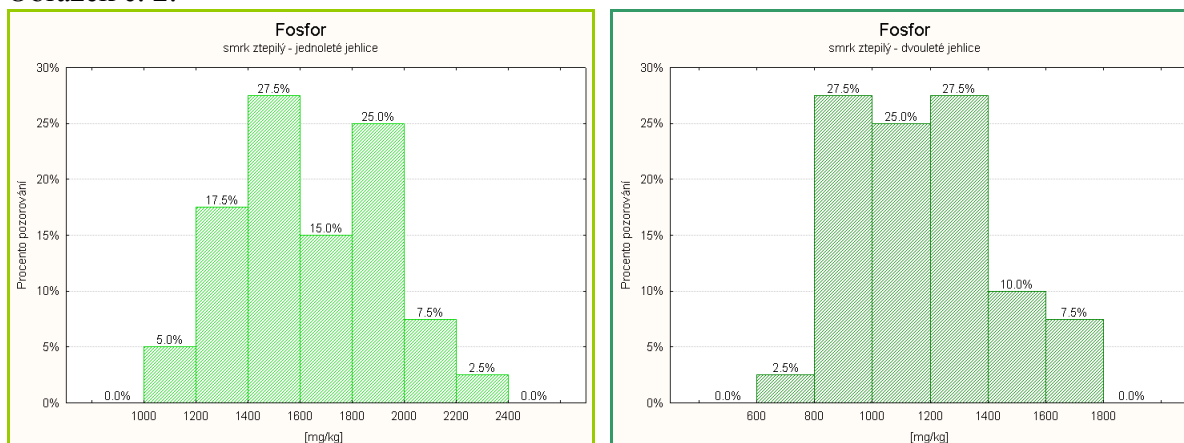
Tab. č. 22.: Popisné statistiky - smrk ztepilý-dvouleté jehlice

		N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Spodní kvartil	Horní kvartil
Dusík	g/kg	40	13.873	13.930	10.500	15.510	13.265	14.590
Fosfor	mg/kg	40	1170.750	1095.000	670.000	1800.000	975.000	1365.000
Draslík	mg/kg	40	5600.625	5504.500	4020.000	8123.000	5066.500	6164.500
Vápník	mg/kg	40	4901.475	4707.500	2709.000	8395.000	3922.000	5958.500
Hořčík	mg/kg	40	901.000	894.500	536.000	1301.000	760.000	1033.500
Hliník	mg/kg	40	129.954	115.800	76.300	320.400	101.750	140.650
Bór	mg/kg	40	19.617	19.485	10.240	28.840	16.465	22.115
Kadmium	mg/kg	40	--	< 0.10	< 0.10	0.196	< 0.10	< 0.10
Chrom	mg/kg	40	0.555	0.315	< 0.25	4.634	0.262	0.409
Měď	mg/kg	40	1.762	1.748	0.862	2.883	1.439	2.085
Železo	mg/kg	40	71.944	51.520	41.270	282.000	46.660	69.120
Mangan	mg/kg	40	544.593	512.650	179.800	943.200	405.050	687.600
Nikl	mg/kg	40	1.259	1.183	0.374	2.783	0.853	1.527
Olovo	mg/kg	40	--	< 0.30	< 0.30	0.356	< 0.30	< 0.30
Síra	mg/kg	40	1005.850	987.750	856.700	1271.000	933.600	1061.500
Zinek	mg/kg	40	22.653	20.865	14.190	45.110	17.705	25.780
N/Ca		40	3.059	2.855	1.678	5.064	2.391	3.754
N/Mg		40	16.158	15.534	8.071	25.717	13.626	18.413
P/Zn		40	54.896	52.759	24.163	101.810	42.132	63.612
K/Ca		40	1.231	1.104	0.655	2.239	0.909	1.467
K/Mg		40	6.469	5.961	4.353	10.155	5.322	7.730
S/Ca		40	0.223	0.205	0.113	0.377	0.170	0.253
S/Mg		40	1.165	1.120	0.755	1.937	0.973	1.317
S/N		40	0.073	0.071	0.061	0.094	0.067	0.078

3.2.1.2. Obsah fosforu

Nerovnoměrné rozdělení četností je projevem věkové nebo prostorové rozrůzněnosti. V jednoletých jehlicích je úroveň výživy velmi vysoká, ve dvouletých nízká.

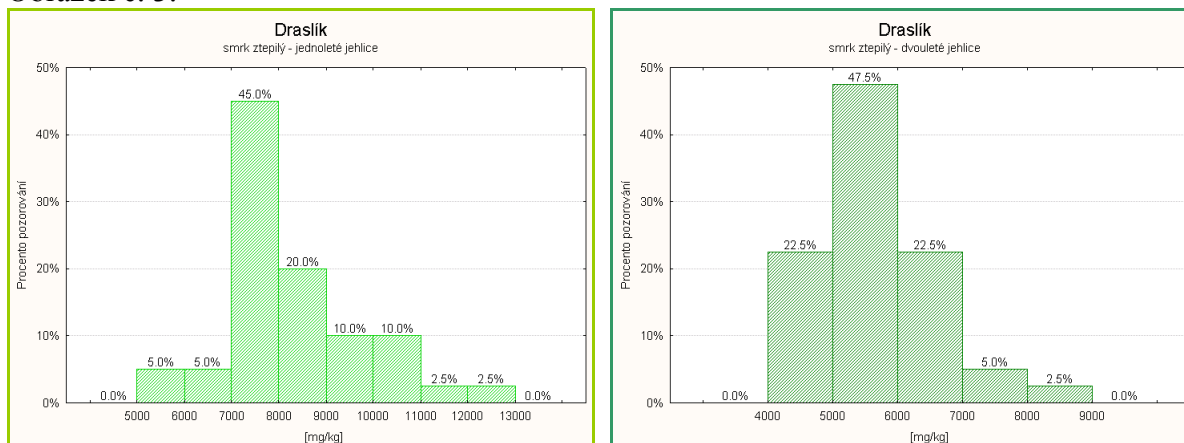
Obrázek č. 2.



3.2.1.3. Obsah draslíku

V jednoletých jehlicích je úroveň výživy velmi vysoká a ve dvouletých dobrá. Rozdělení četností má, zvláště v jednoletých jehlicích, velké rozpětí hodnot.

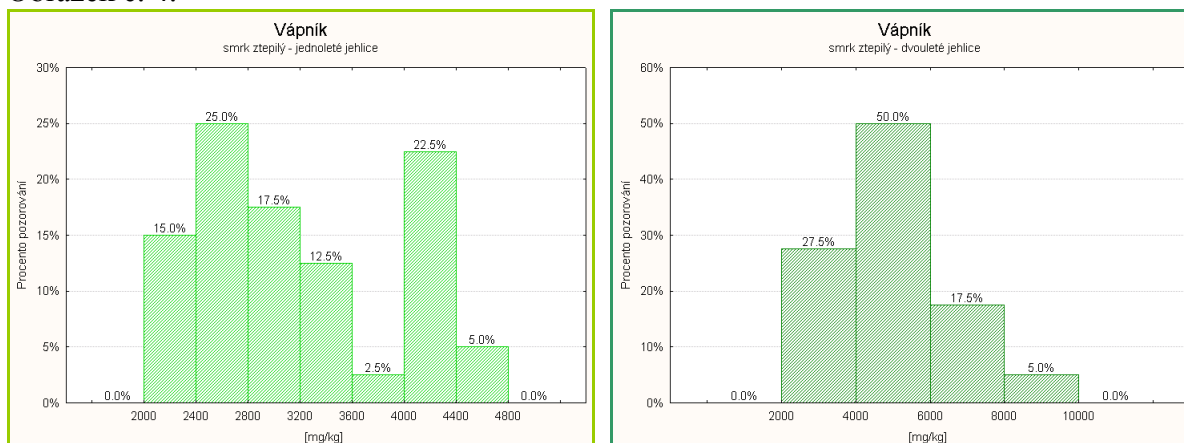
Obrázek č. 3.



3.2.1.4. Obsah vápníku

Úroveň výživy je nízká v jednoletých a dobrá ve dvouletých jehlicích.

Obrázek č. 4.



3.2.1.5. Obsah hořčíku

Úroveň výživy je u jednoletých jehlic dobrá (hodnota mediánu 971 mg.kg^{-1}) a ve dvouletých jehlicích nízká (hodnota mediánu 895 mg.kg^{-1}).

3.2.1.6. Obsah bóru

Výživa bórem je na dobré úrovni u jednoletých i dvouletých jehlic.

3.2.1.7. Obsah zinku

Obsahy zinku jsou v jedno i dvouletých jehlicích na nízké úrovni.

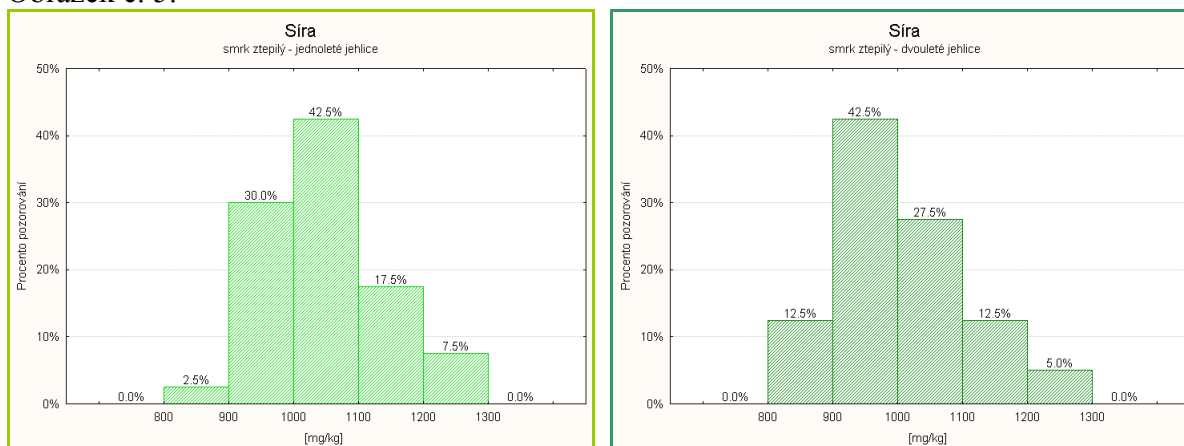
3.2.1.8. Obsah olova

Obsahy olova jsou v jedno i dvouletých jehlicích velmi nízké.

3.2.1.9. Obsah síry

Síra je obsažena v jednoletých jehlicích na nízké úrovni a ve dvouletých na velmi nízké úrovni. Levostranné rozdělení četností s přesunem do nižších tříd je zřejmě důsledkem fyziologické redistribuce síry.

Obrázek č. 5.



3.2.1.10. Obsah kadmia

Obsah kadmia dosahuje mediánu $< 0,10$ v jednoletých i ve dvouletých jehlicích. Jedná se tedy o nízké zatížení tímto kovem. .

Tab. č. 23.

Srovnání s jinými šetřenými oblastmi	
PLO	Hodnota mediánu (mg Cd.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

3.2.1.11. Obsah manganu

U manganu dochází k jeho výrazné akumulaci ve dvouletých jehlicích. Hodnota mediánu v jednoletých jehlicích – 378 mg.kg^{-1} se zvyšuje na 513 mg.kg^{-1} v jehlicích dvouletých.

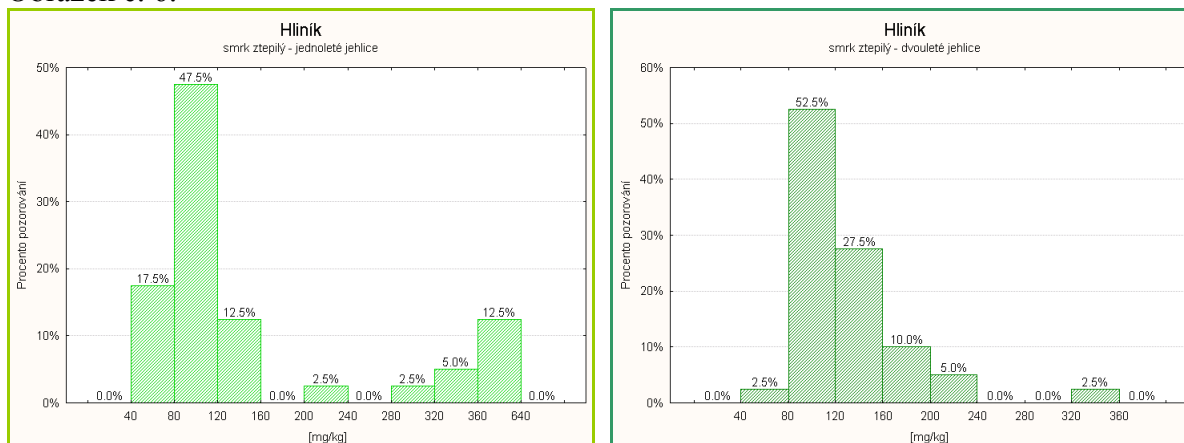
3.2.1.12. Obsah železa

Obsahy železa (54 a 52 mg.kg^{-1} v jedno- a dvouletých jehlicích) jsou velmi nízké.

3.2.1.13. Obsah hliníku

Rozdělení četností je u jednoletých jehlic velmi nerovnoměrné a u dvouletých klesající. Vysoké obsahy v jednoletých jehlicích jsou zřejmě způsobeny jejich příznivější expozicí atmosférickým spadům.

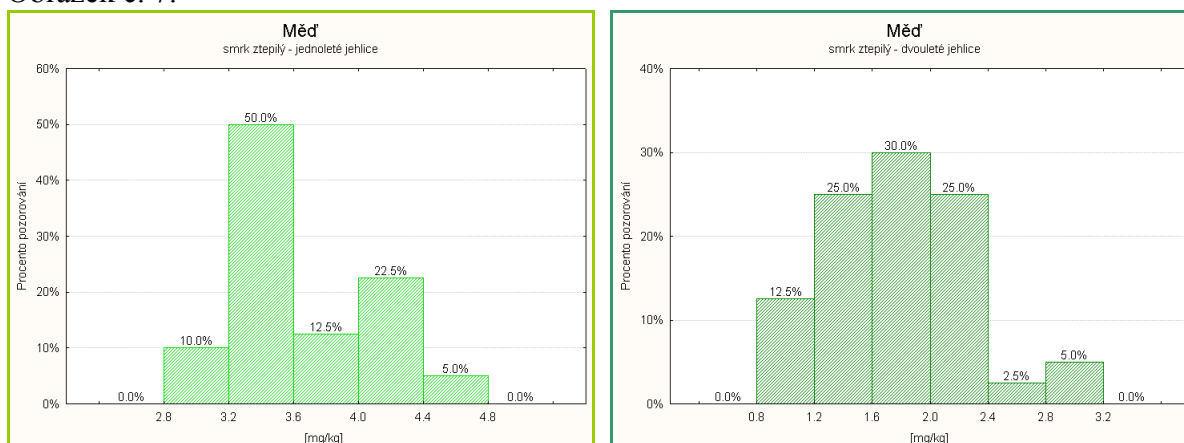
Obrázek č. 6.



3.2.1.14. Obsah mědi

V jednoletých jehlicích je rozdělení četností nerovnoměrné, s mediánem $3,5 \text{ mg.kg}^{-1}$. Ve dvouletých jehlicích dochází k ustálení obsahů. Je zde rovnoměrné rozdělení s mediánem $1,7 \text{ mg.kg}^{-1}$.

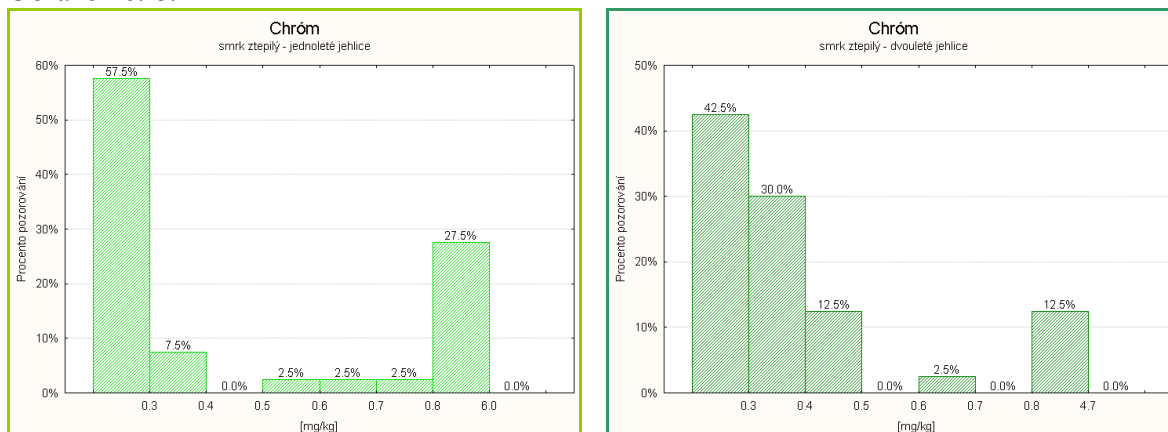
Obrázek č. 7.



3.2.1.15. Obsah chromu

Rozdělení četností má o obou ročníků jehlic velké rozpětí tvaru písmene „U“. Úroveň obsahů je klasifikována jako nízká.

Obrázek č. 8.



3.2.1.16. Obsah niklu

Obsahy niklu (1,9 a 1,2 mg.kg⁻¹ ve jedno a dvouletých jehlicích) jsou na střední a nízké úrovni.

3.2.1.17. Poměr N/Ca

Poměr odpovídá přirozenému stavu.

3.2.1.18. Poměr N/Mg

Poměr odpovídá přirozenému stavu.

3.2.1.19. Poměr P/Zn

Poměr odpovídá přirozenému stavu.

3.2.1.20. Poměr K/Ca

70 % vzorků má hodnotu vyšší než 2, což je způsobeno velmi nízkými hodnotami vápníku a vysokými hodnotami draslíku.

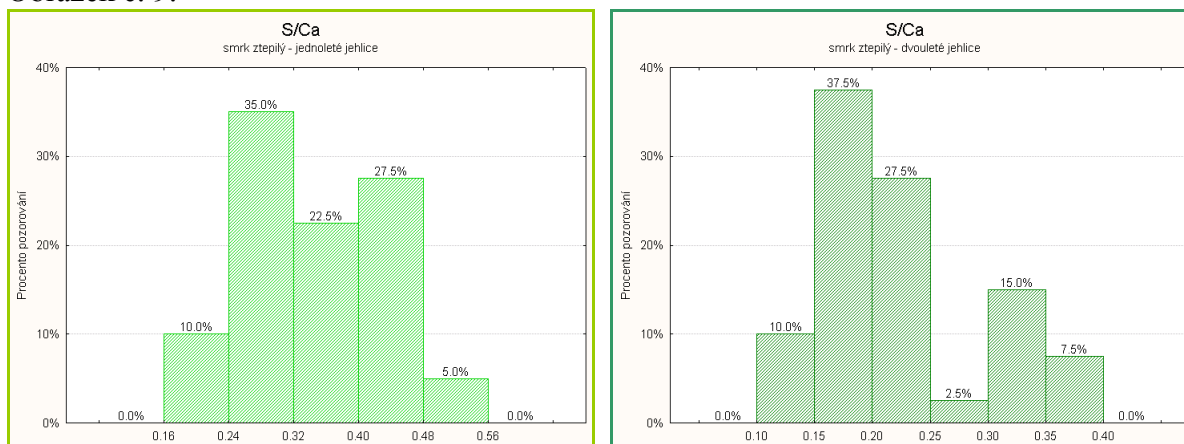
3.2.1.21. Poměr K/Mg

Poměr je v rozmezí přirozených hodnot, přestože jsou obsahy hořčíku pouze na „dobré“ úrovni a hodnoty draslíku na velmi vysoké úrovni.

3.2.1.22. Poměr S/Ca

Přirozený poměr vymezený hodnotou < 0,4 je překročen u 32 % vzorků. Dvouvrcholové rozdělení četností obsahů vápníku se promítá do rozdělení četností tohoto poměru. Do oblasti nepříznivého poměru se zřejmě promítají malé obsahy vápníku.

Obrázek č. 9.



3.2.1.23. Poměr S/Mg

Díky dobrým obsahům hořčíku a poměrně nízkým obsahům síry je splněno kritérium přirozených poměrů $S/Mg < 3$

3.2.1.24. Poměr S/N

Poměr S/N odpovídá vysokému obsahu dusíku a nízkému obsahu síry.

3.3. Zhodnocení změn v letech 1999 vs. 2006

Bylo provedeno porovnání půdních vzorků (30 porostů) a vzorků jednoletého smrkového jehličí (29 porostů), odebraných v roce 1999 a pak opakovaně v roce 2006.

3.3.1. Změny v půdním prostředí

Je zjištěno snižování **kyselosti** (Obrázek č. 10) nadložního organického horizontu.. Tato změna je zaznamenána především na LS Rumburk reprezentované zejména půdními typy kyselé edafické kategorie.

Obsah **dusíku** v nadložním organickém horizontu (Horizont 02) se významně nezměnil (Obrázek č. 11). Pouze na území lesů města Liberec a Lesích Grábštejn došlo k eutrofizaci dusíkem.

Ani u obsahu **fosforu** (Obrázek č. 12) v nadložním organickém horizontu nedošlo k výraznější změně, pouze na území LS Frýdlant došlo k výraznějšímu poklesu.

V lesích města Liberec dochází v tomto horizontu ještě ke zvyšování obsahů **mědi** a **zinku**. Výjimkou ze studovaného souboru je území Lesů Grábštejn se zvyšující se kyselostí nadložního humusu a snižováním obsahů živin – K, Mn a P.

Změnám v nadložním organickém horizontu odpovídají změny v minerální půdě. Všeobecně dochází ke snižování kyselosti a snižování půdní acidity především v horní části profilu. S výjimkou území LS Frýdlant se zvýšil obsah přístupného **hořčíku** (Obrázek č. 13) v celé PLO.

Významné je zvyšování obsahů **dusíku** v celém profilu na území Lesů města Liberec. Zde je rovněž zaznamenáno zvyšování obsahů živin.

V minerálním horizontu (Horizont 08) došlo za uvedené období k výraznému snížení obsahu přístupného **vápníku** (Obrázek č. 14) zhruba na 50 % úrovně v roce 1999.

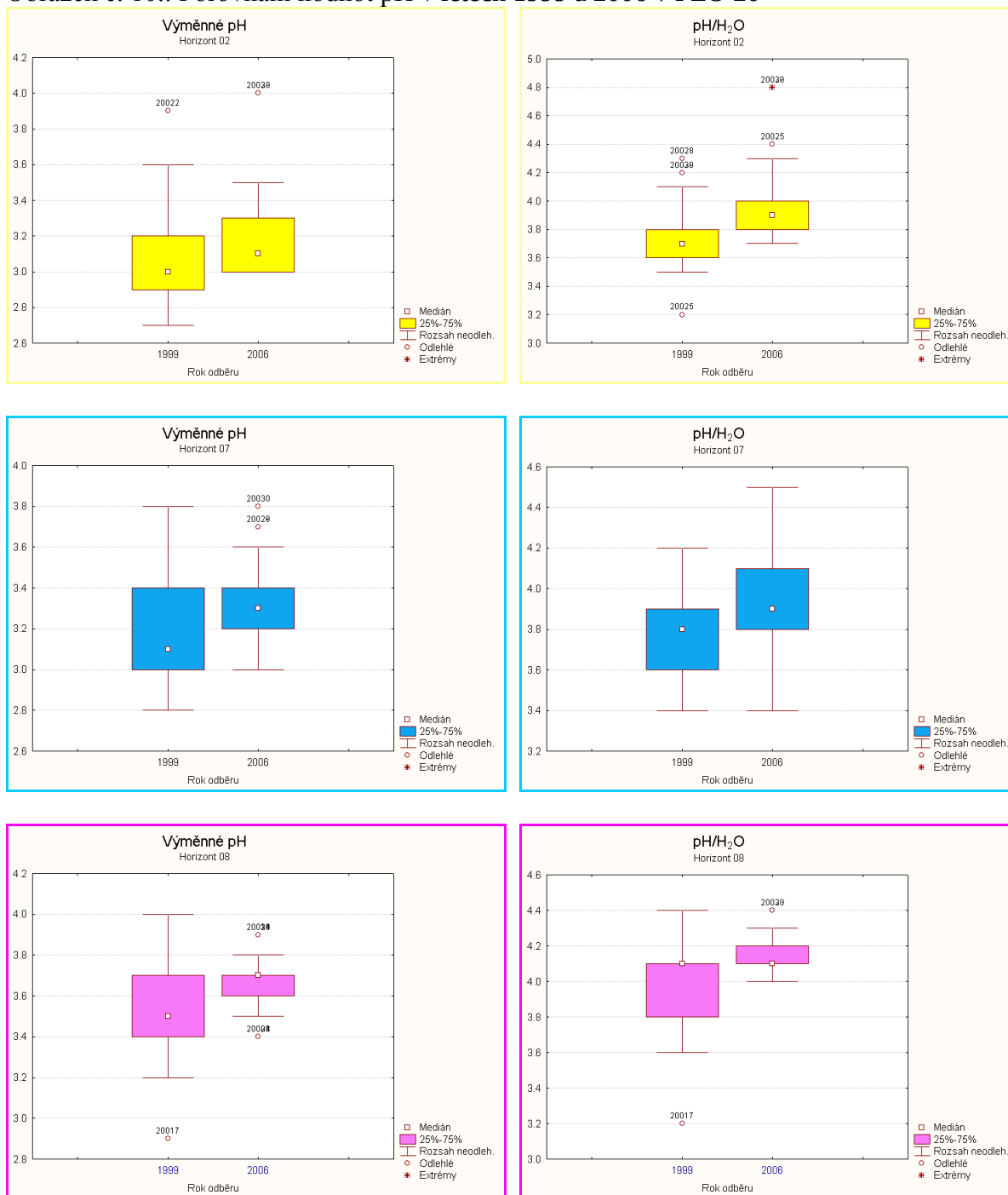
Téměř v celé oblasti v minerální části půdního profilu dochází ke zvyšování obsahů **mědi** (Obrázek č. 15) a **železa** (Obrázek č. 16).

3.3.2. Změny v asimilačních pletivech

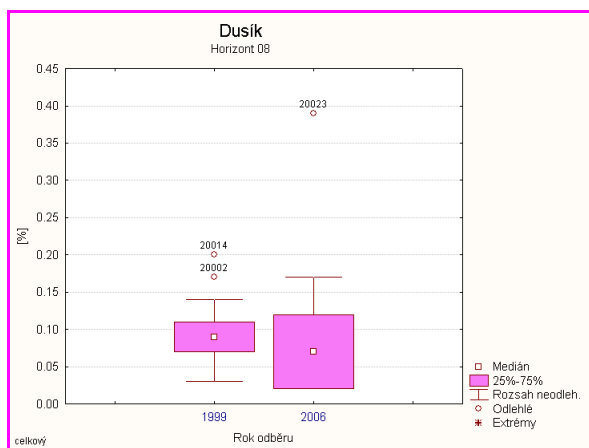
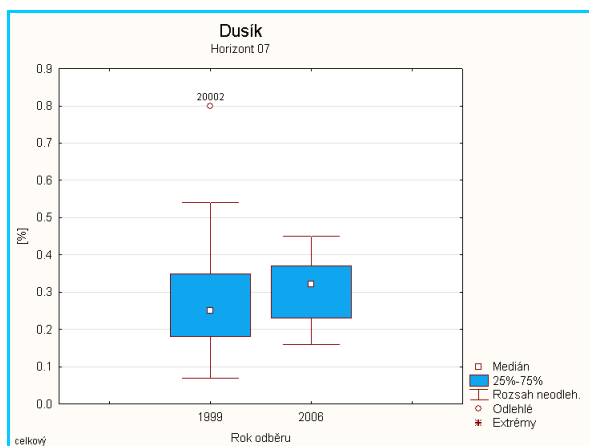
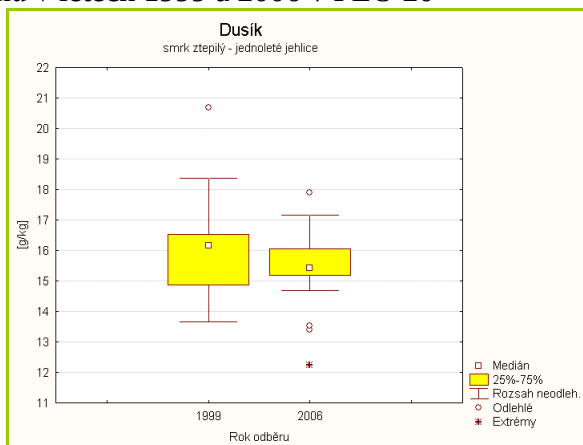
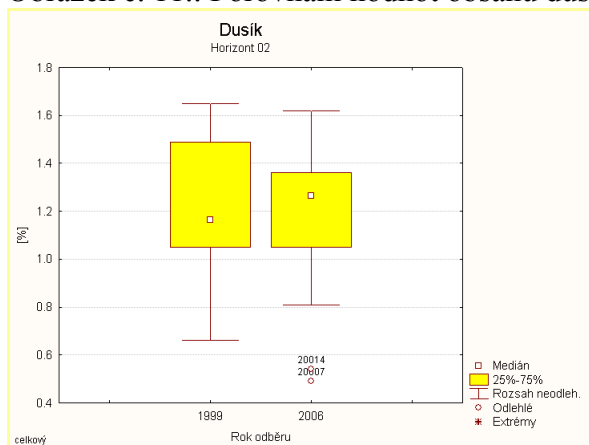
V oblasti je zjištěno snižování obsahů **bóru** (Obrázek č. 18), **vápníku** a **manganu** (Obrázek č. 17). Zvláště u vápníku je tato změna zaznamenána s výjimkou lesů Grábštejn na celém území oblasti.

Zajímavé je zvyšování obsahů **hořčíku** v celém území PLO. Na území Lesů Grábštejn, Lesů města Liberec a LS Ještěd je zjištěn pokles **olova** a **kadmia**. Ke zvyšování obsahů **síry** dochází na LS Rumburk a Město Liberec.

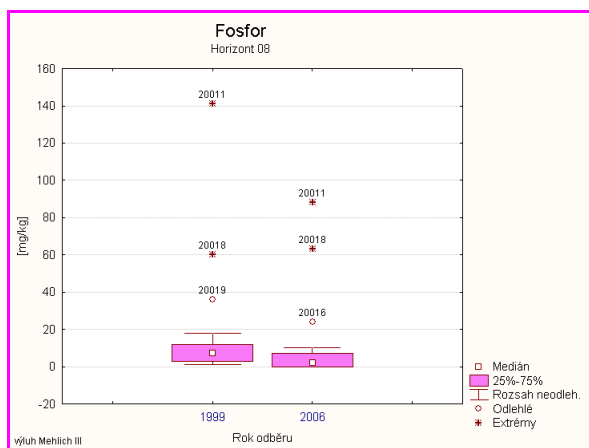
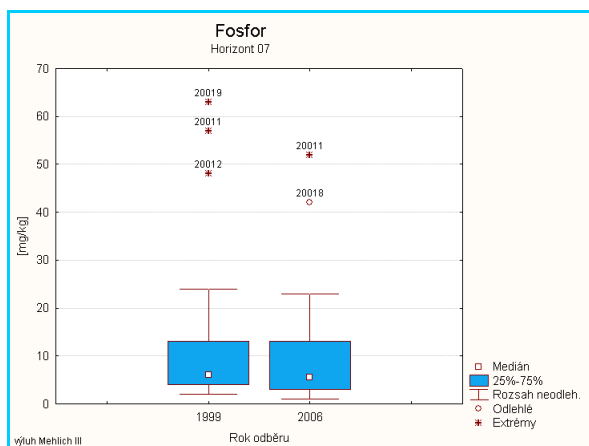
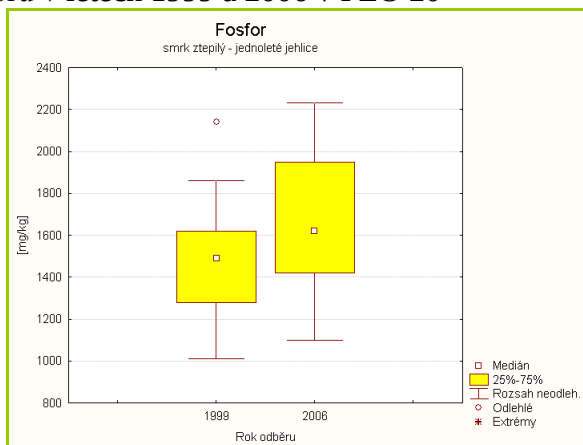
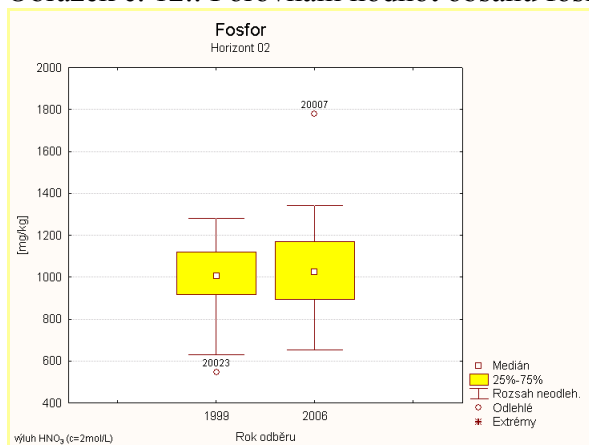
Obrázek č. 10.: Porovnání hodnot pH v letech 1999 a 2006 v PLO 20



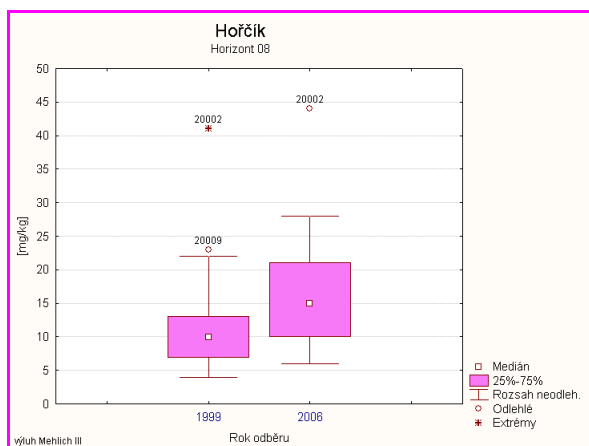
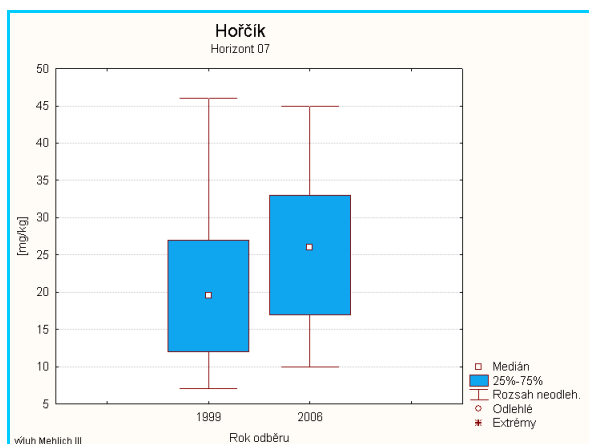
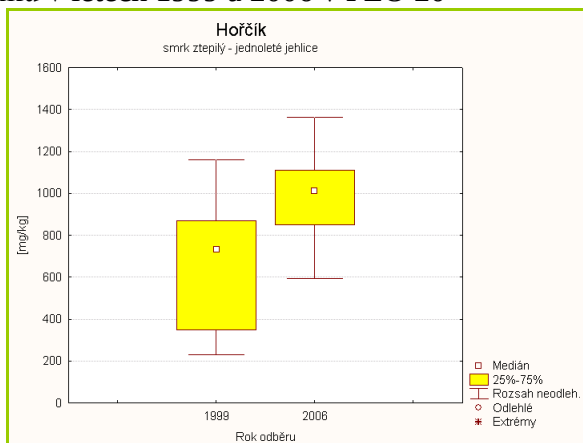
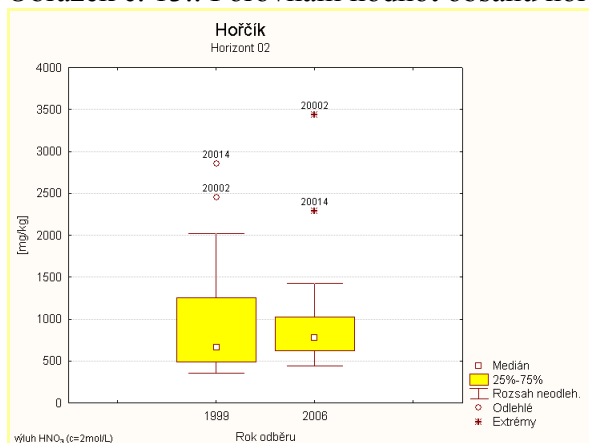
Obrázek č. 11.: Porovnání hodnot obsahů dusíku v letech 1999 a 2006 v PLO 20



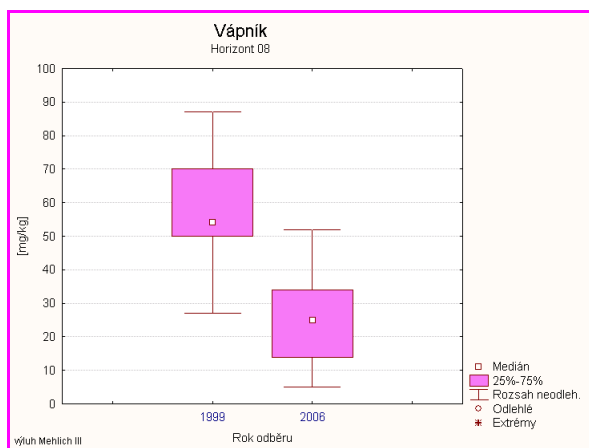
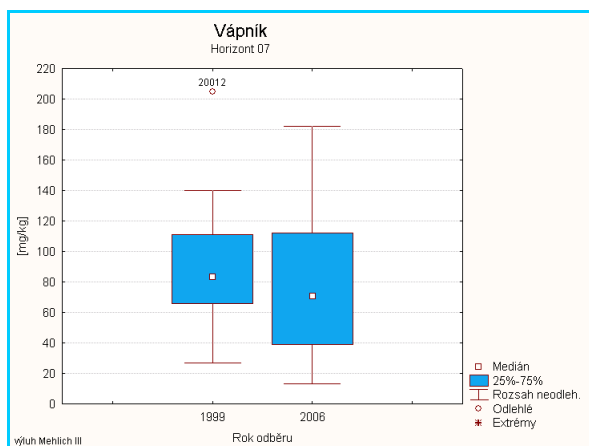
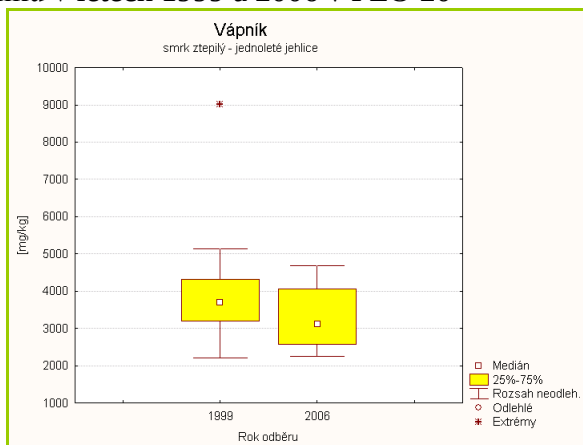
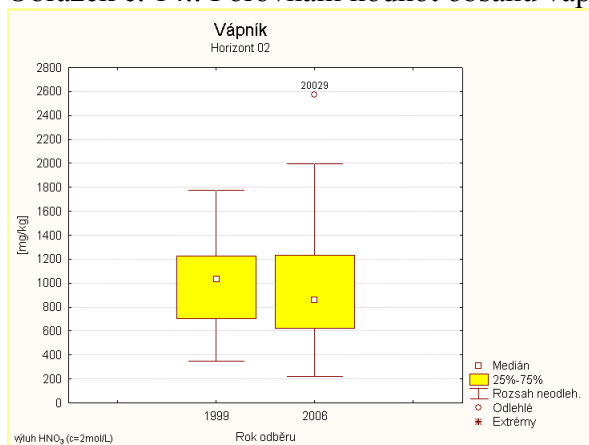
Obrázek č. 12.: Porovnání hodnot obsahů fosforu v letech 1999 a 2006 v PLO 20



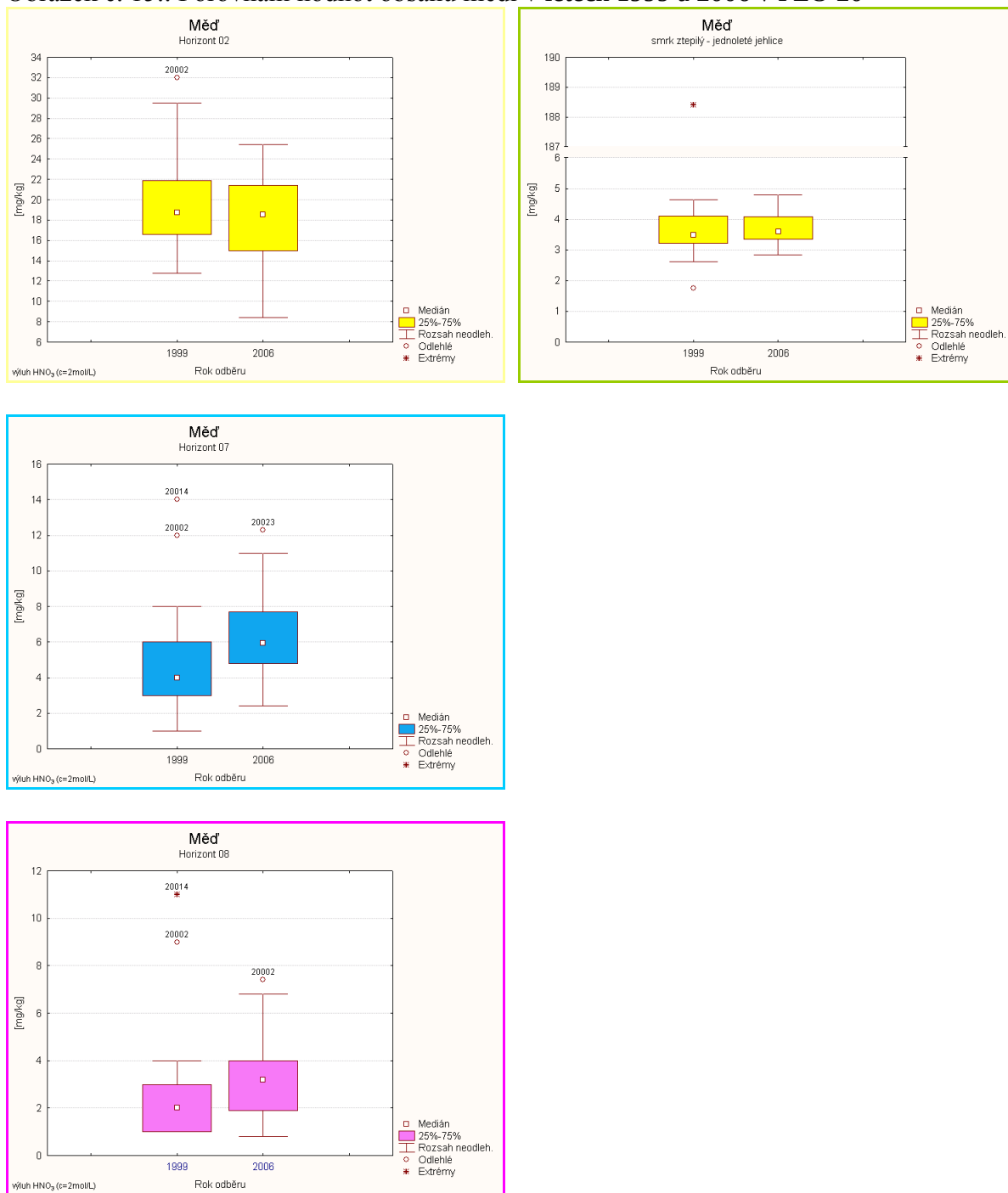
Obrázek č. 13.: Porovnání hodnot obsahů hořčíku v letech 1999 a 2006 v PLO 20



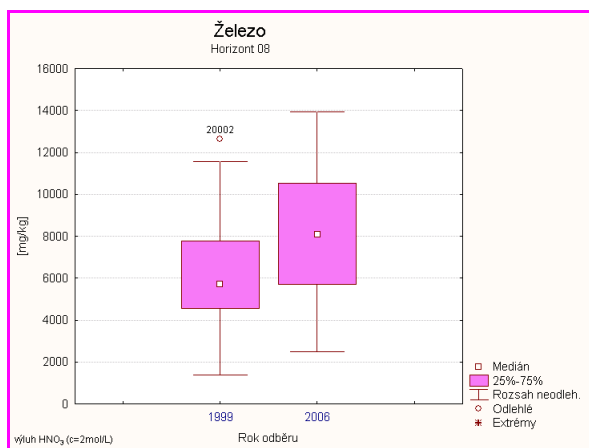
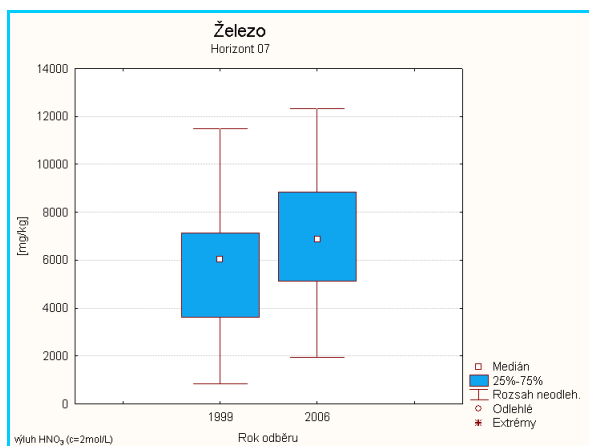
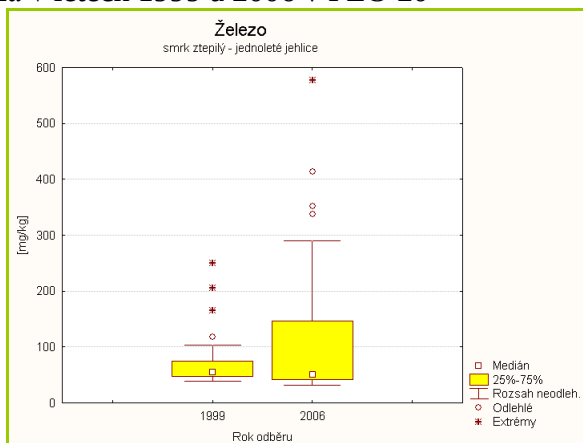
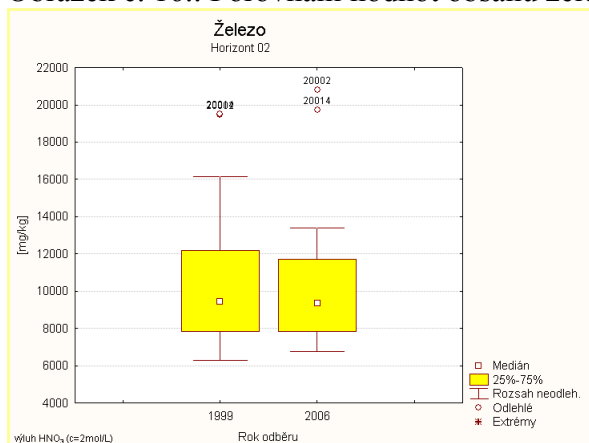
Obrázek č. 14.: Porovnání hodnot obsahů vápníku v letech 1999 a 2006 v PLO 20



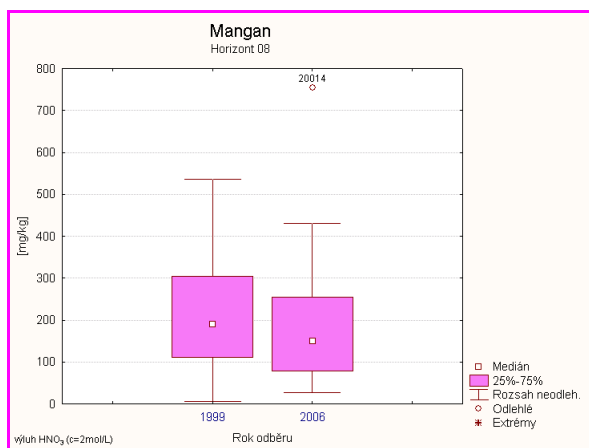
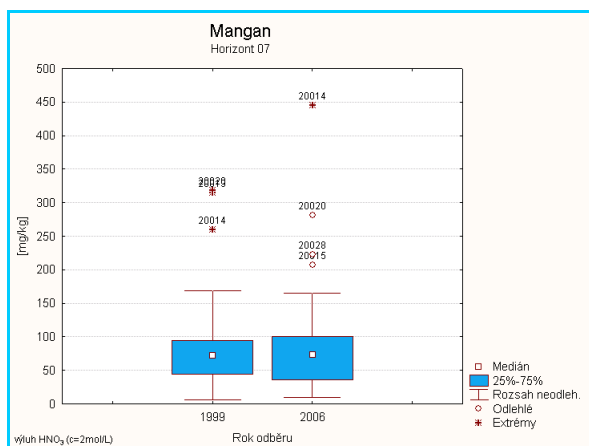
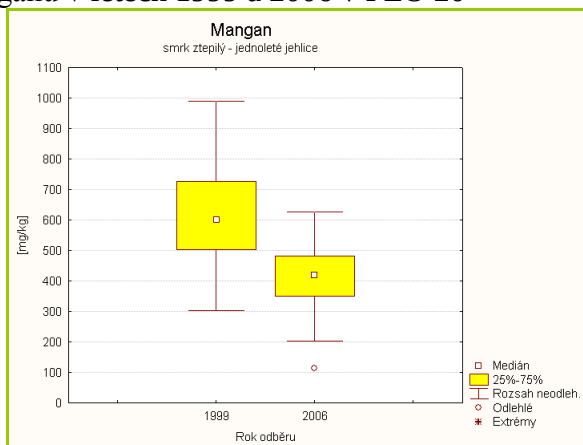
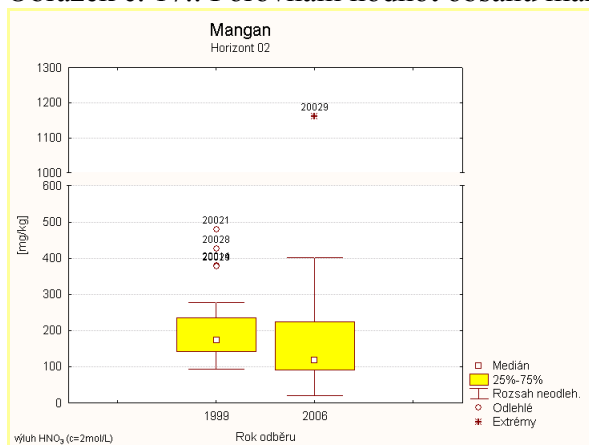
Obrázek č. 15.: Porovnání hodnot obsahu mědi v letech 1999 a 2006 v PLO 20



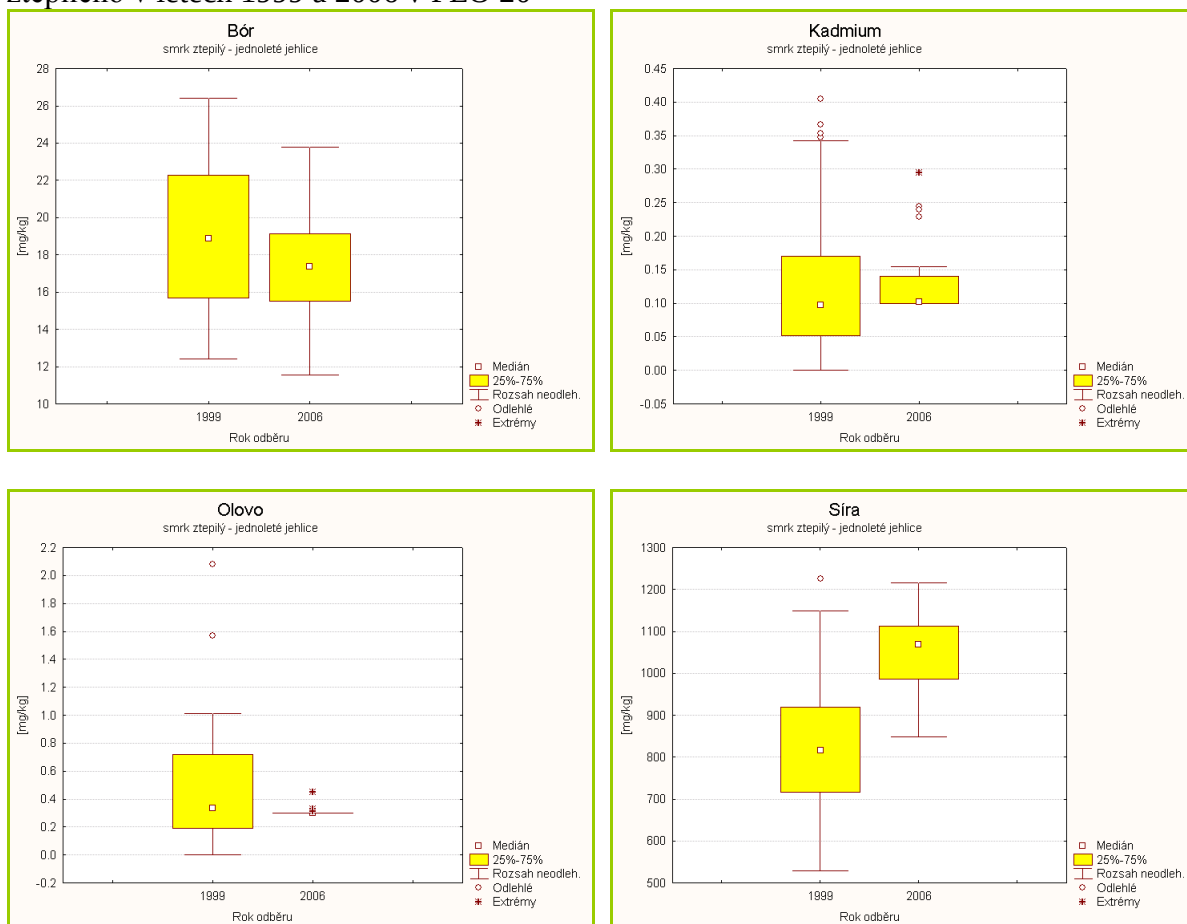
Obrázek č. 16.: Porovnání hodnot obsahů železa v letech 1999 a 2006 v PLO 20



Obrázek č. 17.: Porovnání hodnot obsahu manganu v letech 1999 a 2006 v PLO 20



Obrázek č. 18: Porovnání hodnot obsahů vybraných prvků v jednoletých jehlicích smrku ztepilého v letech 1999 a 2006 v PLO 20



3.4. Celkové hodnocení výsledků

3.4.1. Hodnocení půdního prostředí

Půdní reakce nadložního organického horizontu je klasifikována jako silně kyselá. Je zde rovněž zjištěno vysoké a nerovnoměrné nasycení dusíkem. Obsah fosforu je na dobré úrovni. Nedostatečná zásoba se projevuje u draslíku a vápníku a ve 40 % vzorků též u hořčíku. Vysoké jsou zde obsahy hliníku, železa a olova. Obsah chromu je na střední úrovni.

Silně kyselá reakce je charakteristická i pro minerální horizonty. Na rozdíl od nasycení nadložního horizontu je zde nedostatek dusíku. Nízké obsahy jsou zjištěny i u ostatních biogenních prvků – fosforu, především ve spodní části profilu a u vápníku, draslíku a hořčíku v obou minerálních horizontech. Jedná se především o přístupné formy těchto živin. V minerálních horizontech nejsou zjištěny vysoké obsahy těžkých kovů s výjimkou olova, jehož obsah se zmenšuje úměrně s hloubkou profilu a chromu, který je ve spodinách mírně vyšší.

3.4.2. Zhodnocení úrovně výživy u smrku ztepilého

Hlavní živiny – dusík, fosfor a draslík mají v jednoletých jehlicích vysoké obsahy a ve dvouletých nízké. Podobná je situace u hořčíku, zatímco úroveň výživy vápníkem je nízká v jednoletých a dobrá ve dvouletých jehlicích. Velmi nízké jsou obsahy síry a železa.

Nepřirozený poměr ve výživě jednoletých jehlic je zjištěn v případě K/Ca S/Ca a to především díky nízkým obsahům vápníku.

4. Návrh opatření

Doporučení pro obnovu některými dřevinami.
Podle Ing. Jana Materny CSc.

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.
- 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
- 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

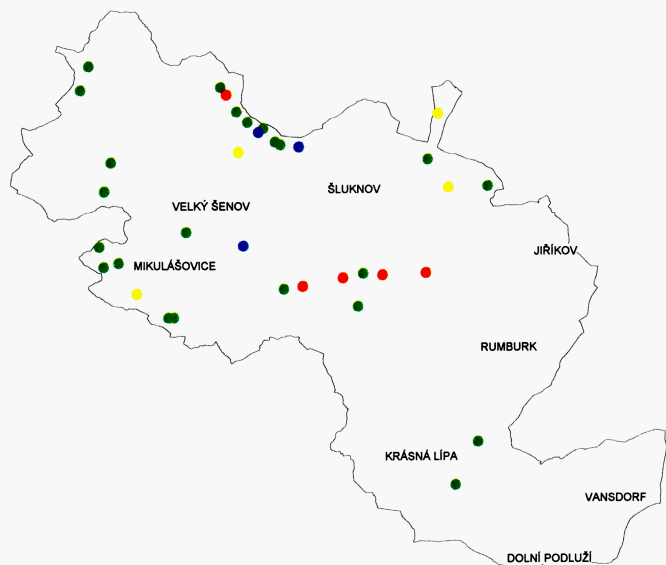
6. Grafické a mapové přílohy

Grafické přílohy obsahují základní statistické vyhodnocení, tabulky četností a sloupcové grafy pro zjišťované chemické analýzy půdních vzorků. Dále jsou zde uvedeny zpracované kartogramy vybraných analýz v jednotlivých půdních horizontech a v asimilačních orgánech smrku ztepilého.

Poloha odběrných míst v PLO č. 20 Lužická pahorkatina

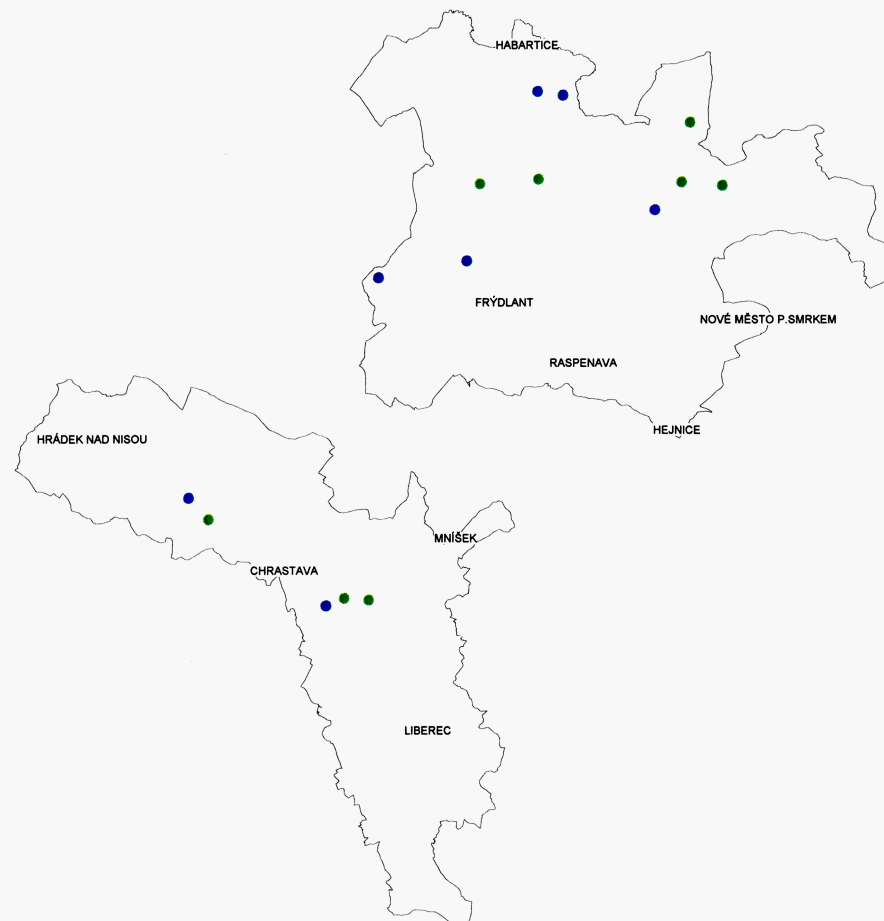


Obsah dusíku v nadložním humusovém horizontu 02

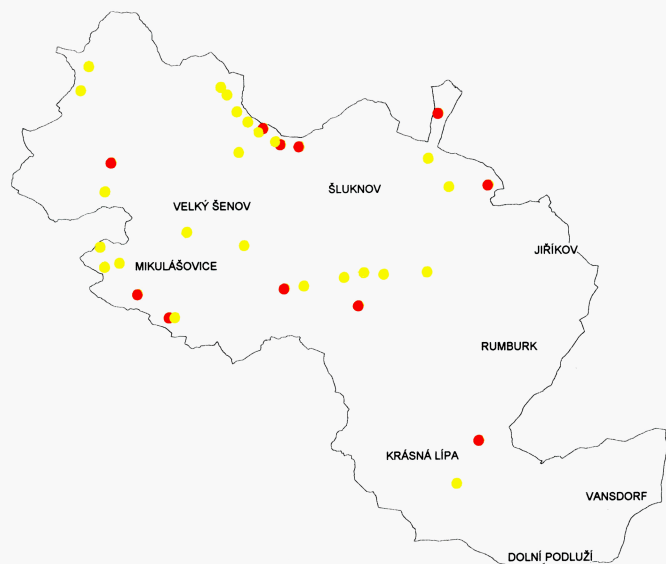


Legenda (%)

- 0,60 a méně
- 0,61 – 1,00
- 1,01 – 1,40
- 1,41 – 1,80
- 1,81 a více

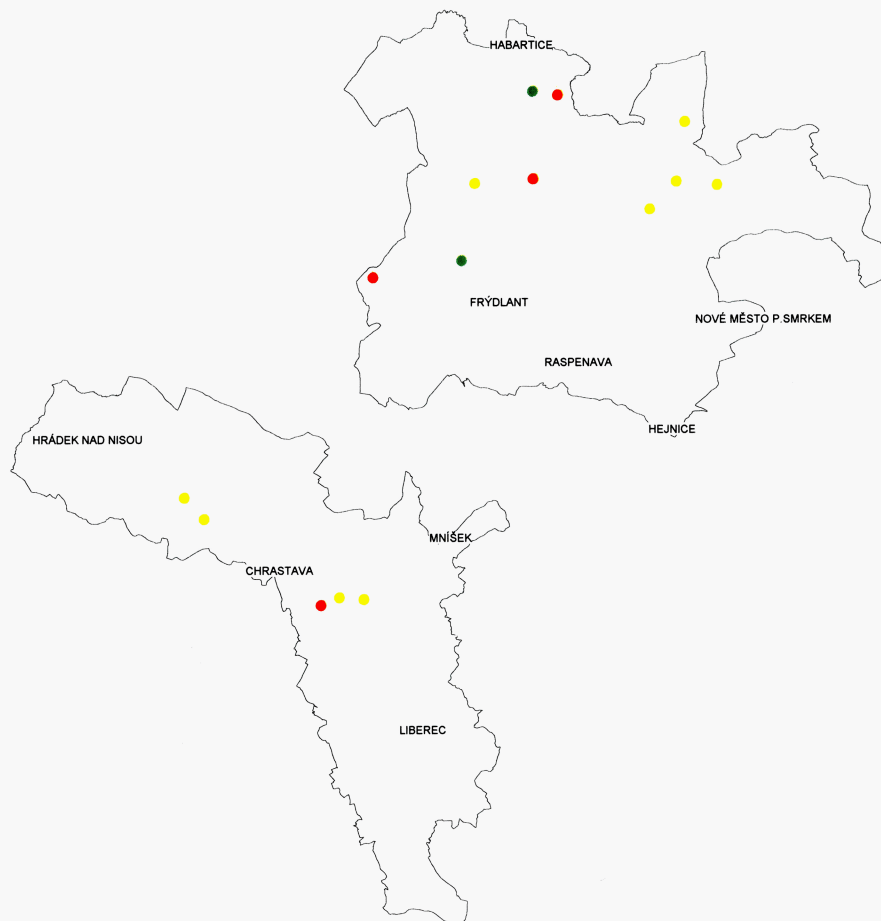


Obsah vápníku v nadložním humusovém horizontu 02

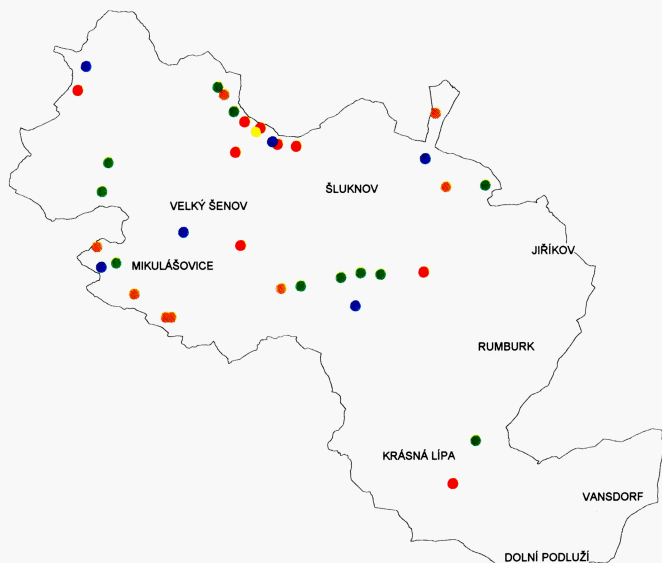


Legenda (mg/kg)

- 1000 a méně
- 1001 – 2000
- 2001 – 3000
- 3001 – 4000
- 4001 a více

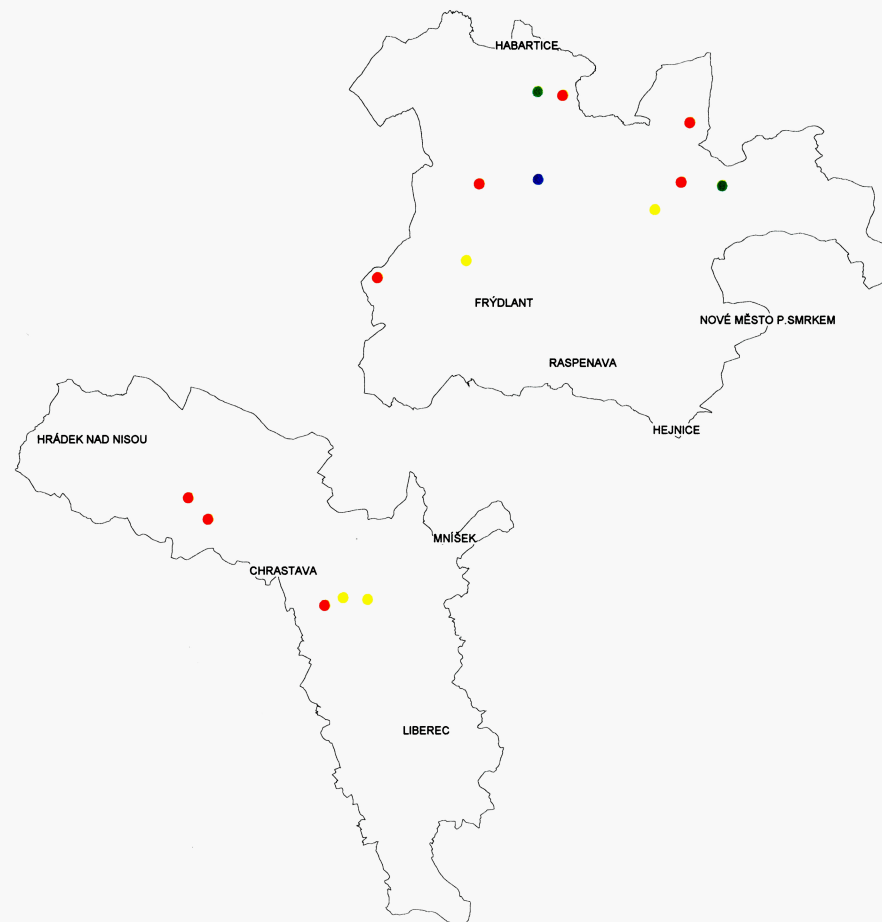


Obsah hořčíku v nadložním humusovém horizontu 02

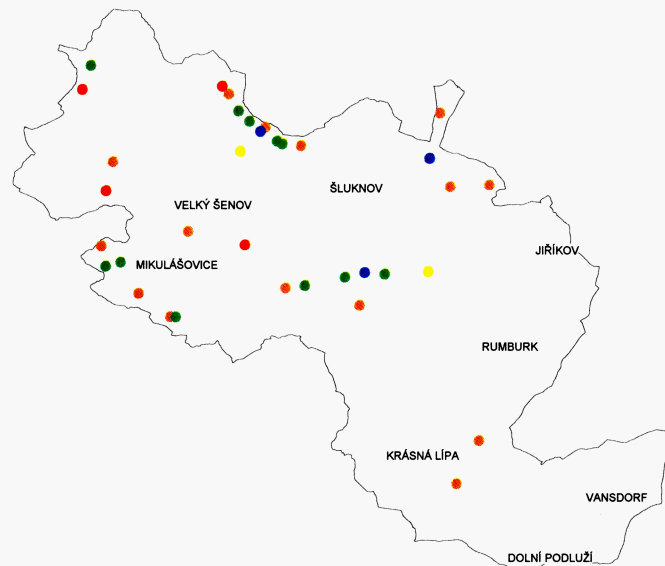


Legenda (mg/kg)

- 500 a méně
- 501 – 750
- 751 – 1000
- 1001 – 1250
- 1251 a více

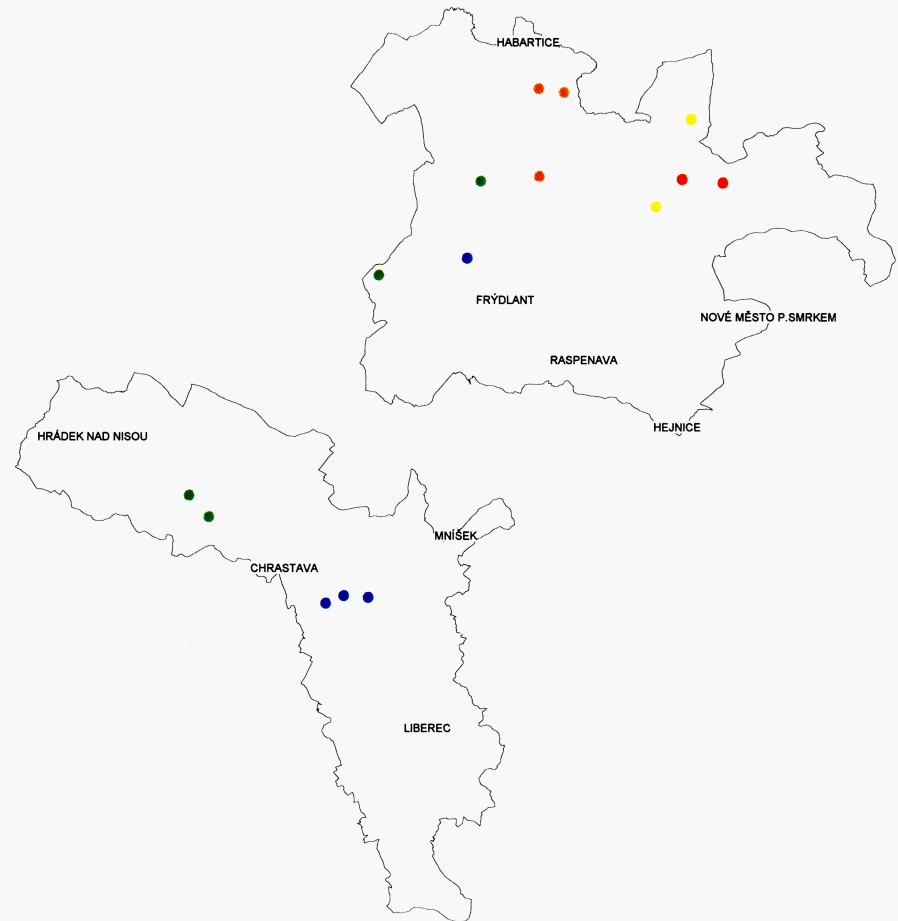


Obsah manganu v nadložním humusovém horizontu 02

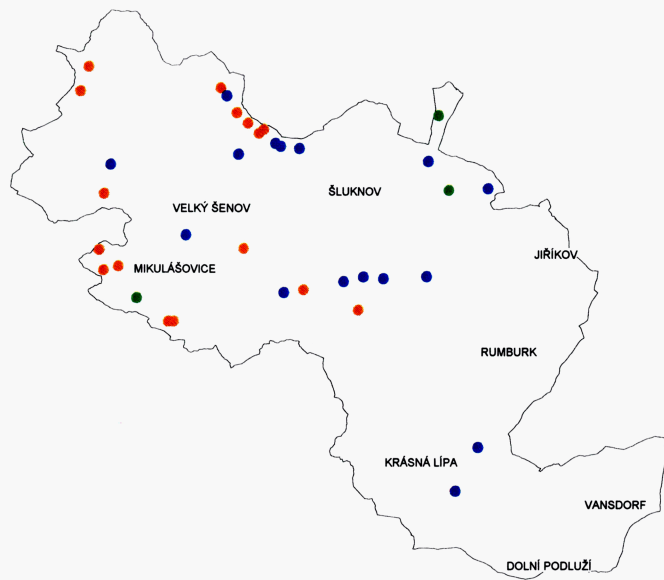


Legenda (mg/kg)

- 40 a méně
- 41 – 80
- 81 – 120
- 121 – 160
- 161 a více

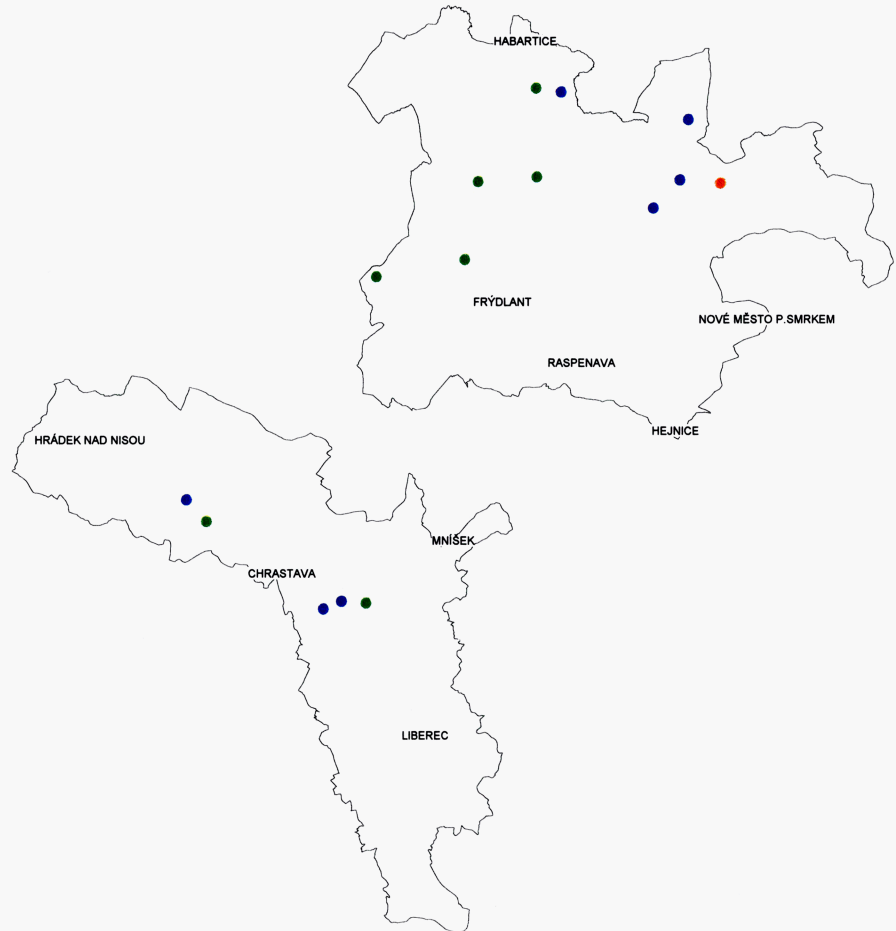


Obsah olova v nadložním humusovém horizontu 02

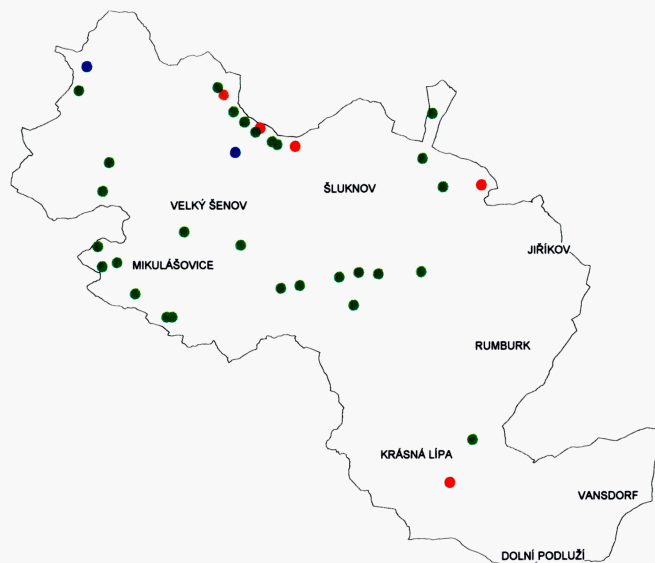


Legenda (mg/kg)

- 20,0 a méně
- 20,1 – 40,0
- 40,1 – 80,0
- 80,1 – 120,0
- 120,1 a více

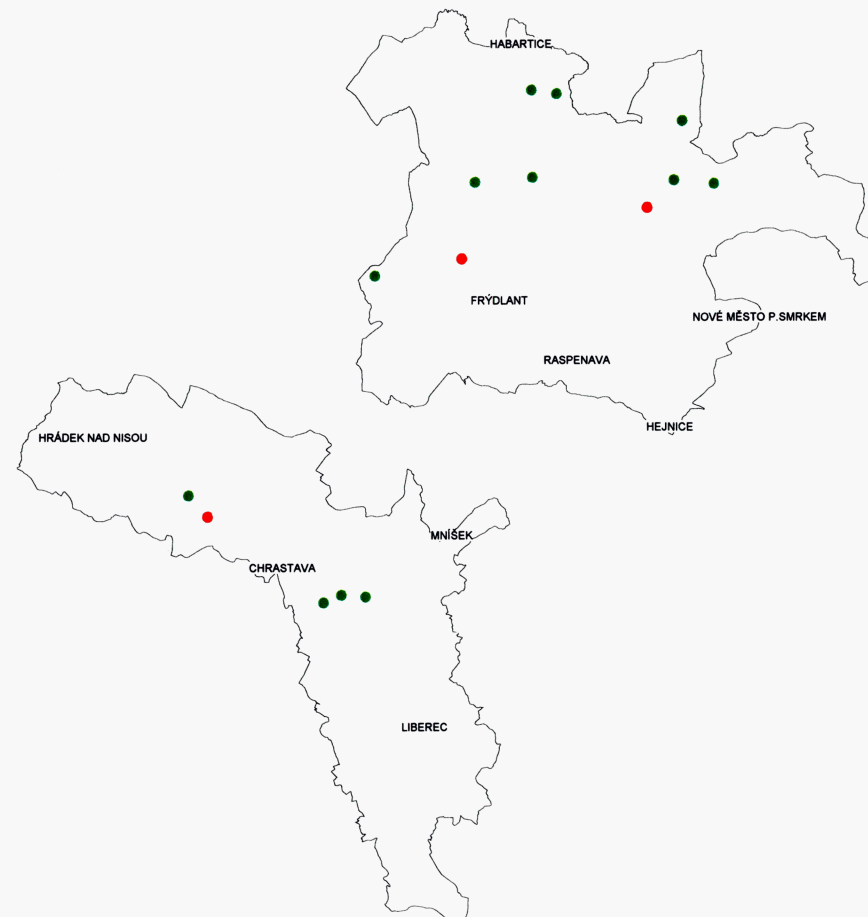


Obsah chrómu v nadložním humusovém horizontu 02

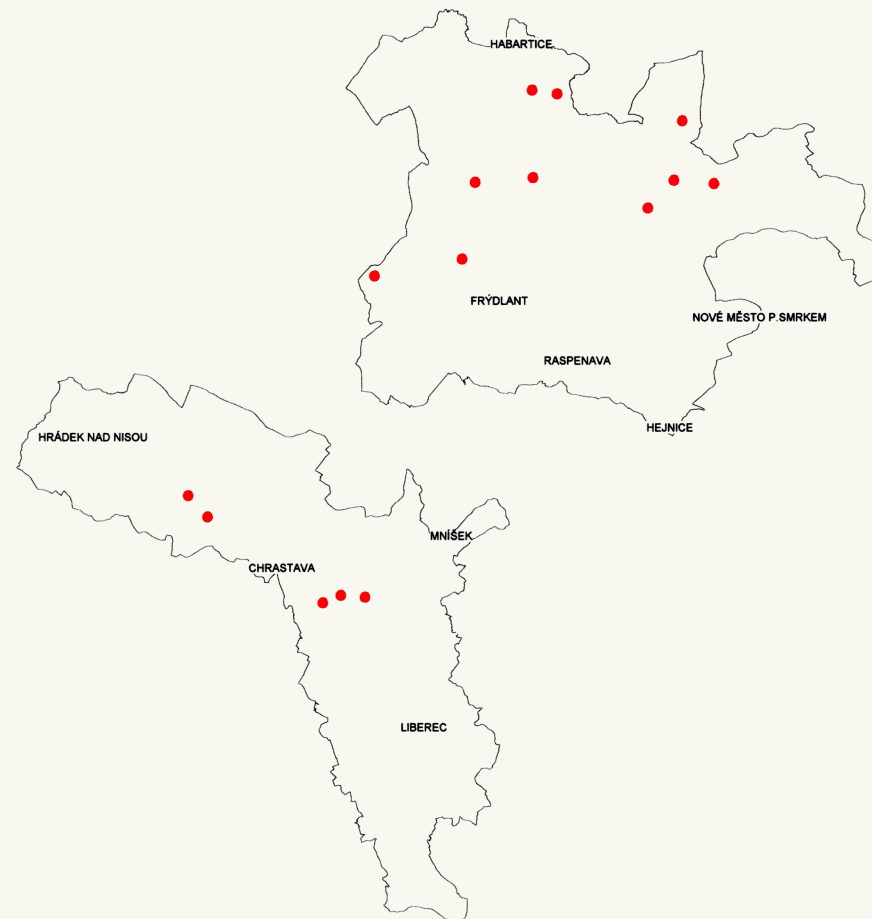
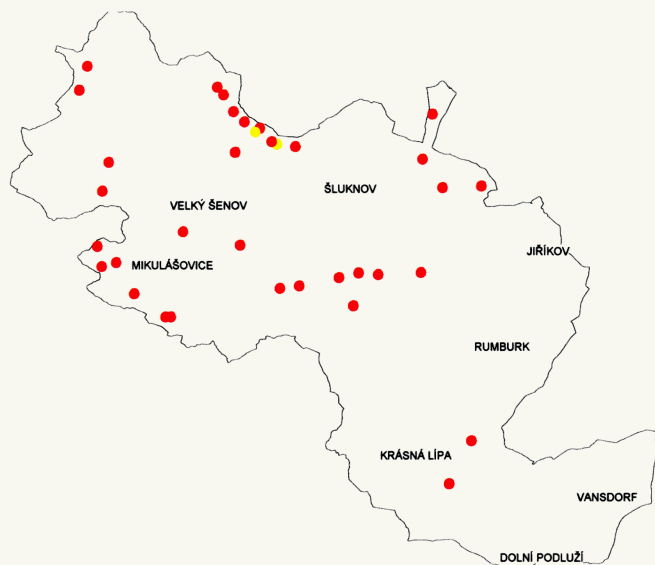


Legenda (mg/kg)

- 5,0 a méně
- 5,1 – 10,0
- 10,1 – 20,0
- 20,1 – 30,0
- 30,1 a více



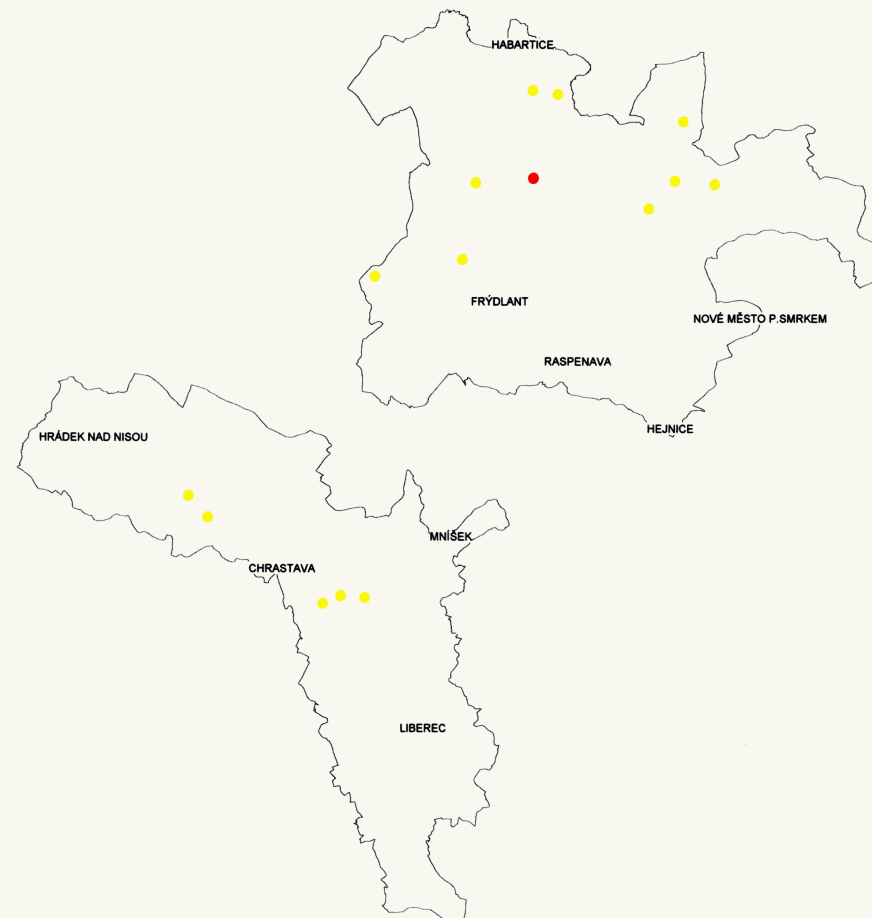
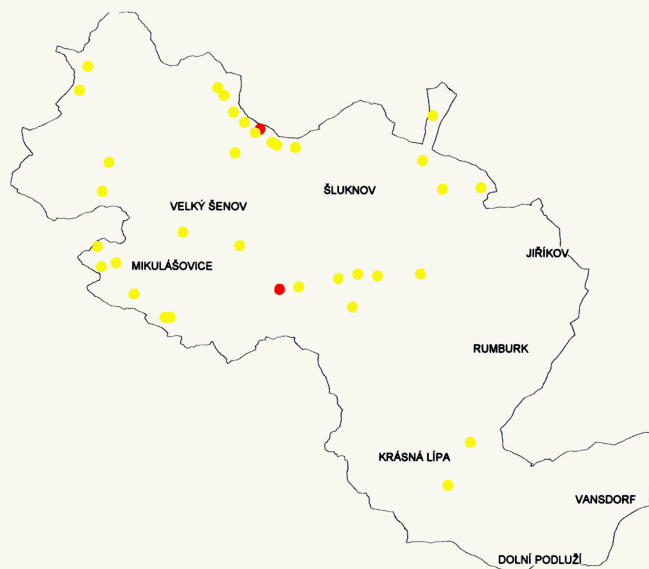
Výměnné pH v půdním minerálním horizontu 07



Legenda

- 3,0 a méně
- 3,1 – 4,0
- 4,1 – 5,0
- 5,1 – 6,0
- 6,1 a více

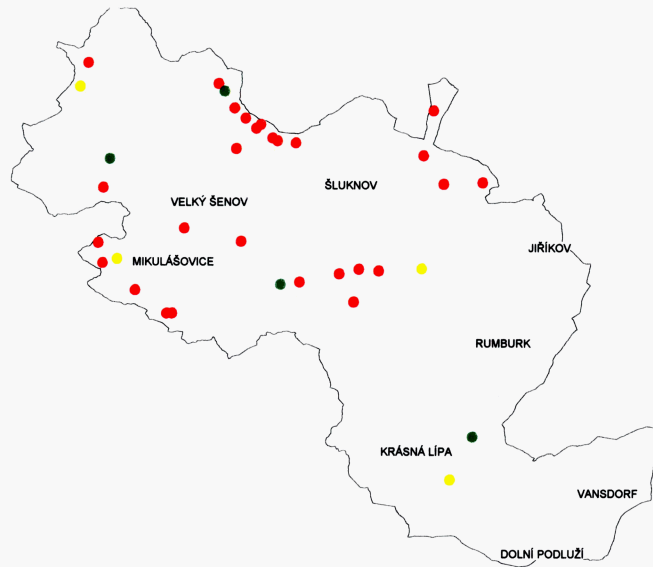
Obsah vápníku v půdním minerálním horizontu 07



Legenda (mg/kg)

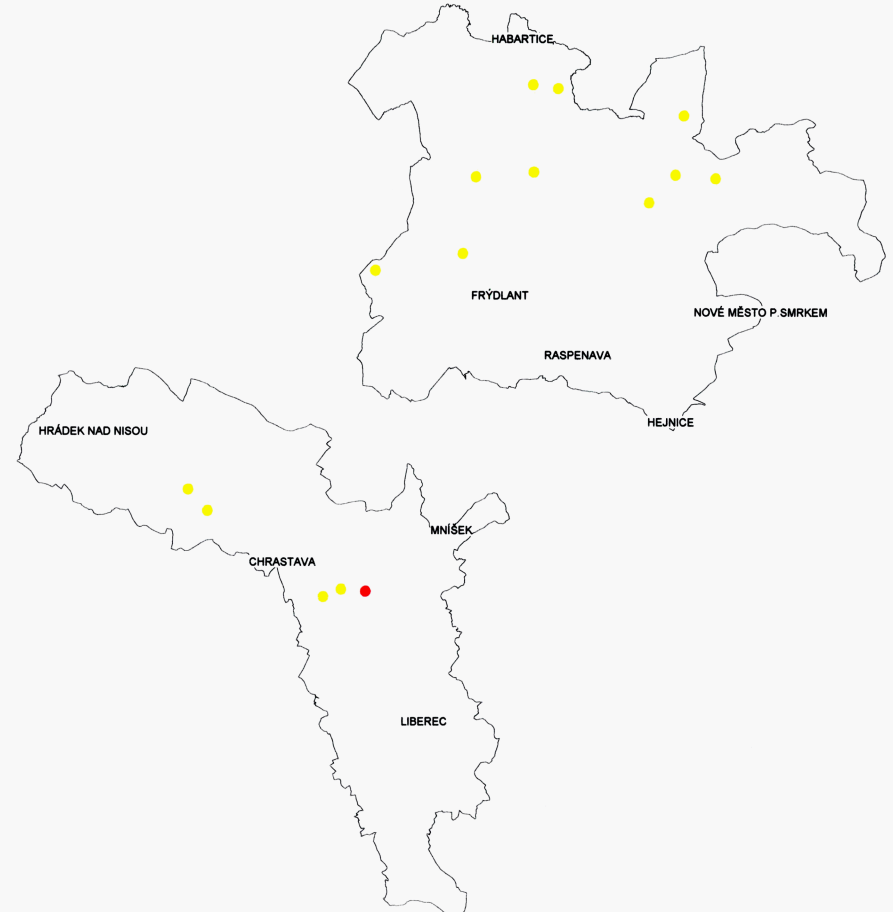
- 150 a méně
- 151 – 400
- 401 – 650
- 651 – 900
- 901 a více

Obsah hořčíku v půdním minerálním horizontu 07

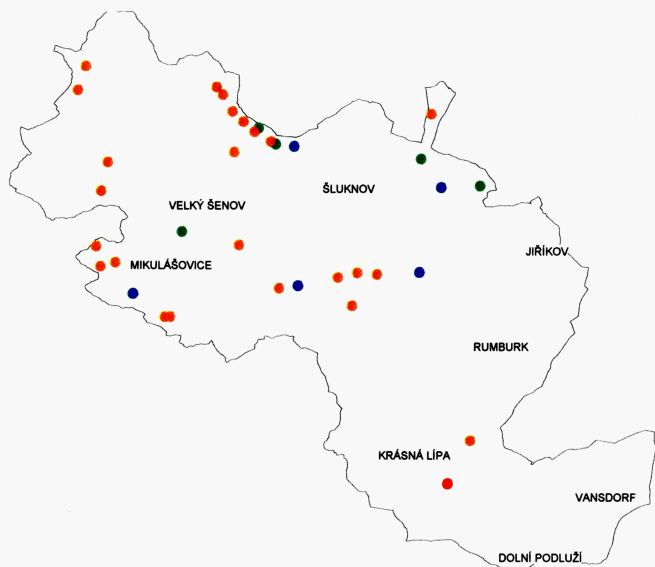


Legenda (mg/kg)

- 20 a méně
- 21 – 40
- 41 – 90
- 91 – 180
- 181 a více

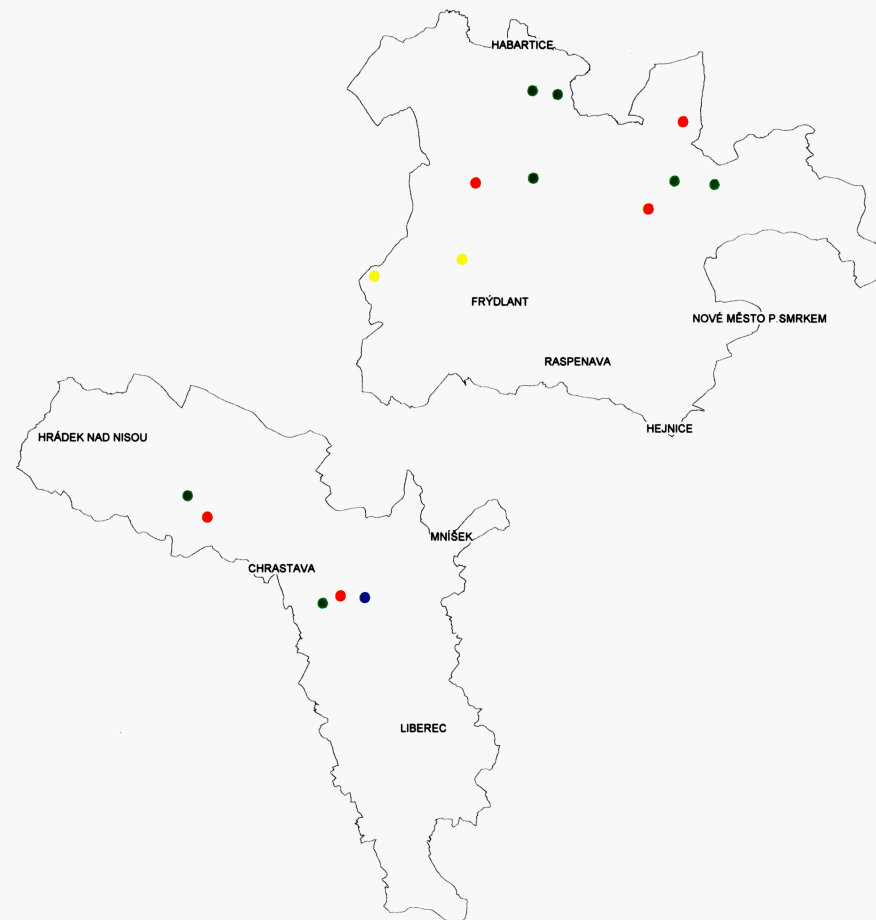


Obsah chrómu v půdním minerálním horizontu 07

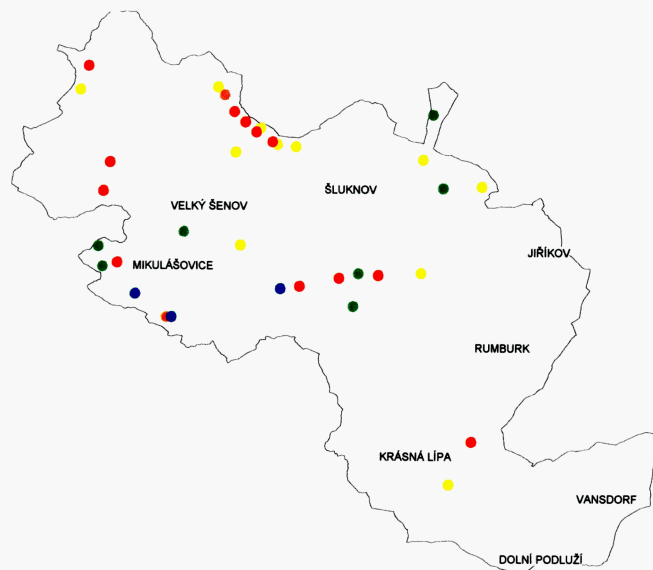


Legenda (mg/kg)

- 1,5 a méně
- 1,6 – 3,0
- 3,1 – 4,5
- 4,6 – 6,0
- 6,1 a více

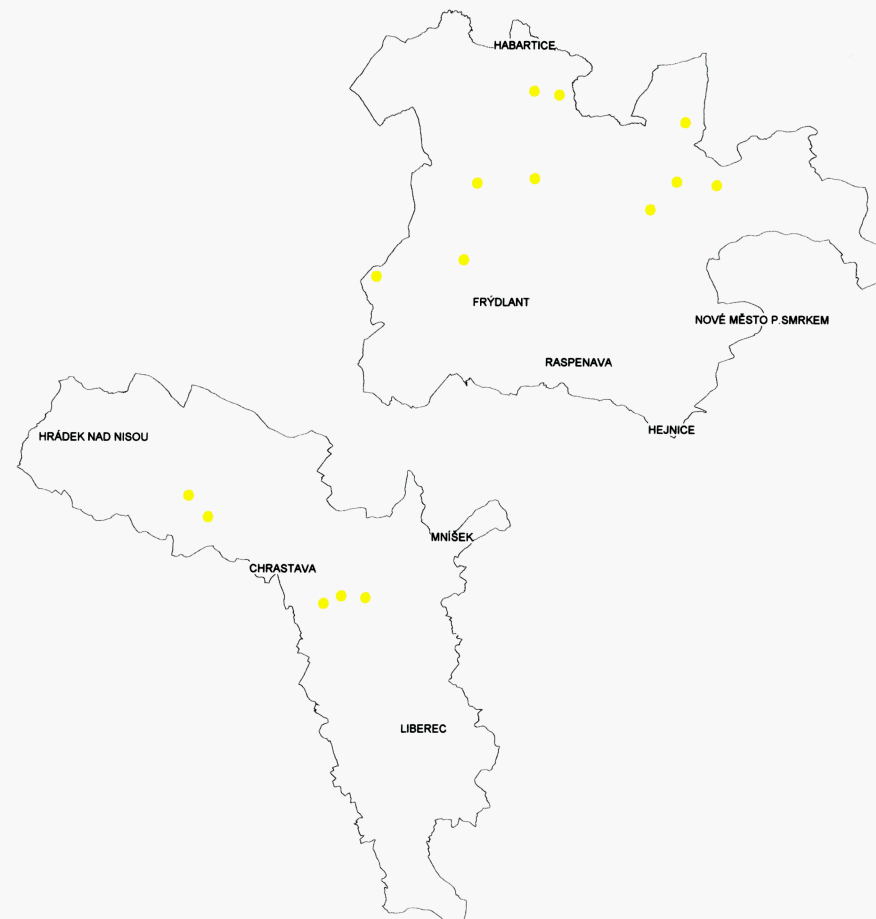


Obsah zinku v půdním minerálním horizontu 07

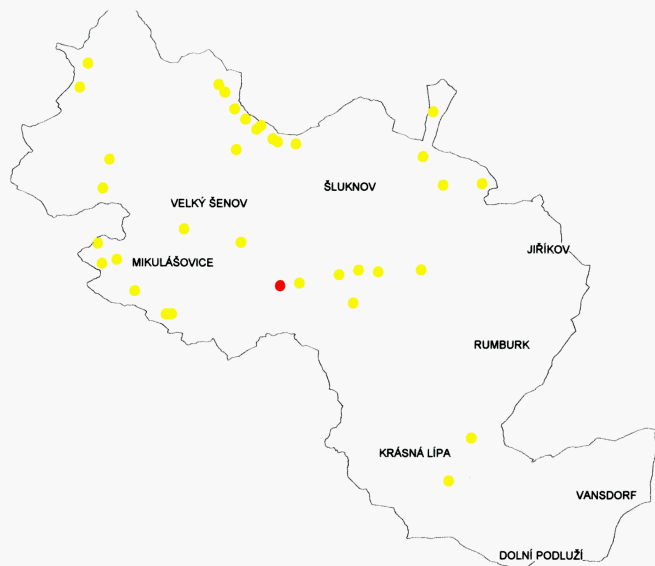


Legenda (mg/kg)

- 10,0 a méně
- 10,1 – 15,0
- 15,1 – 20,0
- 20,1 – 30,0
- 30,1 a více

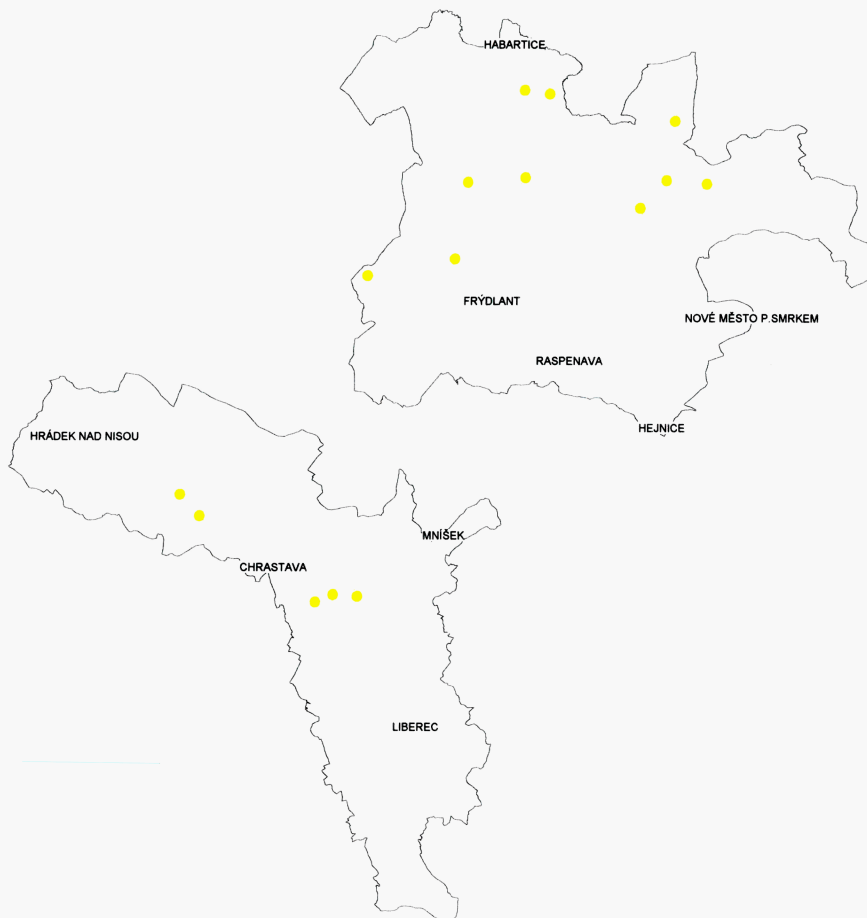


Nasycení bázemi v půdním minerálním horizontu 07

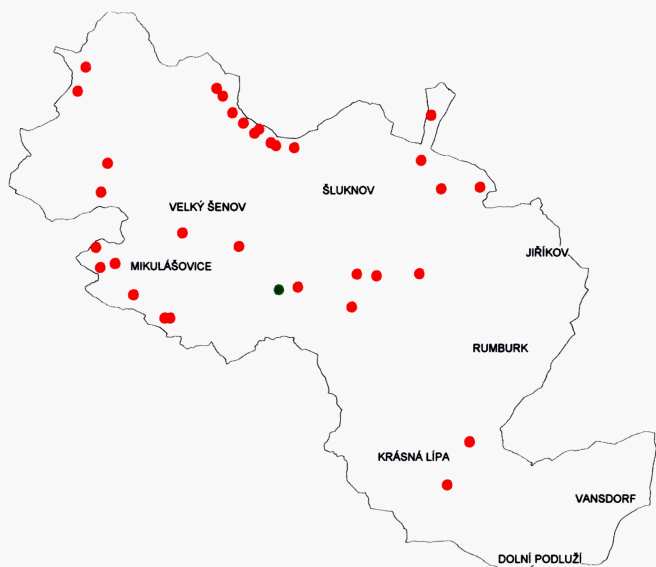


Legenda (%)

- 20,00 a méně
- 20,01 – 35,00
- 35,01 – 50,00
- 50,01 – 65,00
- 65,01 a více

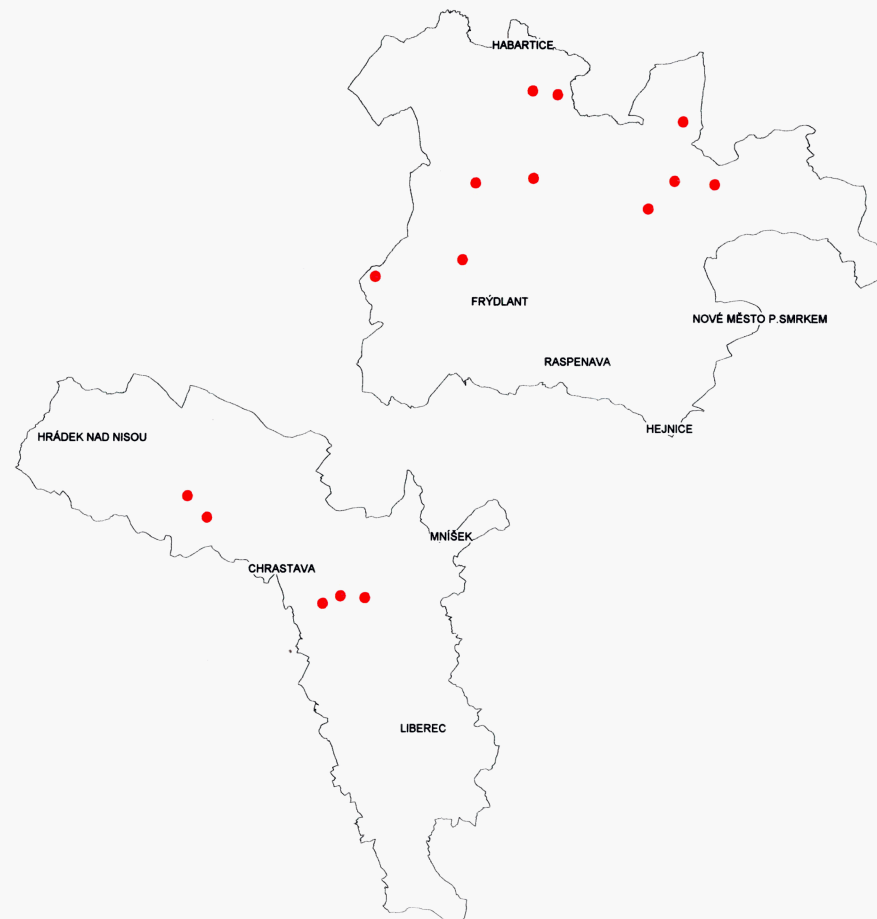


Výměnné pH v půdním minerálním horizontu 08

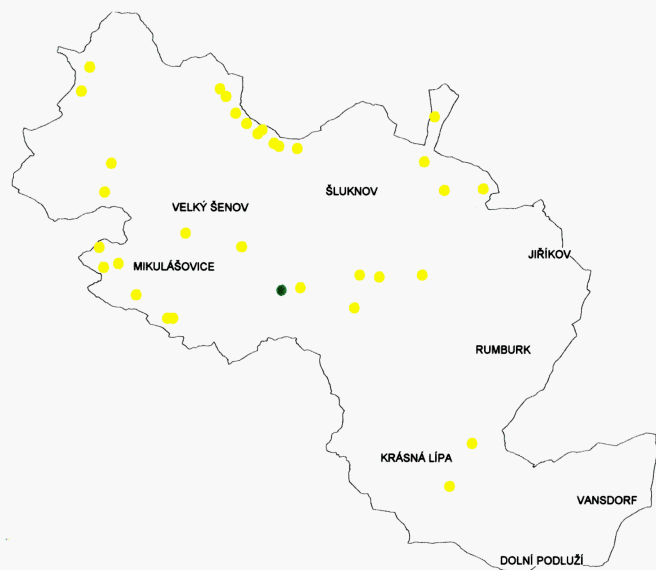


Legenda

- 3,0 a méně
- 3,1 – 4,0
- 4,1 – 5,0
- 5,1 – 6,0
- 6,1 a více

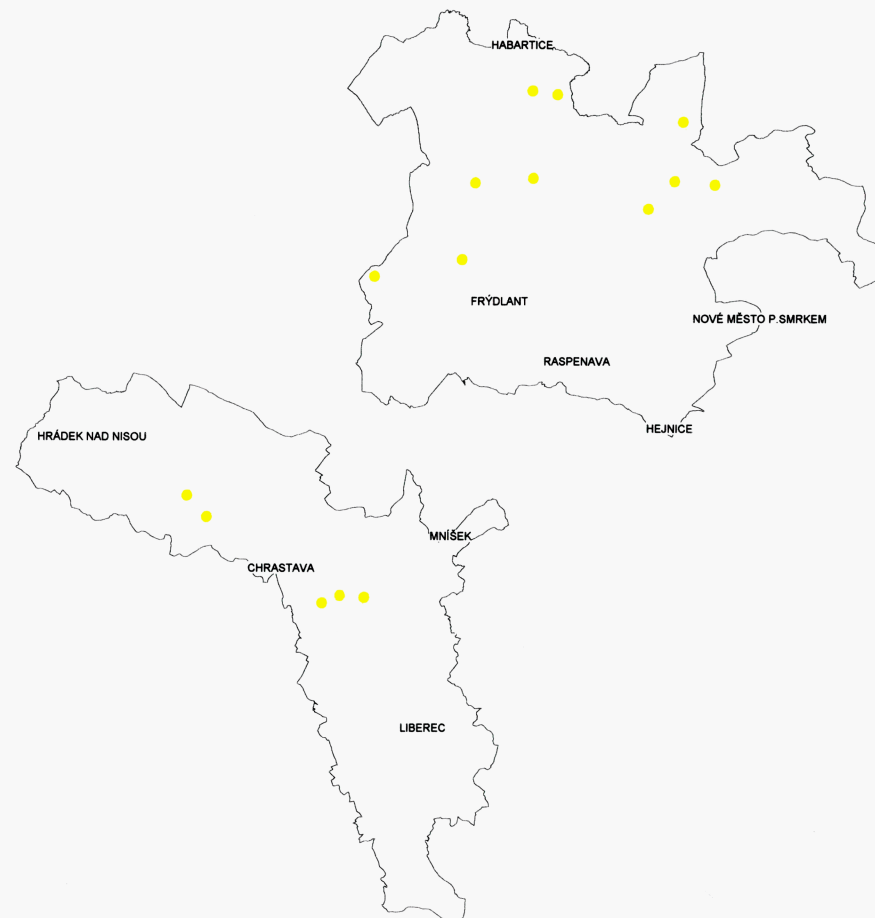


Obsah vápníku v půdním minerálním horizontu 08

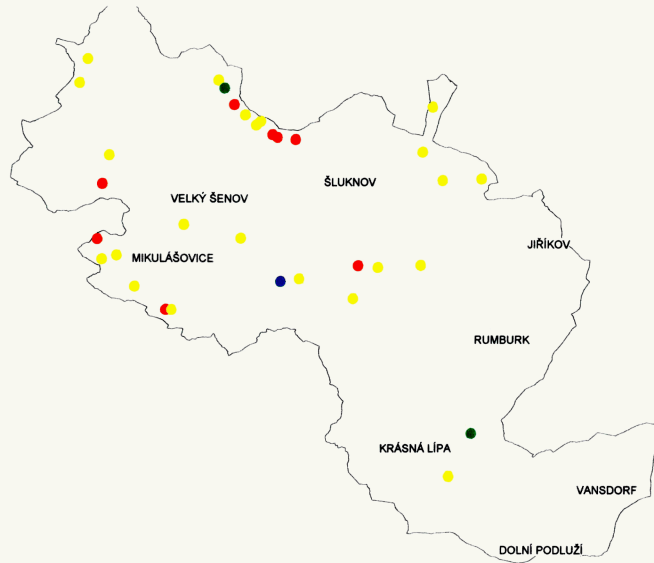


Legenda (mg/kg)

- 150 a méně
- 151 – 400
- 401 – 650
- 651 – 900
- 901 a více

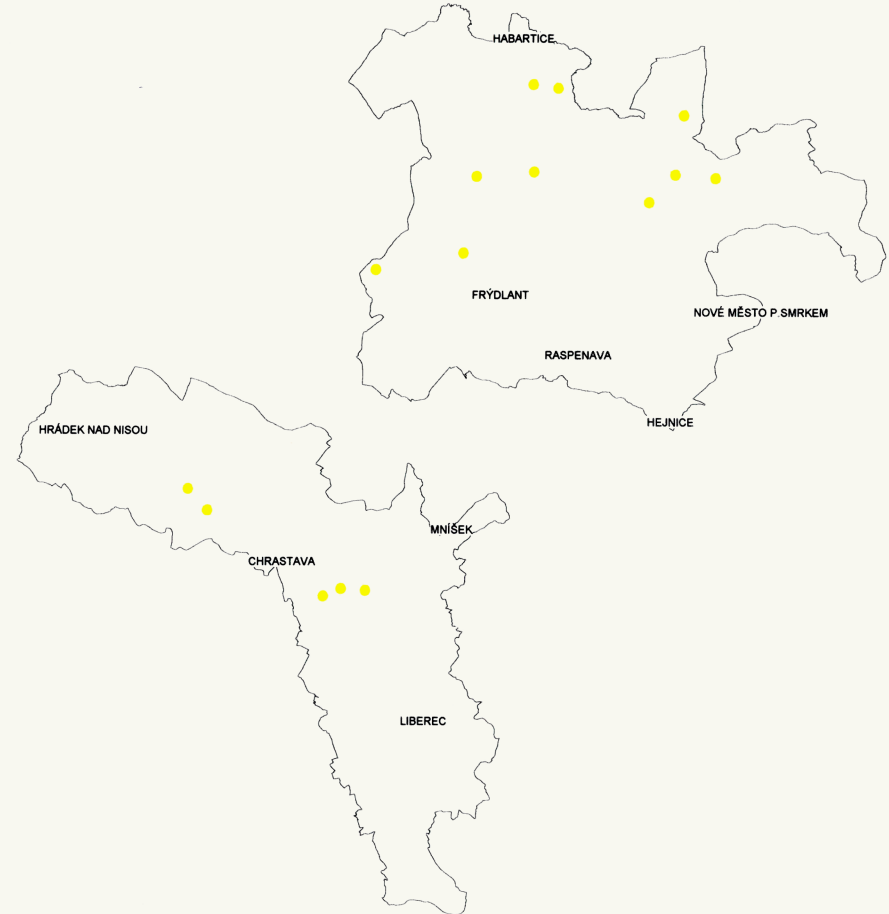


Obsah hořčíku v půdním minerálním horizontu 08

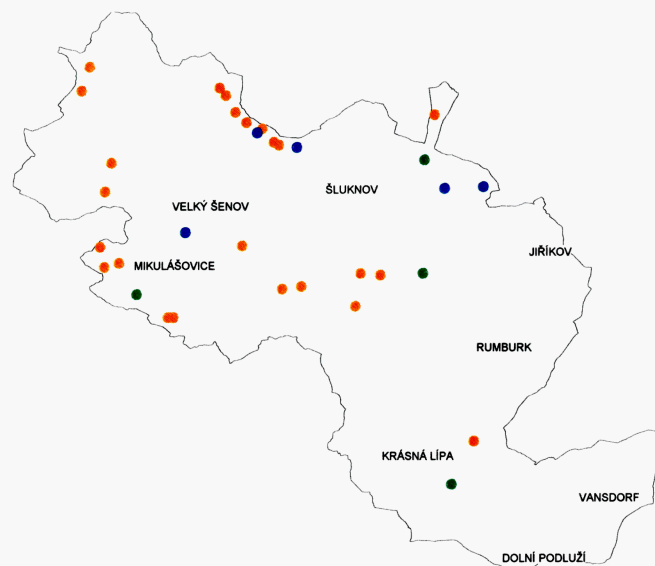


Legenda (mg/kg)

- 20 a méně
- 21 – 40
- 41 – 90
- 91 – 180
- 181 a více

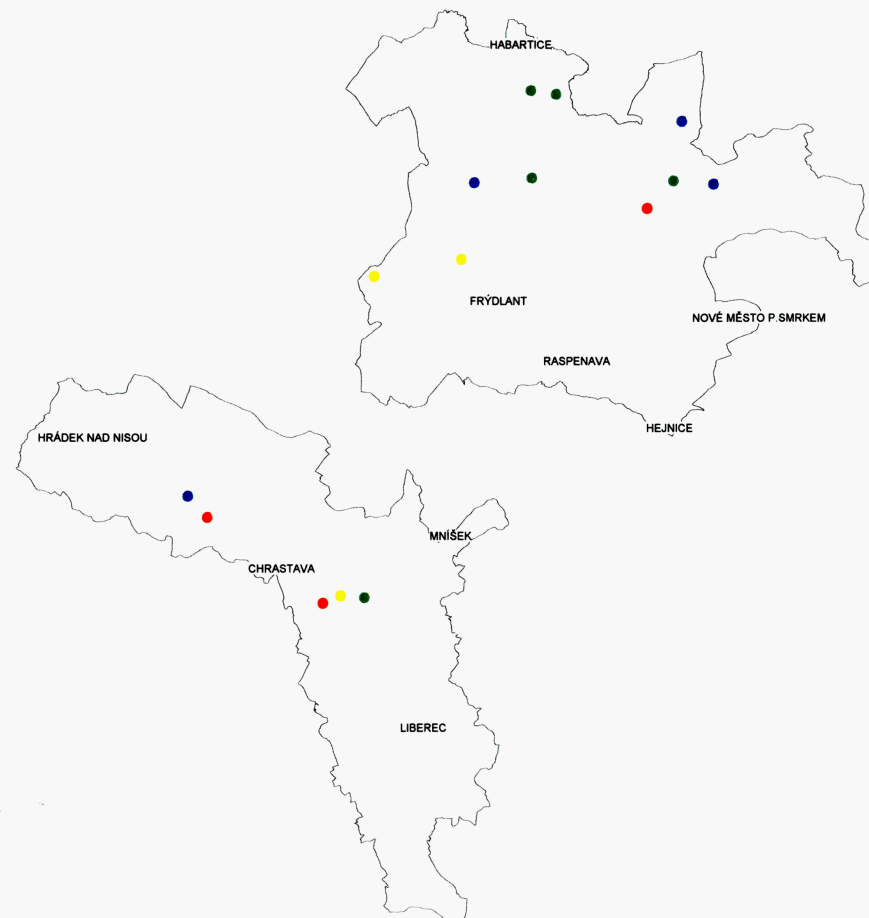


Obsah chrómu v půdním minerálním horizontu 08

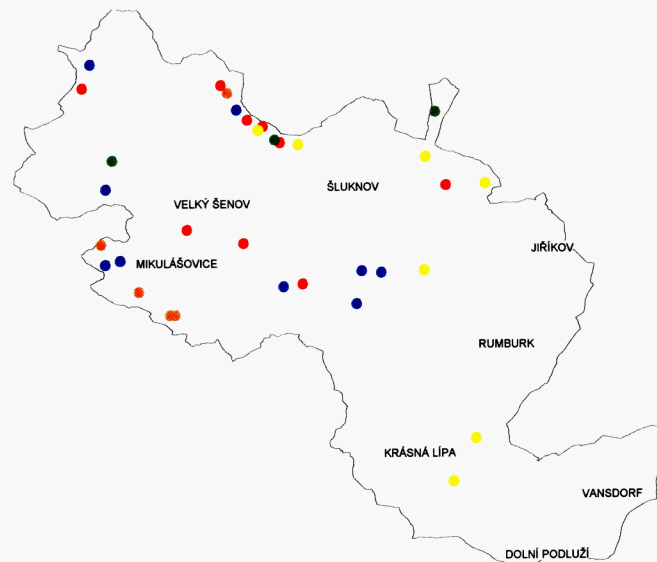


Legenda (mg/kg)

- 1,5 a méně
- 1,6 – 3,0
- 3,1 – 4,5
- 4,6 – 6,0
- 6,1 a více

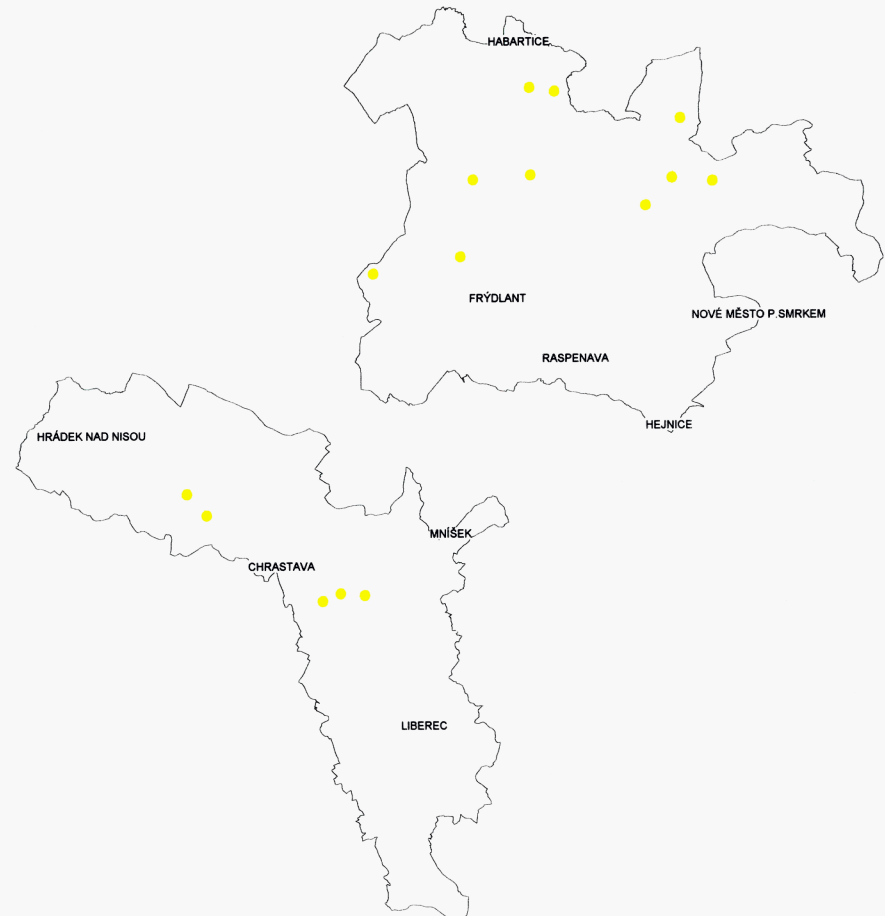


Obsah zinku v půdním minerálním horizontu 08

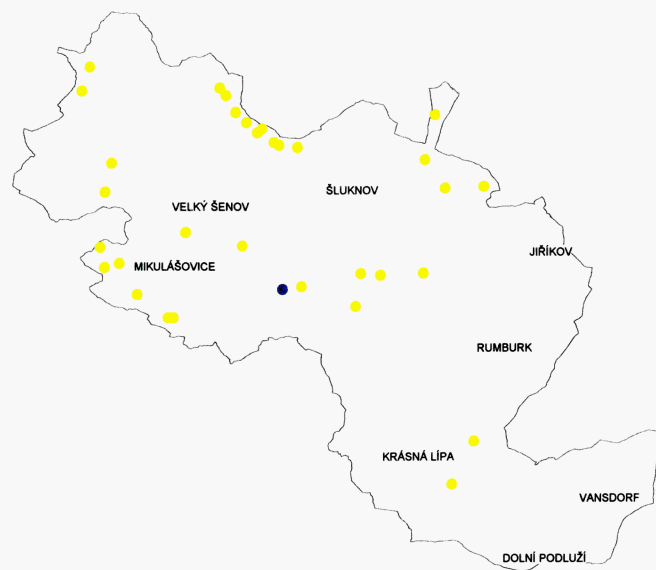


Legenda (mg/kg)

- 10,0 a méně
- 10,1 – 15,0
- 15,1 – 20,0
- 20,1 – 30,0
- 30,1 a více

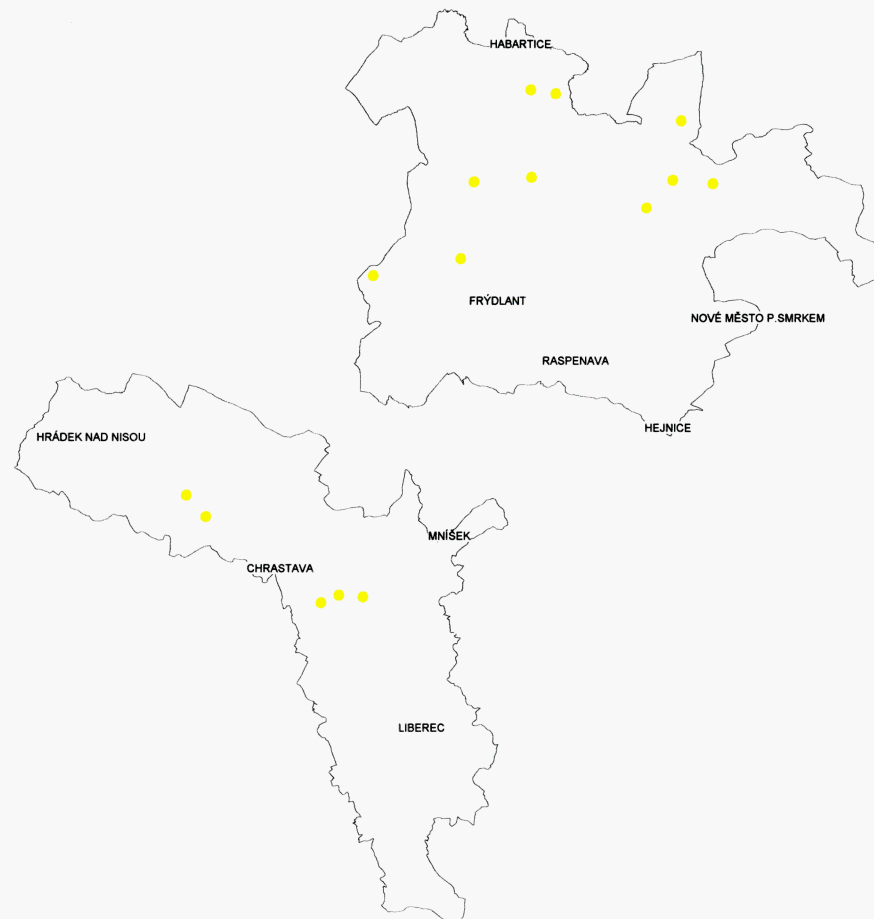


Nasycení bázemi v půdním minerálním horizontu 08

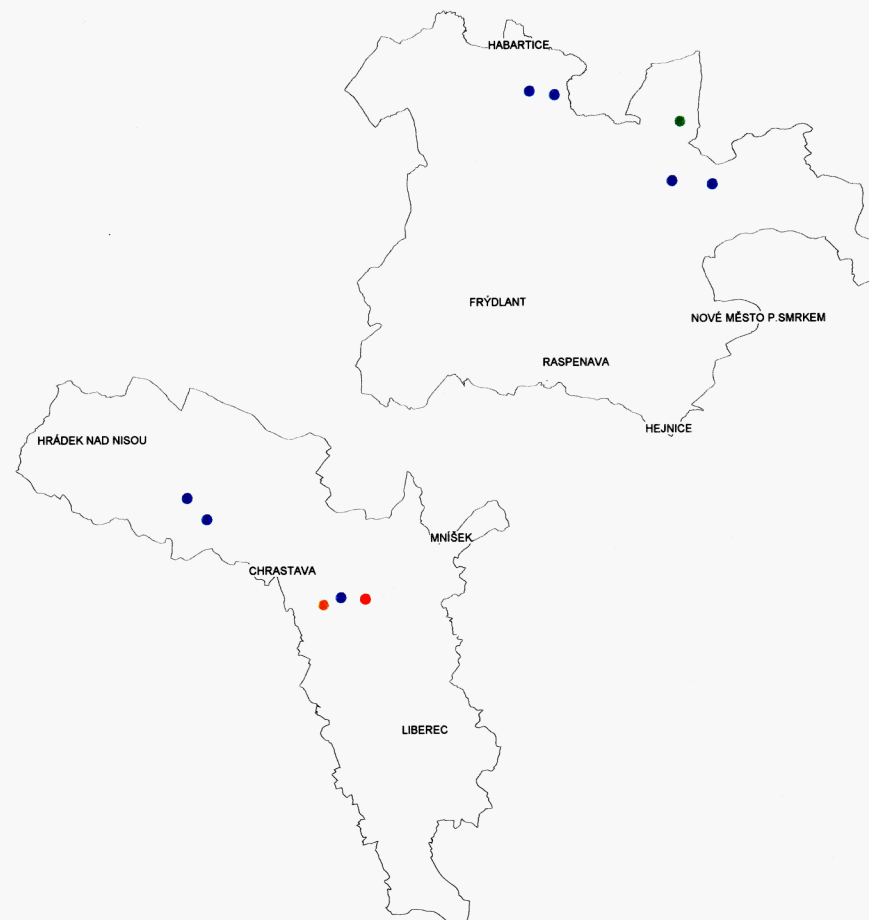
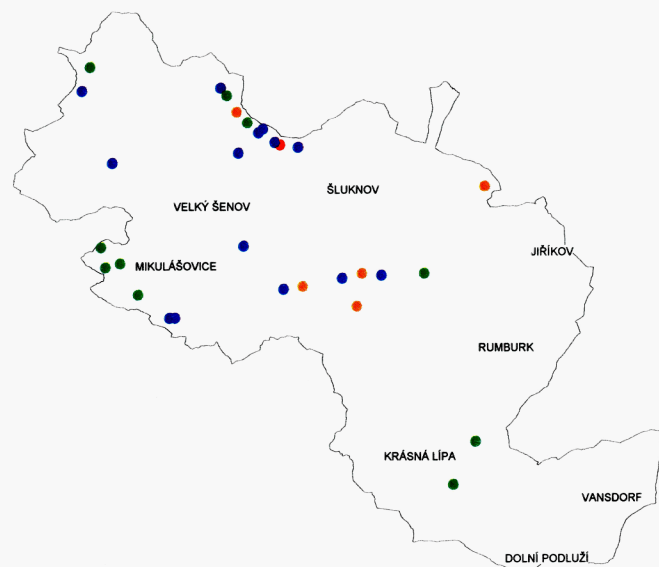


Legenda (%)

- 20,00 a méně
- 20,01 – 35,00
- 35,01 – 50,00
- 50,01 – 65,00
- 65,01 a více



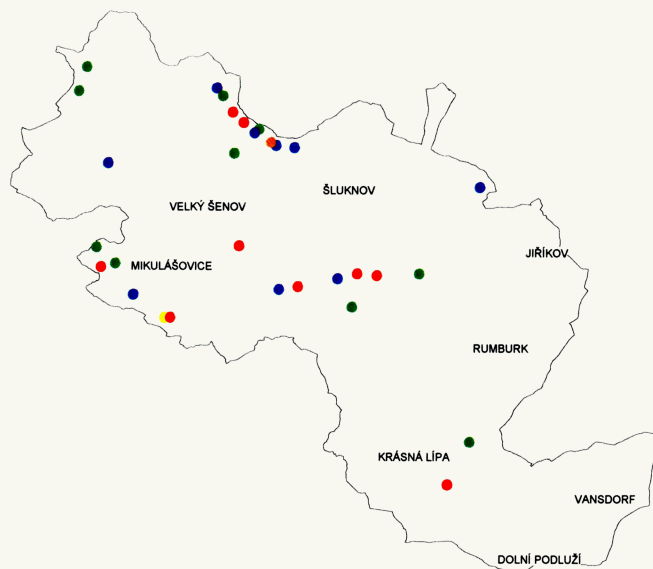
Obsah dusíku ve dvouletých jehlicích smrku ztepilého



Legenda (g/kg)

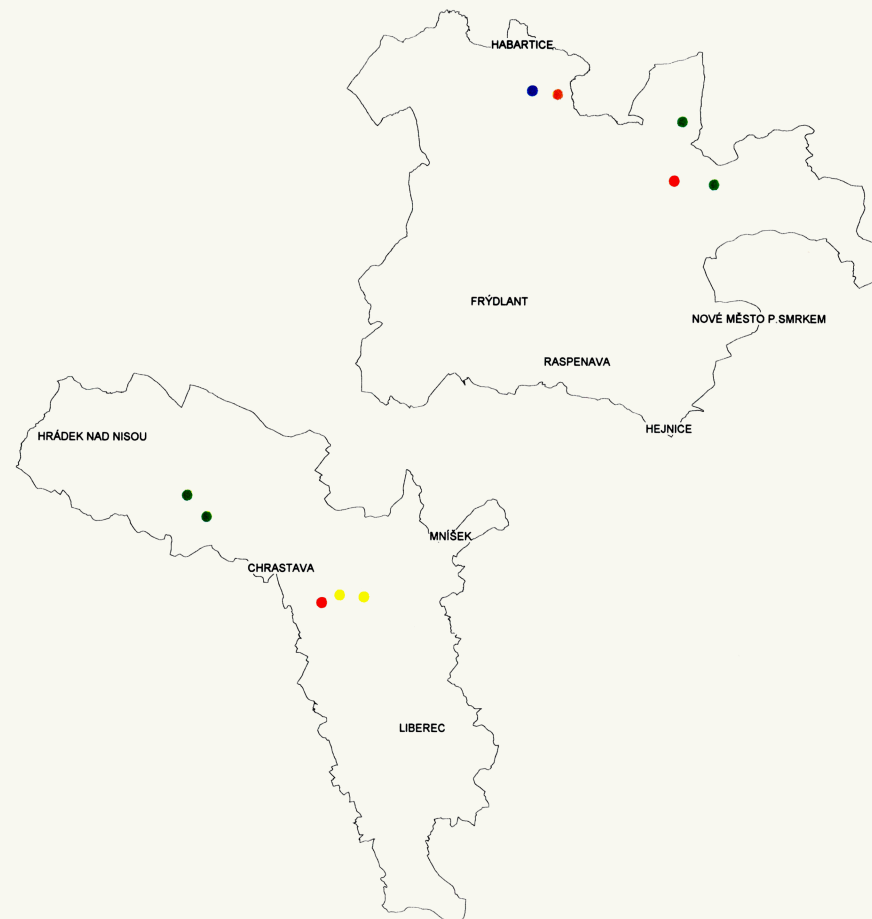
- 10,00 a méně
- 10,01 – 11,70
- 11,71 – 13,40
- 13,41 – 15,00
- 15,01 a více

Obsah vápníku ve dvouletých jehlicích smrku ztepilého

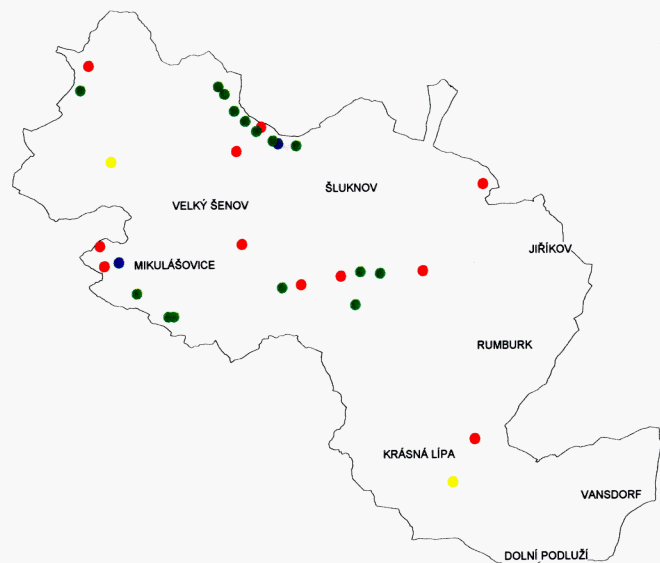


Legenda (mg/kg)

- 3050 a méně
- 3051 – 4390
- 4391 – 5730
- 5731 – 7070
- 7071 a více

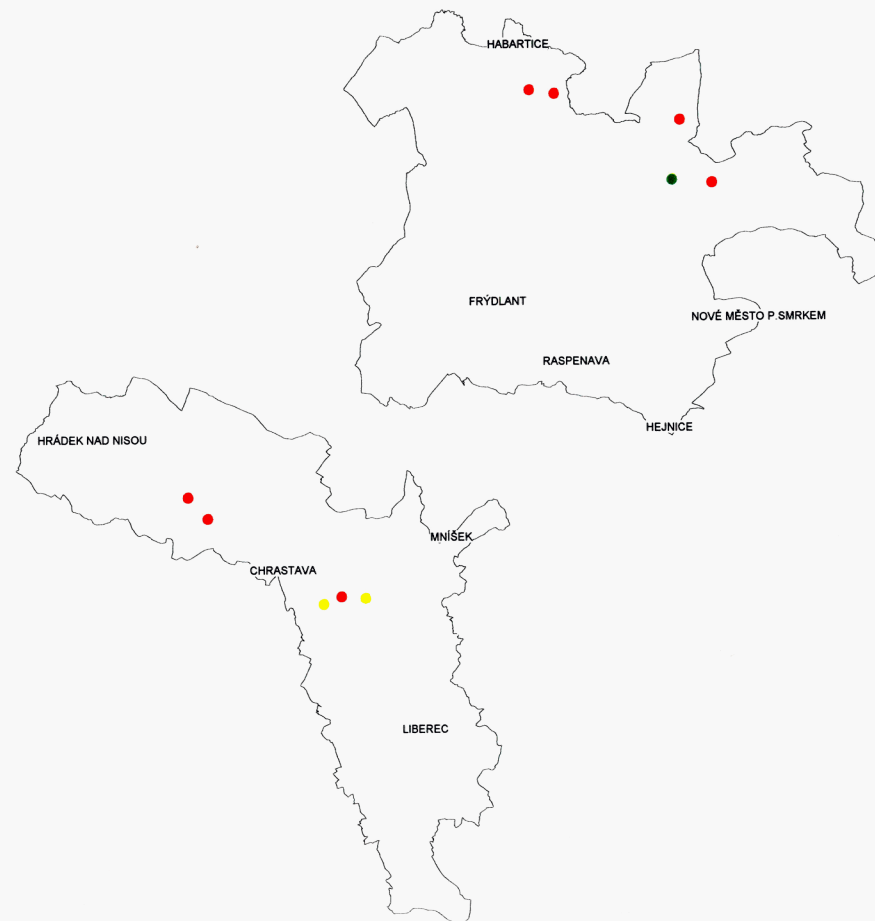


Obsah hořčíku ve dvouletých jehlicích smrku ztepilého

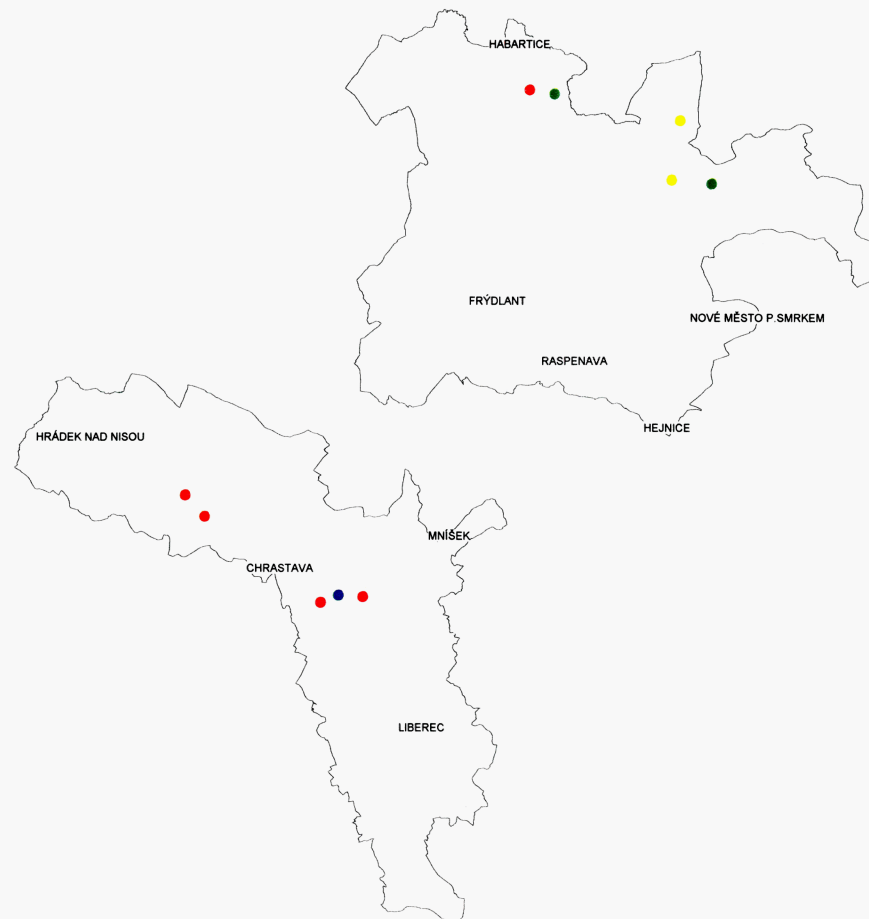
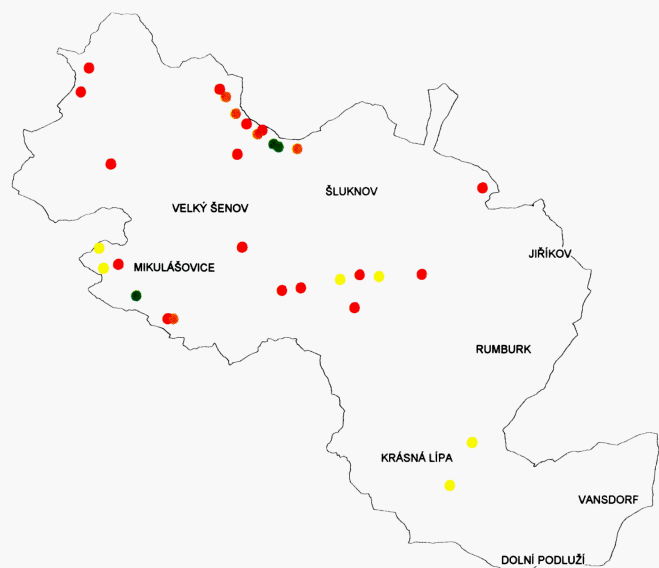


Legenda (mg/kg)

- 600 a méně
- 601 – 900
- 901 – 1200
- 1201 – 1500
- 1501 a více



Obsah chrómu ve dvouletých jehlicích smrku ztepilého



Legenda (mg/kg)

- 0,200 a méně
- 0,201 – 0,400
- 0,401 – 0,600
- 0,601 – 0,900
- 0,901 a více