



Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Oddělení bezpečnosti půdy a
lesnictví

Lesnická činnost – ÚKZÚZ Brno

Přehled dosavadní činnosti

Průzkum výživy lesa na území České republiky 1996 – 2011
Autorský kolektiv

Autoři:

Dr.Ing. Přemysl Fiala

Ing. Dušan Reininger

Ing. Tomáš Samek Ph.D.

Ing. Pavel Němec

Ing. Aleš Sušil

Recenzenti:

Prof.Ing. Alois Prax, CSc.

Ing. Josef Balek

Dr.Ing. Jaromír Macků

Literární rešerše

Němec Antonín: Hnojení lesních kultur, Brázda, Praha 1950

Svoboda Pravdomil: Život lesa, Brázda, Praha 1952

Němec Antonín. Meliorace degradovaných lesních půd, Státní zemědělské nakladatelství Praha 1956

Materna Jan: Výživa a hnojení lesních porostů, Státní zemědělské nakladatelství Praha 1963

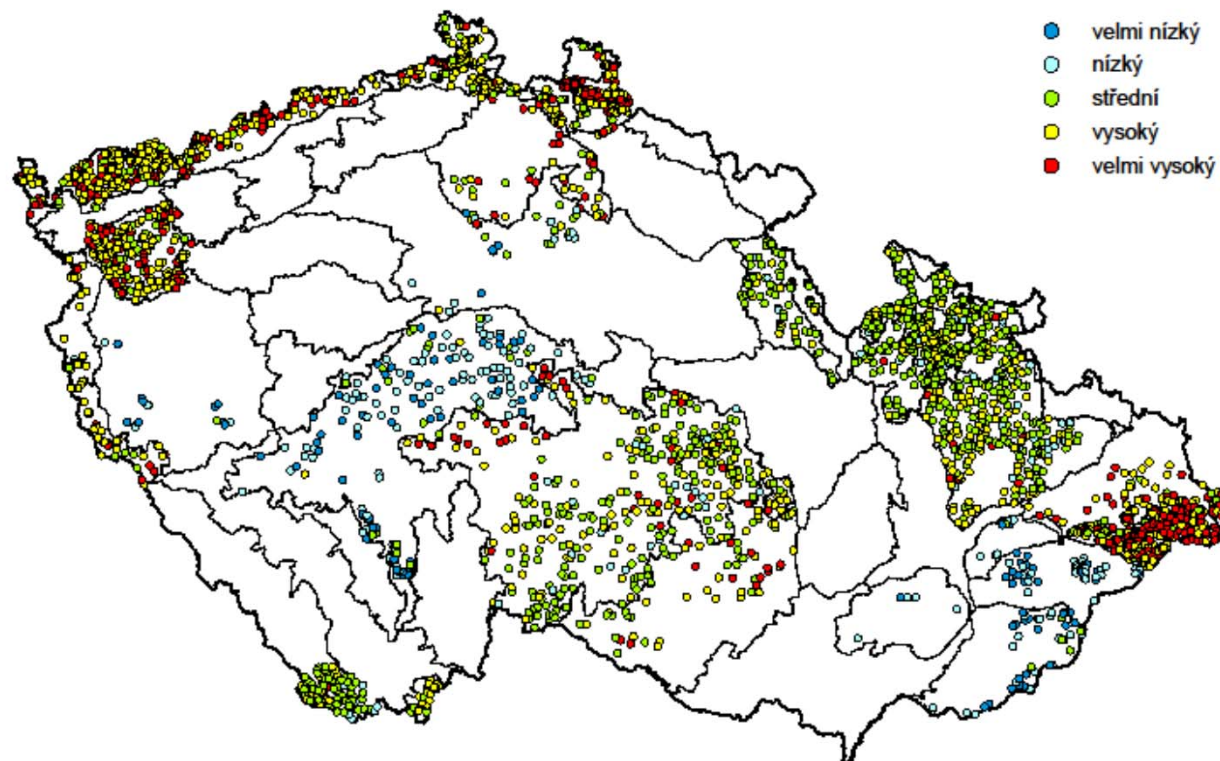
Lhotský Jiří a kol.: Degradace lesních půd a jejich meliorace Státní zemědělské nakladatelství, 1987

Loffler Anton. Hnojenie lesných školo, Výzkumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen 1974

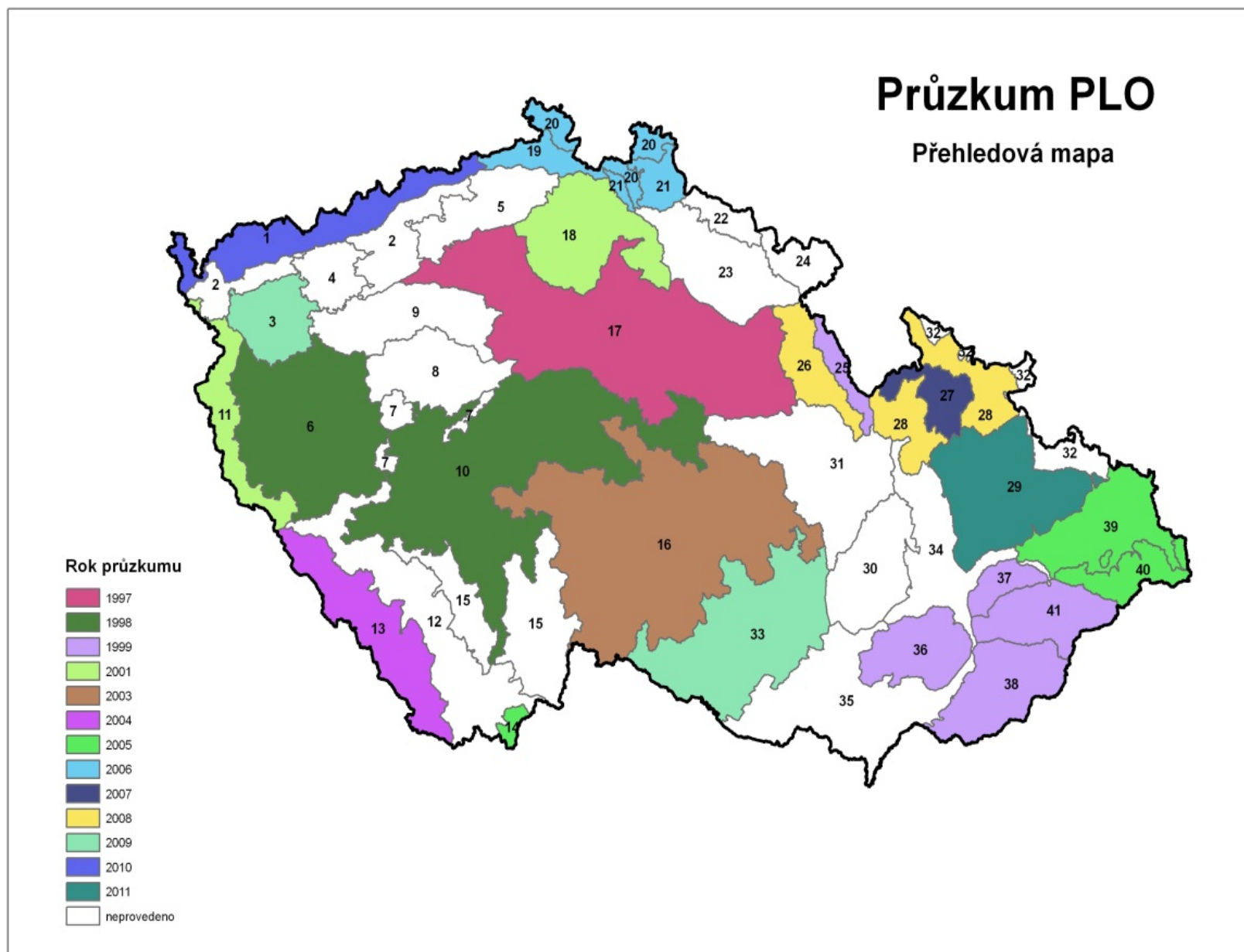
Dušek Vratislav: Školkařství, Matice lesnická 1997

Nárovec Václav. 10x o hnojení v lese, Lesnická práce 2001

Obsah síry v prvním ročníku jehlic smrku ztepilého



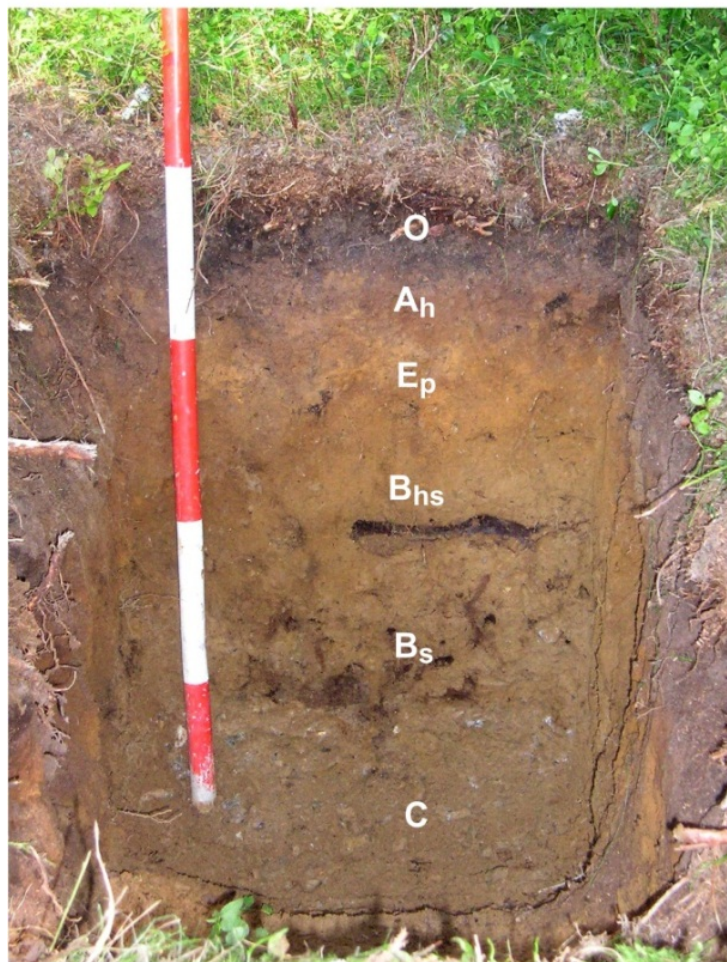
Průzkum výživy lesa



Grafický přehled zpracovaných PLO

Půdní profil

Půdní profil podzolu modálního



- O nadložní organický horizont
- A_h organominerální horizont
- E_p podzolizací ochuzený horizont
- B_{hs} humusoseskvioidický horizont
- B_s seskvioxidický horizont
- C půdotvorný substrát

Humusová forma - mor



Semenáček jedle – věk 4 roky



Popisné statistiky – nadložní organický horizont

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
Nad. humus [t/ha]	205	99,7	92,8	13,3	273,6	74,9	122,9
pH _{CaCl2}	205	3,32	3,20	2,70	5,50	3,10	3,40
pH _{H2O}	205	4,00	3,90	3,40	6,00	3,80	4,10
C _{ox} [%]	205	29,5	31,5	12,8	40,2	24,8	35,1
N [%]	205	1,31	1,37	0,51	1,77	1,17	1,47
C/N	205	22,6	22,7	10,8	37,3	20,3	25,0
P _{dus} [mg/kg]	205	839	805	415	1730	704	925
K _{dus} [mg/kg]	205	1002	845	417	2900	640	1170
Ca _{dus} [mg/kg]	205	2553	2050	271	16300	1140	3110
Mg _{dus} [mg/kg]	205	1024	733	128	13200	396	1290
Cd _{dus} [mg/kg]	205	0,33	0,30	< 0,20	1,79	0,23	0,37
Cr _{dus} [mg/kg]	205	13,63	11,20	2,79	184,00	7,95	15,60
Cu _{dus} [mg/kg]	205	12,53	11,00	3,02	109,00	8,44	13,80
Fe _{dus} [mg/kg]	205	6714	5660	1300	19300	3420	9080
Mn _{dus} [mg/kg]	205	405,1	287,0	23,6	2550,0	161,0	521,0
Pb _{dus} [mg/kg]	205	67,0	62,9	21,9	166,0	48,6	81,6
Zn _{dus} [mg/kg]	205	39,3	34,7	12,0	166,0	28,3	48,1

Popisné statistiky – organominerální horizont

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
pH _{CaCl2}	204	3,34	3,30	2,70	6,00	3,15	3,50
pH _{H2O}	204	4,00	3,90	3,40	6,80	3,80	4,10
C _{ox} [%]	204	6,74	6,88	3,15	12,40	5,70	7,63
N [%]	204	0,28	0,29	0,06	0,64	0,23	0,33
C/N	204	25,59	23,58	6,23	75,33	20,03	28,41
Vým. acid. [mekv./kg]	204	162,2	161,5	45,6	277,0	130,5	195,5
P _{MIII} [mg/kg]	204	--	4,94	< 3,0	226,00	< 3,0	14,60
K _{MIII} [mg/kg]	204	79,5	73,4	< 20,0	322,0	50,5	96,7
Ca _{MIII} [mg/kg]	204	--	152	< 100	2280	< 100	288
Mg _{MIII} [mg/kg]	204	93,7	54,4	< 15,0	2610	34,0	92,5
Al _{MIII} [mg/kg]	204	1586	1600	539	4380	1360	1840
P _{dus} [mg/kg]	204	200,4	99,7	15,9	1790,0	53,0	224,0
K _{dus} [mg/kg]	204	247,5	180,0	36,6	3670,0	99,0	315,5
Ca _{dus} [mg/kg]	204	441,7	242,5	17,8	3940,0	96,0	469,5
Mg _{dus} [mg/kg]	204	1014,54	711,50	7,08	6230,00	176,50	1475,00
Al _{dus} [mg/kg]	204	4576	4365	669	15700	2925	5835
Cd _{dus} [mg/kg]	204	--	< 0,20	< 0,20	0,62	< 0,20	< 0,20
Cr _{dus} [mg/kg]	204	8,97	6,77	< 0,10	87,60	2,77	10,80
Cu _{dus} [mg/kg]	204	5,52	5,00	1,33	21,90	3,39	6,98

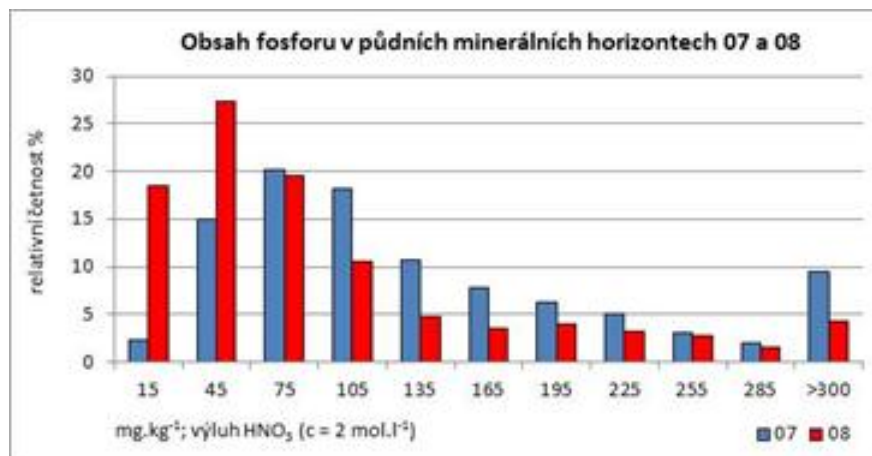
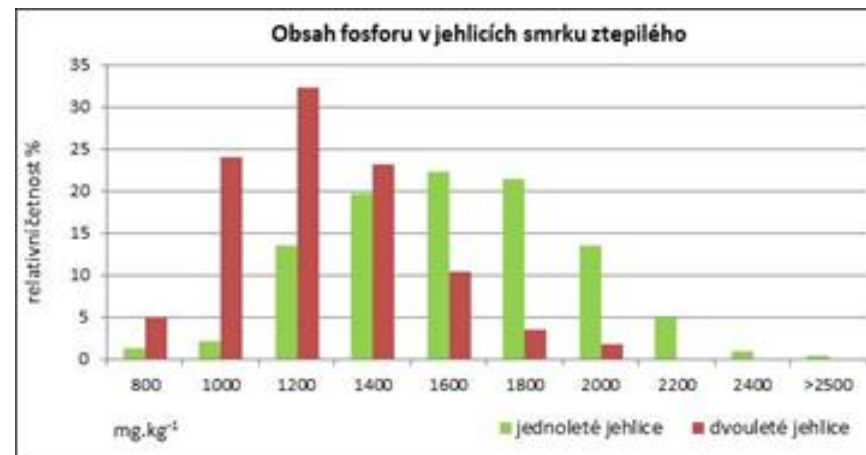
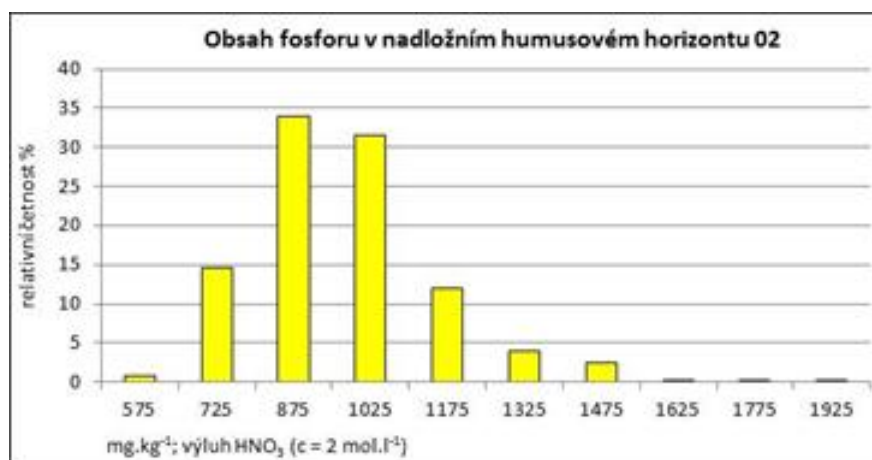
Popisné statistiky – minerální horizont

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
pH _{CaCl2}	15	3,85	3,80	3,50	4,30	3,70	4,00
pH _{H2O}	15	4,65	4,60	4,20	5,20	4,50	4,90
Výměnná acidita [mekv./kg]	15	96,4	99,2	68,8	142,0	84,0	105,0
C _{ox} [%]	15	4,41	3,87	1,92	10,40	2,69	5,72
N [%]	15	0,15	0,15	< 0,04	0,23	0,13	0,19
C/N	15	62,1	24,8	14,1	520,0	15,7	36,9
Al _{MIII} [mg/kg]	15	1350	1350	960	1880	1170	1470
P _{MIII} [mg/kg]	15	12,61	11,40	3,23	43,20	4,22	15,20
K _{MIII} [mg/kg]	15	107,1	93,9	52,4	186,0	81,3	139,0
Ca _{MIII} [mg/kg]	15	502,0	410,0	82,3	1090,0	197,0	801,0
Mg _{MIII} [mg/kg]	15	101,8	98,8	24,0	192,0	51,4	137,0
Fe _{MIII} [mg/kg]	15	512	531	354	706	441	570
P _{dus} [mg/kg]	15	107,5	95,3	34,2	219,0	51,1	156,0
K _{dus} [mg/kg]	15	193,6	193,0	74,7	348,0	139,0	237,0
Mg _{dus} [mg/kg]	15	474,9	410,0	77,2	1280,0	278,0	622,0
Ca _{dus} [mg/kg]	15	603,8	463,0	83,4	1300,0	215,0	1130,0
Al _{dus} [mg/kg]	15	3126	3090	1690	5510	2640	3340
Cd _{dus} [mg/kg]	15	--	< 0,20	< 0,20	1,01	< 0,20	0,22

Popisné statistiky – minerální horizont

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
Cr _{dus} [mg/kg]	15	3,82	2,94	2,00	9,96	2,52	5,05
Cu _{dus} [mg/kg]	15	5,30	4,84	1,93	13,10	3,12	6,42
Fe _{dus} [mg/kg]	15	4175	3670	2820	6670	3200	5130
Mn _{dus} [mg/kg]	15	1201	1090	326	2140	853	1730
Pb _{dus} [mg/kg]	15	38,1	38,8	28,8	46,9	32,3	41,7
Zn _{dus} [mg/kg]	15	19,28	17,00	8,13	33,00	14,00	25,00
Zrnitostní frakce 0,25 - 2,0 mm [%]	15	14,57	13,60	3,80	39,50	9,50	18,30
Zrnitostní frakce < 0,01 mm [%]	15	35,2	35,9	22,2	50,6	29,4	39,4
Zrnitostní frakce < 0,001 mm [%]	15	9,51	8,60	6,00	17,40	7,10	11,80
Zrnitostní frakce 0,001 - 0,01 mm [%]	15	25,8	26,1	15,1	33,2	23,2	28,3
Zrnitostní frakce 0,01 - 0,05 mm [%]	15	32,2	32,9	21,5	40,0	30,7	35,3
Zrnitostní frakce 0,05 - 0,25 mm [%]	15	18,0	17,9	10,3	26,6	14,7	20,5
(Al+H) _{vym} [mekv./kg]	15	50,5	49,3	17,4	85,4	39,0	65,7
K _{vym} [mekv./kg]	15	2,41	2,08	0,97	4,59	1,70	2,91
Ca _{vym} [mekv./kg]	15	25,39	19,40	3,09	58,70	9,02	42,80
Mg _{vym} [mekv./kg]	15	7,77	7,07	1,41	15,50	3,40	10,70
Na _{vym} [mekv./kg]	15	0,22	0,21	0,12	0,38	0,17	0,26
Mn _{vym} [mekv./kg]	15	4,09	4,12	2,35	7,77	2,83	4,68
Al _{vym} [mekv./kg]	15	46,2	44,5	15,3	83,0	32,3	60,6
Fe _{vym} [mekv./kg]	15	< 0,30	< 0,30	< 0,30	0,64	< 0,30	< 0,30
CEC [mekv./kg]	15	86,4	82,8	48,7	117,0	79,5	104,0
BS [%]	15	40,3	35,8	12,6	75,7	20,7	62,3

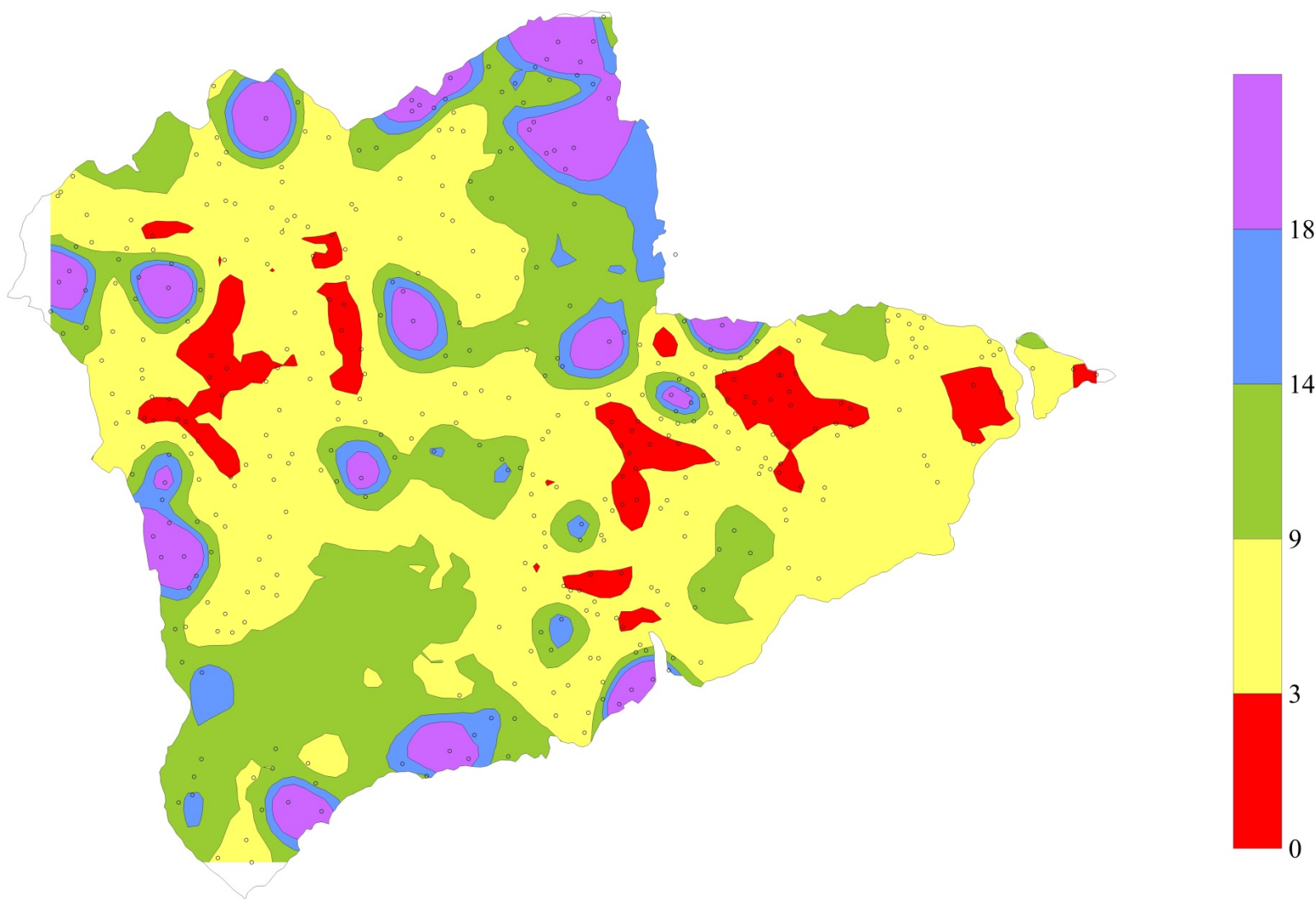
Grafické znázornění četností šetřených charakteristik



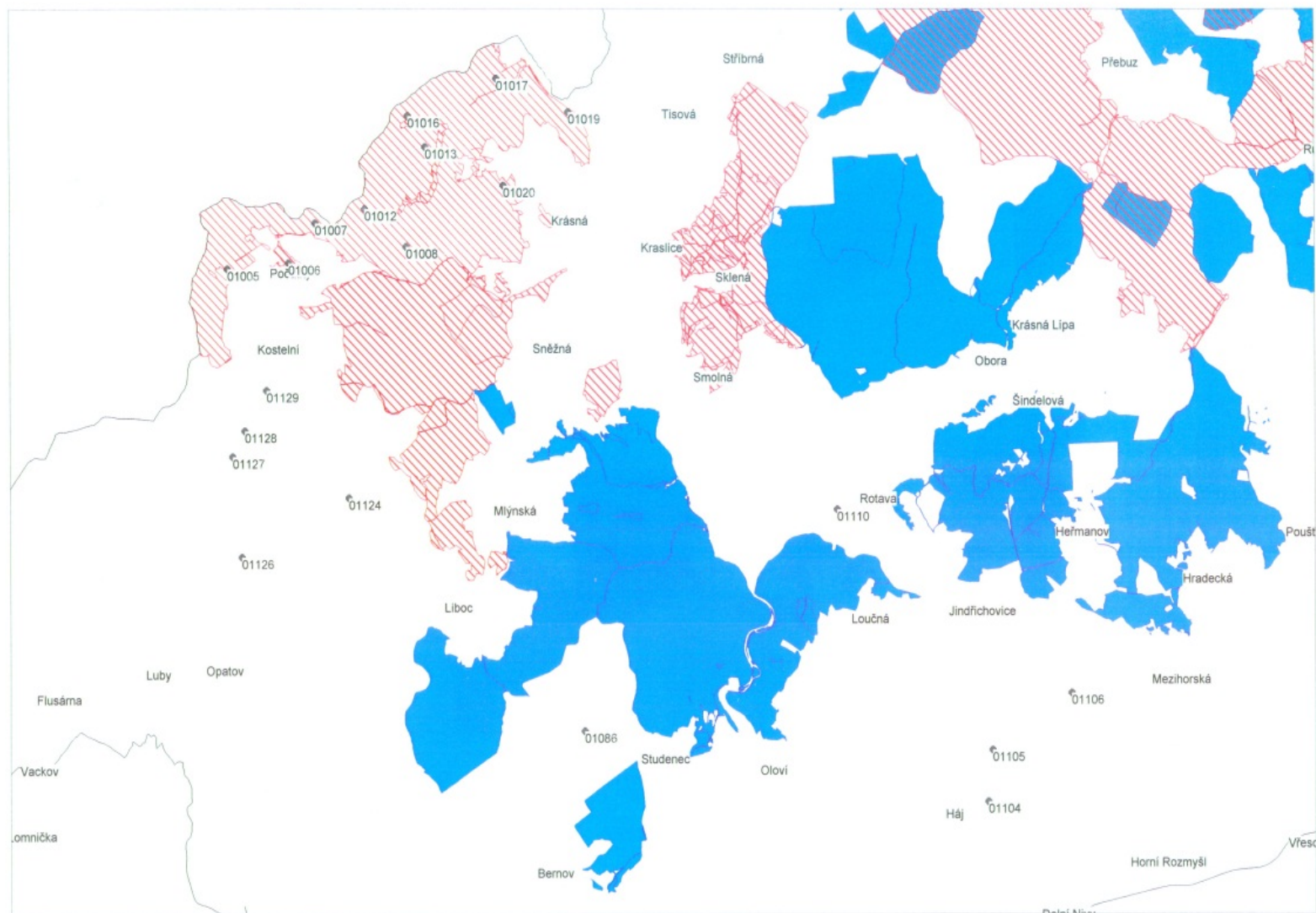
Grafické znázornění prostorového rozložení obsahů

Obsah P(MIII) [mg/kg]

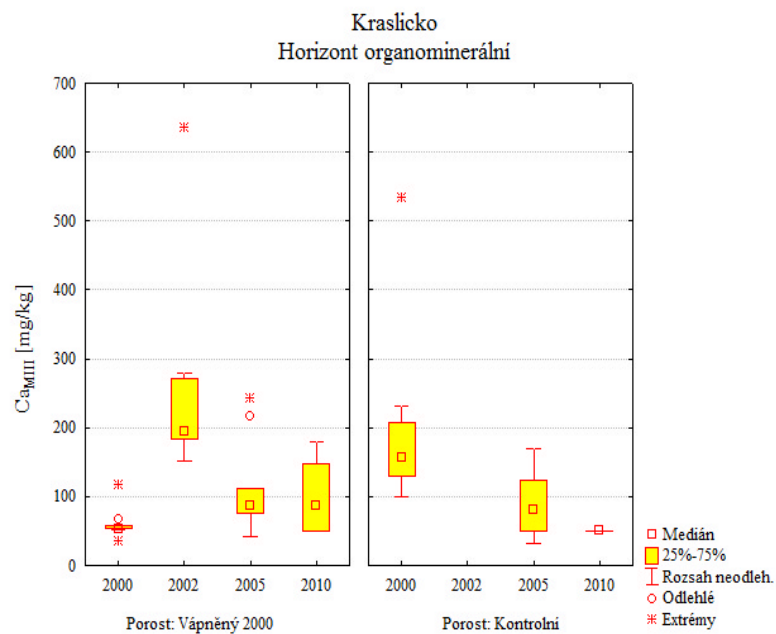
Horizont minerální



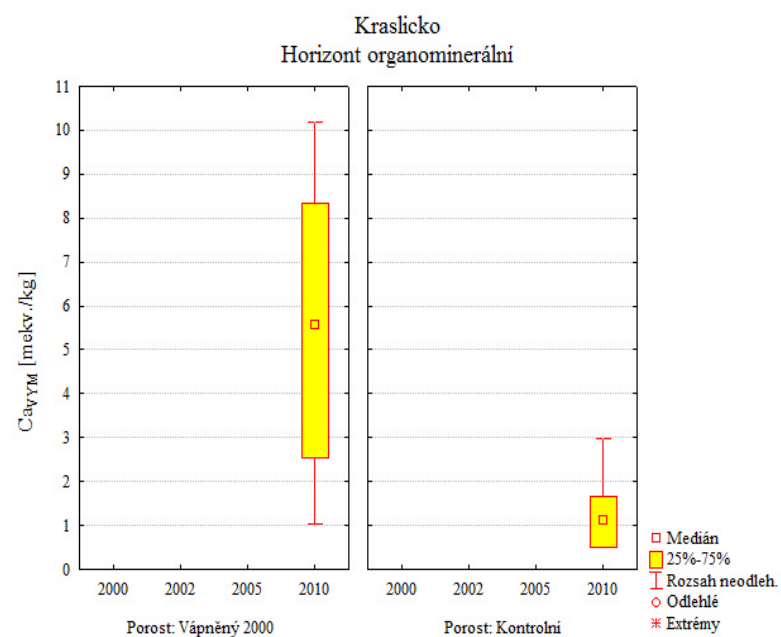
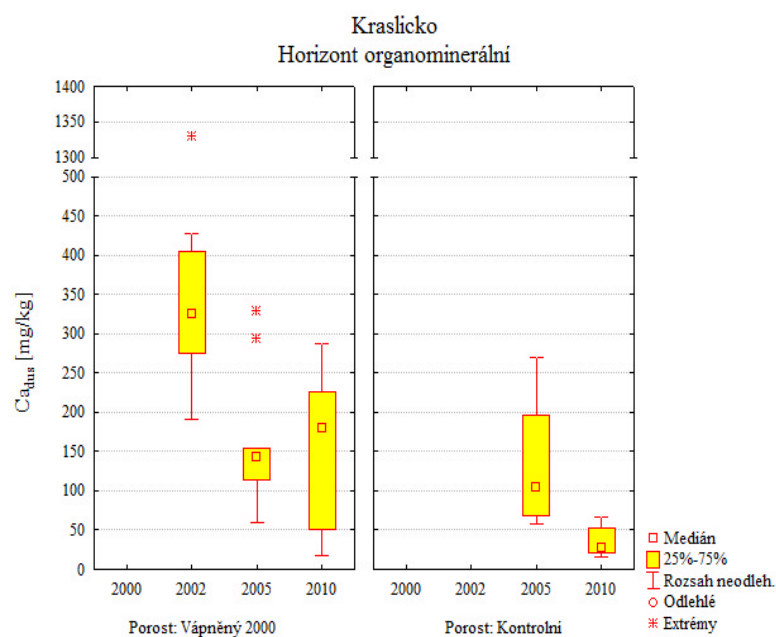
Ověření kvality a účinnosti leteckého vápnění lesních pozemků

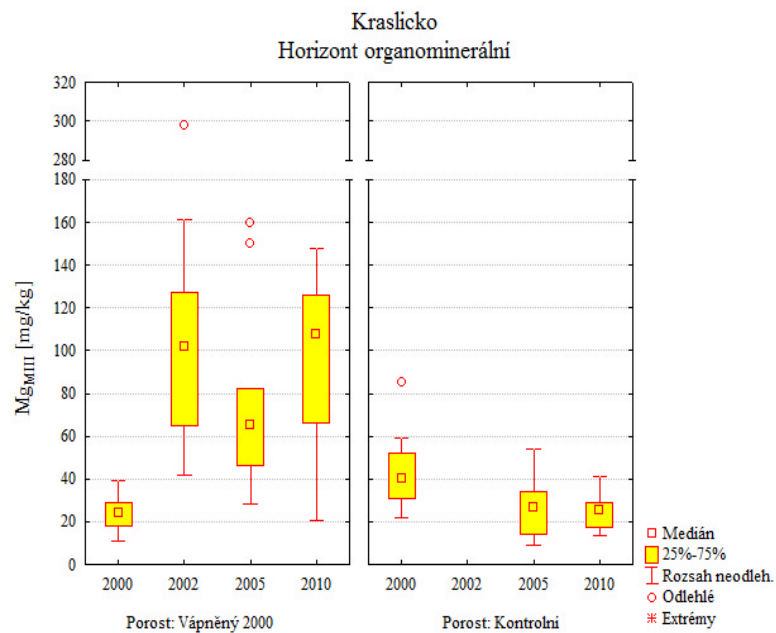


Podklady pro odběr vzorků grafická evidence vápněných a kontrolních stanovišť s návrhem odběrných míst

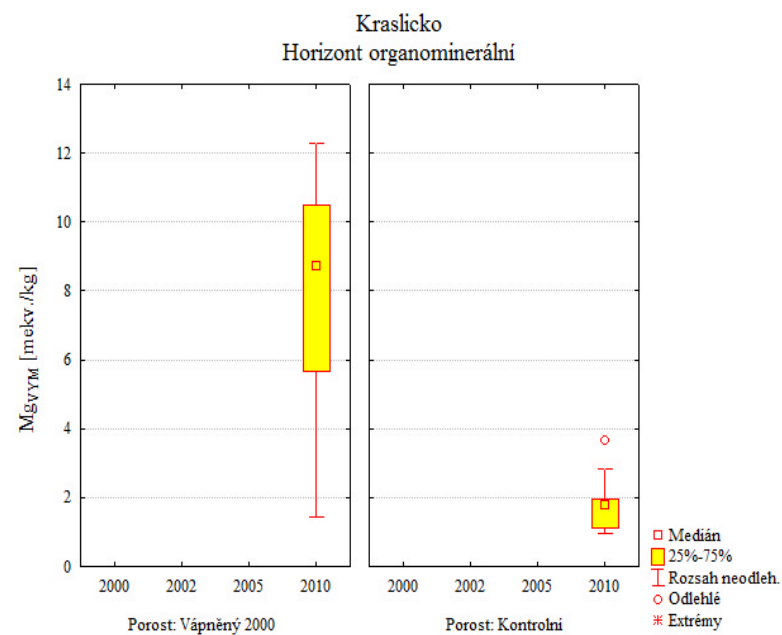
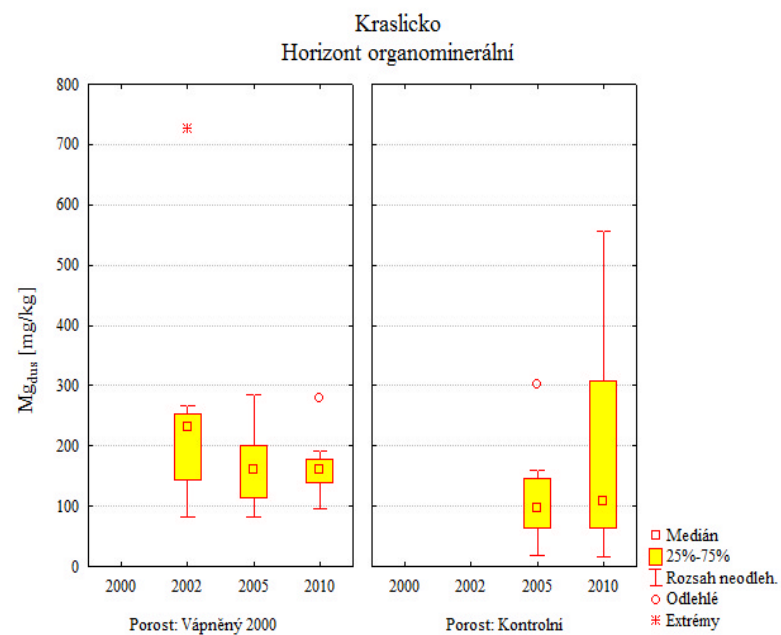


**Horizont
organominerální – obsah
vápníku na vápněných a
kontrolních stanovištích**



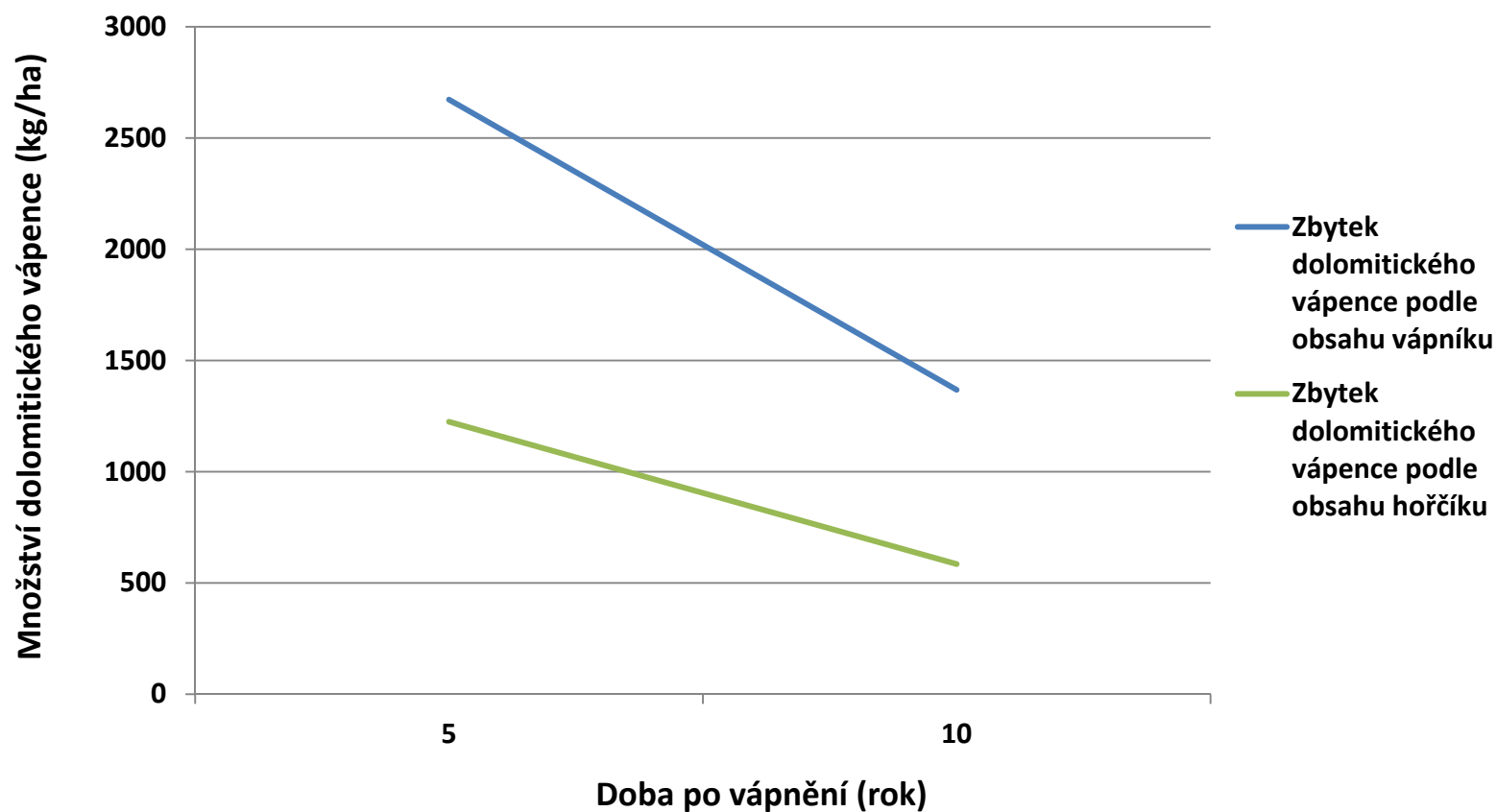


**Horizont
organominerální – obsah
hořčíku na vápněných a
kontrolních stanovištích**



Změny obsahu vápníku a hořčíku v nadložním organickém horizontu

Výpočet zbytku dolomitického vápence v nadložním organickém horizontu



Tabulka č.2: Hodnocení rozdílů mezi vápněnými a kontrolními porosty pomocí neparametrického Mann-Whitneyova U testu (půda)

	Horizont nadložního humusu		Horizont organominerální		Horizont minerální	
	Průměr Kontrolní	Průměr Vápněný	Průměr Kontrolní	Průměr Vápněný	Průměr Kontrolní	Průměr Vápněný
počet	19	17	19	17	13	10
Nad. humus [t/ha]	103	91,6				
pH _{VYM}	2,84	3,33*	3,31	3,42	3,71	3,61
pH _{H2O}	3,69	4,13*	3,68	3,94*	3,98	4,05
Vým. acid. [mekv./kg]			180	180	149	179
(Al+H) _{VYM} [mekv./kg]			103	98,3	88,6	101
N [%]	1,30	1,16	0,21	0,21	0,18	0,22
C _{OX} [%]	29,9	29,4	3,38	3,60	2,24	2,77
C/N	23,4	25,7	16,2	16,7	12,9	12,3
Al _{dus} [mg/kg]	5246	5219	4029	3861	5862	5170
Al _{MIII} [mg/kg]			1627	1616	1958	1945
Al _{VYM} [mekv./kg]			83,0	80,9	78,5	89,1
Ca _{dus} [mg/kg]	968	3190*	51,3	125*	26,8	68,2
Ca _{MIII} [mg/kg]			--	102*	< 30	--
Ca _{VYM} [mekv./kg]			--	5,19*	< 1,0	--
Cd _{dus} [mg/kg]	0,27	0,26	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Cr _{dus} [mg/kg]	6,72	6,10	4,03	3,27	5,34	4,01
Cu _{dus} [mg/kg]	18,7	14,9*	4,37	4,39	3,72	4,59
Fe _{dus} [mg/kg]	5983	6265	6493	6875	9082	8120
Fe _{MIII} [mg/kg]			702	698	550	613
Fe _{VYM} [mekv./kg]			5,84	5,00	3,07	3,87
K _{dus} [mg/kg]	887	1086*	86,0	74,2	84,7	66,2
K _{MIII} [mg/kg]			49,2	50,4	38,3	45,3
K _{VYM} [mekv./kg]			1,00	1,06	0,70	0,84
Mg _{dus} [mg/kg]	493	1283*	254	178	216	137
Mg _{MIII} [mg/kg]			--	113*	< 15	83,0*
Mg _{VYM} [mekv./kg]			1,51	9,04*	0,89	6,50*
Mn _{dus} [mg/kg]	189	363*	93,9	142	158	161
Mn _{VYM} [mekv./kg]			--	0,62	0,39	0,74
P _{dus} [mg/kg]	757	832	56,0	62,3	54,9	56,0
P _{MIII} [mg/kg]			< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Pb _{dus} [mg/kg]	94,8	75,0*	43,1	45,7	35,8	42,7
Zn _{dus} [mg/kg]	31,1	34,0	9,19	6,74	8,80	6,69
Na _{VYM} [mekv./kg]			0,28	0,23	0,22	0,22
CEC [mekv./kg]			108	114	91,5	111
BS [%]			4,02	12,5*	3,48	8,03*

* statisticky významný rozdíl na $p < 0,05$

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod detekčním minimem laboratorních přístrojů

Tabulka č. 3: Hodnocení rozdílů mezi vápněnými a kontrolními porosty pomocí nepara-
Mann-Whitneyova U testu (smrk ztepilý - jehlice)

	smrk ztepilý – jednoleté jehlice		smrk ztepilý – dvouleté jehlice	
	Průměr Kontrolní	Průměr Vápněný	Průměr Kontrolní	Průměr Vápněný
Al [mg/kg]	78,5	71,0	98,7	102
B [mg/kg]	19,8	20,4	17,2	22,6*
Ca [mg/kg]	4643	5215	6684	8201*
Cd [mg/kg]	0,12	0,12	0,10	0,09
Cr [mg/kg]	0,17	0,19	0,22	0,23
Cu [mg/kg]	2,76	2,65	1,74	1,29*
Fe [mg/kg]	39,4	41,4	45,8	47,2
K [mg/kg]	6150	6906	5116	5265
Mg [mg/kg]	972	1071*	938	1028
Mn [mg/kg]	635	560	992	975
N [%]	1,52	1,49	1,44	1,35
Ni [mg/kg]	1,38	0,89	1,04	0,69*
P [mg/kg]	1611	1809*	1343	1530*
Pb [mg/kg]	< 0,20	< 0,20	--	< 0,20*
S [mg/kg]	1133	1117	1155	1103*
Zn [mg/kg]	35,0	37,1	32,2	39,6

* statisticky významný rozdíl na $p < 0,05$

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod detekčním minimem laboratorních přístrojů

Kontrola kvality leteckého rozmetání vápence

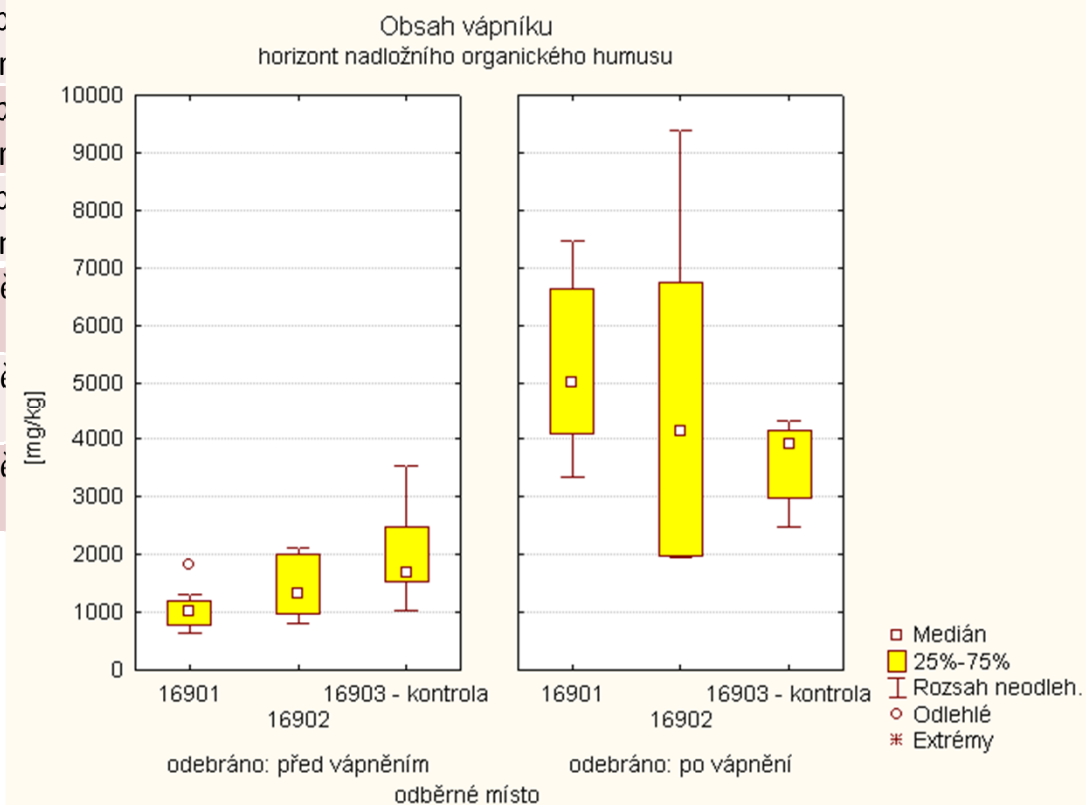


Vápnění na LS Plasy

Kontrola rovnoměrnosti leteckého rozmetání vápence

Tukeyův HSD test; proměnná ZP_1, Homogenní skupiny, alfa = ,05000, Chyba: meziskup.; vnitřní; celkový PČ = 2124E3, sv = 40,429

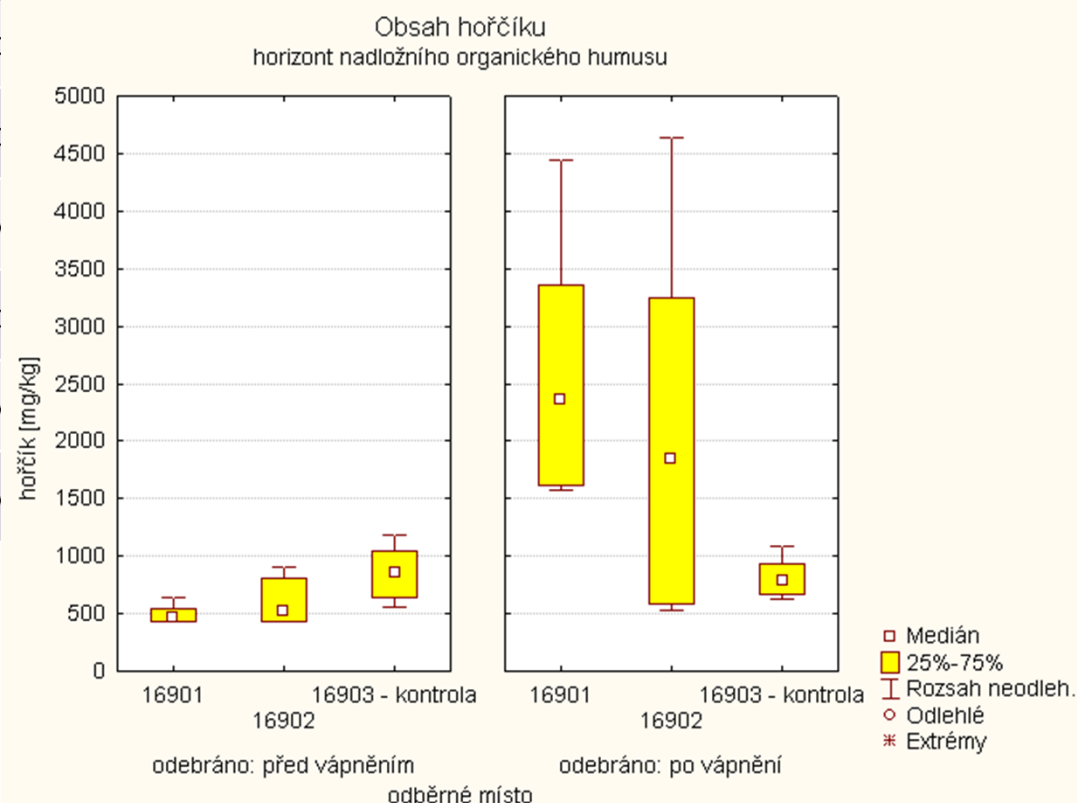
Č. buňky	odběrné místo	VÁPŇENÍ	ZP_1	1	2	3
			Průměr			
3	16901	před vápním				
5	16902	před vápním				
1	16903 - kontrola	před vápním				
2	16903 - kontrola	po vápnění				
6	16902	po vápnění				
4	16901	po vápnění				



Kontrola rovnoměrnosti leteckého rozmetání vápence

Tukeyův HSD test; proměnná ZP_1, Homogenní skupiny, alfa = ,05000, Chyba: meziskup.; vnitřní; celkový PČ = 6268E2, sv = 41,524

Č. buňky	odběrné místo	VÁPNĚNÍ	ZP_1	1	2
			Průměr		
3	16901	před vápn			
5	16902	před vápn			
2	16903 - kontrola	po vápn			
1	16903 - kontrola	před vápn			
6	16902	po vápn			
4	16901	po vápn			



Průzkum výživy lesa v genových základnách dubu a buku

- Genové základny – komplexy lesních porostů s významným podílem původních lesních dřevin, takové rozlohy, která postačuje k udržení biologické různorodosti populace a které jsou schopny autoreprodukce
- GZ Fojtka PLO Jizerské hory – clonná seč

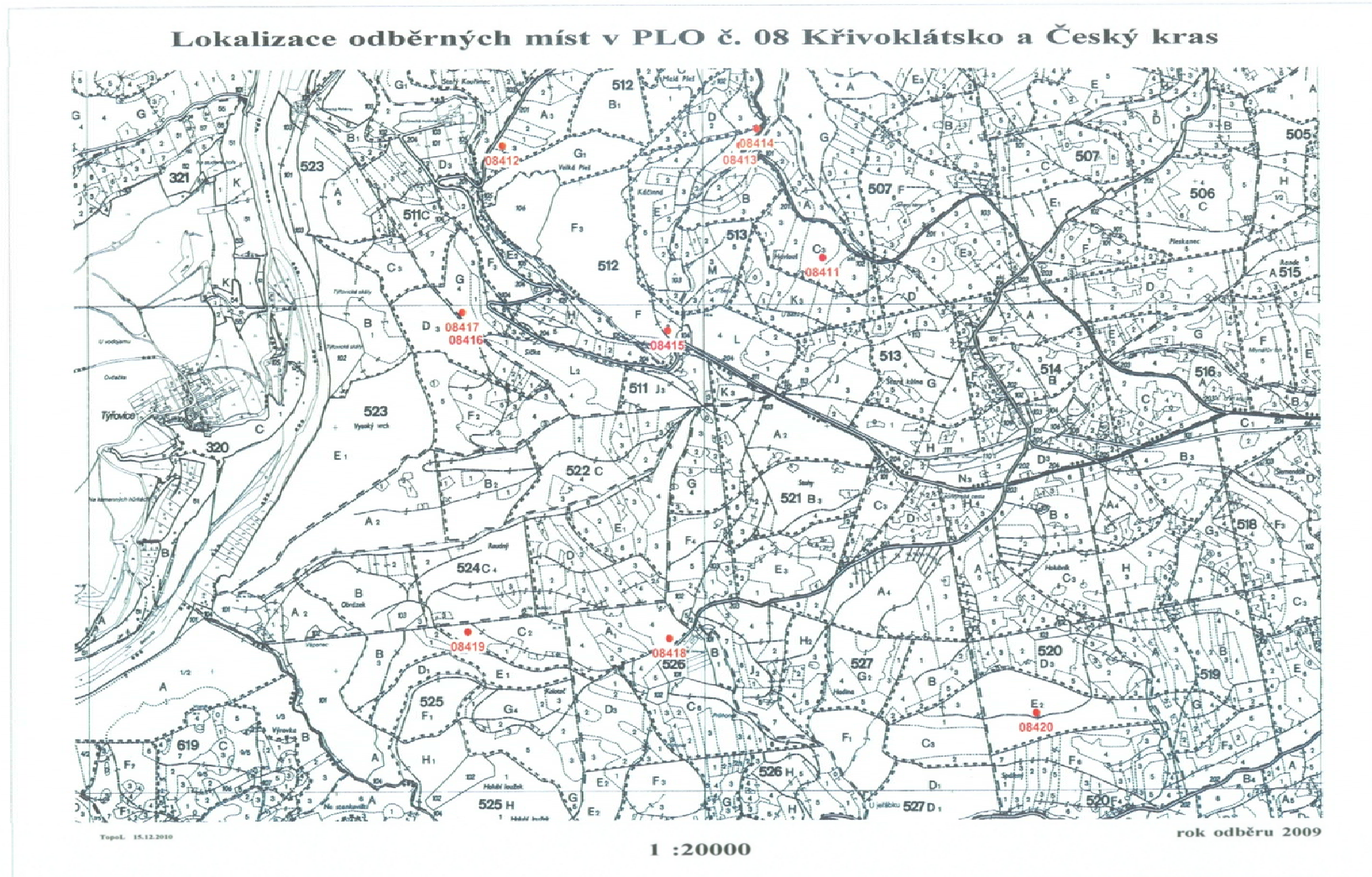


Průzkum výživy lesa v genových základnách dubu a buku

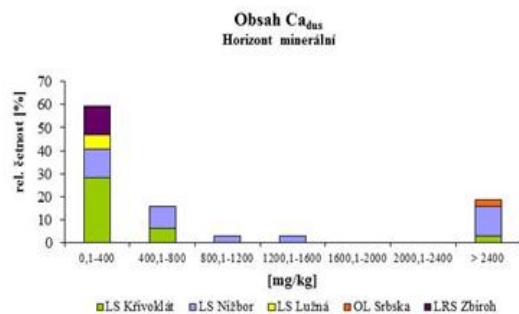
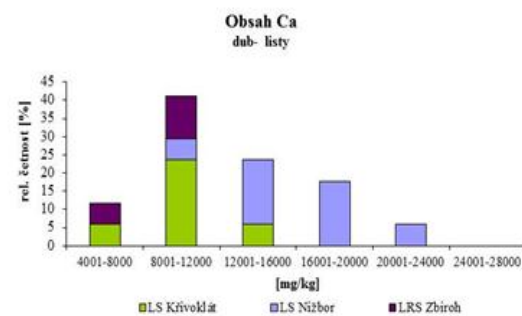
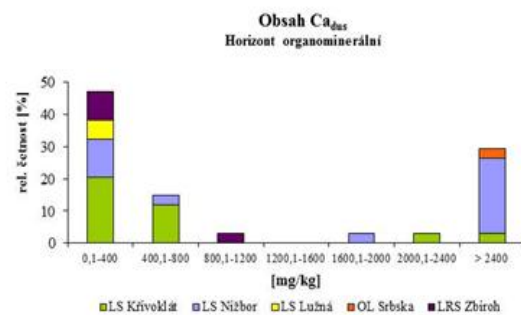
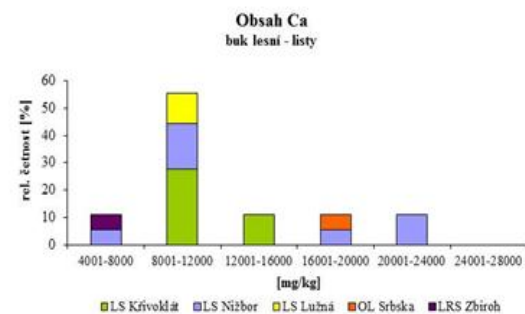
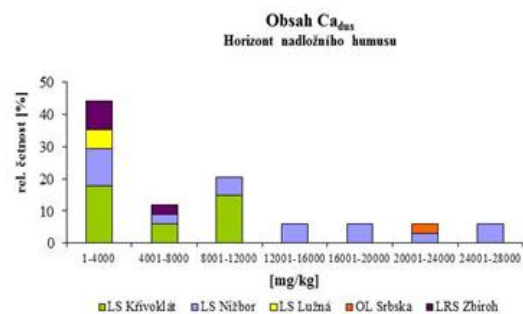
- GZ Čečiny LS Plasy



Grafické znázornění odběrných míst



Genové základny PLO Křivoklátsko a Český kras



Popisné statistiky – Horizont organominerální

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
pH _{CaCl2}	15	3,85	3,80	3,50	4,30	3,70	4,00
pH _{H2O}	15	4,65	4,60	4,20	5,20	4,50	4,90
Výměnná acidita [mekv./kg]	15	96,4	99,2	68,8	142,0	84,0	105,0
C _{OX} [%]	15	4,41	3,87	1,92	10,40	2,69	5,72
N [%]	15	0,15	0,15	< 0,04	0,23	0,13	0,19
C/N	15	62,1	24,8	14,1	520,0	15,7	36,9
Al _{MIII} [mg/kg]	15	1350	1350	960	1880	1170	1470
P _{MIII} [mg/kg]	15	12,61	11,40	3,23	43,20	4,22	15,20
K _{MIII} [mg/kg]	15	107,1	93,9	52,4	186,0	81,3	139,0
Ca _{MIII} [mg/kg]	15	502,0	410,0	82,3	1090,0	197,0	801,0
Mg _{MIII} [mg/kg]	15	101,8	98,8	24,0	192,0	51,4	137,0
Fe _{MIII} [mg/kg]	15	512	531	354	706	441	570
P _{dus} [mg/kg]	15	107,5	95,3	34,2	219,0	51,1	156,0
K _{dus} [mg/kg]	15	193,6	193,0	74,7	348,0	139,0	237,0
Mg _{dus} [mg/kg]	15	474,9	410,0	77,2	1280,0	278,0	622,0
Ca _{dus} [mg/kg]	15	603,8	463,0	83,4	1300,0	215,0	1130,0
Al _{dus} [mg/kg]	15	3126	3090	1690	5510	2640	3340
Cd _{dus} [mg/kg]	15	--	< 0,20	< 0,20	1,01	< 0,20	0,22
Cr _{dus} [mg/kg]	15	3,82	2,94	2,00	9,96	2,52	5,05
Cu _{dus} [mg/kg]	15	5,30	4,84	1,93	13,10	3,12	6,42
Fe _{dus} [mg/kg]	15	4175	3670	2820	6670	3200	5130
Mn _{dus} [mg/kg]	15	1201	1090	326	2140	853	1730
Pb _{dus} [mg/kg]	15	38,1	38,8	28,8	46,9	32,3	41,7
Zn _{dus} [mg/kg]	15	19,28	17,00	8,13	33,00	14,00	25,00
Zrnitostní frakce 0,25 - 2,0 mm [%]	15	14,57	13,60	3,80	39,50	9,50	18,30
Zrnitostní frakce < 0,01 mm [%]	15	35,2	35,9	22,2	50,6	29,4	39,4
Zrnitostní frakce < 0,001 mm [%]	15	9,51	8,60	6,00	17,40	7,10	11,80
Zrnitostní frakce 0,001 - 0,01 mm [%]	15	25,8	26,1	15,1	33,2	23,2	28,3
Zrnitostní frakce 0,01 - 0,05 mm [%]	15	32,2	32,9	21,5	40,0	30,7	35,3
Zrnitostní frakce 0,05 - 0,25 mm [%]	15	18,0	17,9	10,3	26,6	14,7	20,5
(Al+H) _{VYM} [mekv./kg]	15	50,5	49,3	17,4	85,4	39,0	65,7
K _{VYM} [mekv./kg]	15	2,41	2,08	0,97	4,59	1,70	2,91
Ca _{VYM} [mekv./kg]	15	25,39	19,40	3,09	58,70	9,02	42,80
Mg _{VYM} [mekv./kg]	15	7,77	7,07	1,41	15,50	3,40	10,70
Na _{VYM} [mekv./kg]	15	0,22	0,21	0,12	0,38	0,17	0,26
Mn _{VYM} [mekv./kg]	15	4,09	4,12	2,35	7,77	2,83	4,68
Al _{VYM} [mekv./kg]	15	46,2	44,5	15,3	83,0	32,3	60,6
Fe _{VYM} [mekv./kg]	15	< 0,30	< 0,30	< 0,30	0,64	< 0,30	< 0,30
CEC [mekv./kg]	15	86,4	82,8	48,7	117,0	79,5	104,0
BS [%]	15	40,3	35,8	12,6	75,7	20,7	62,3

Letecké rozprašování pesticidů

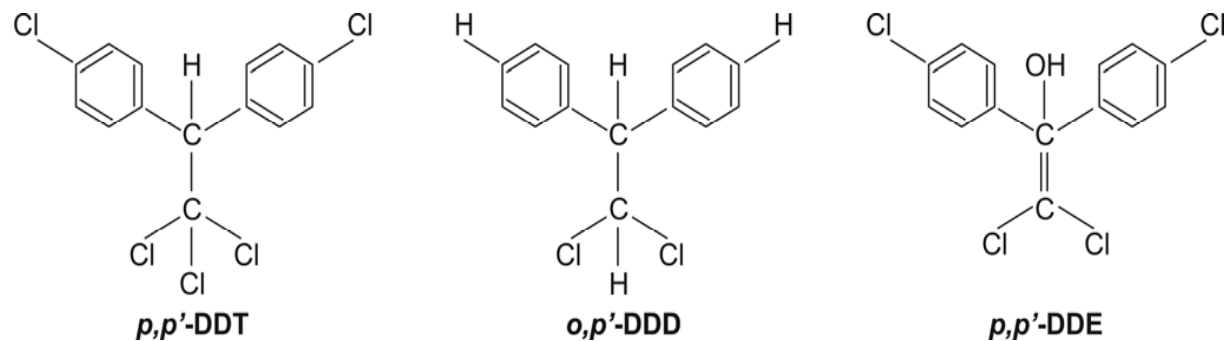


Snímek 29

PF6

Dr.Ing.Přemysl Fiala; 8.1.2013

Degradace DDT



DDT – dostane se do půdy jako pesticid

DDD vznikne z DDT reduktivní dechlorací mikrobiální nebo cestou chemických reakcí

DDE vznikne z DDT fotochemickými reakcemi a bakteriální dechlorací

Zjištěné výsledky v šetřených oblastech

[illegible]

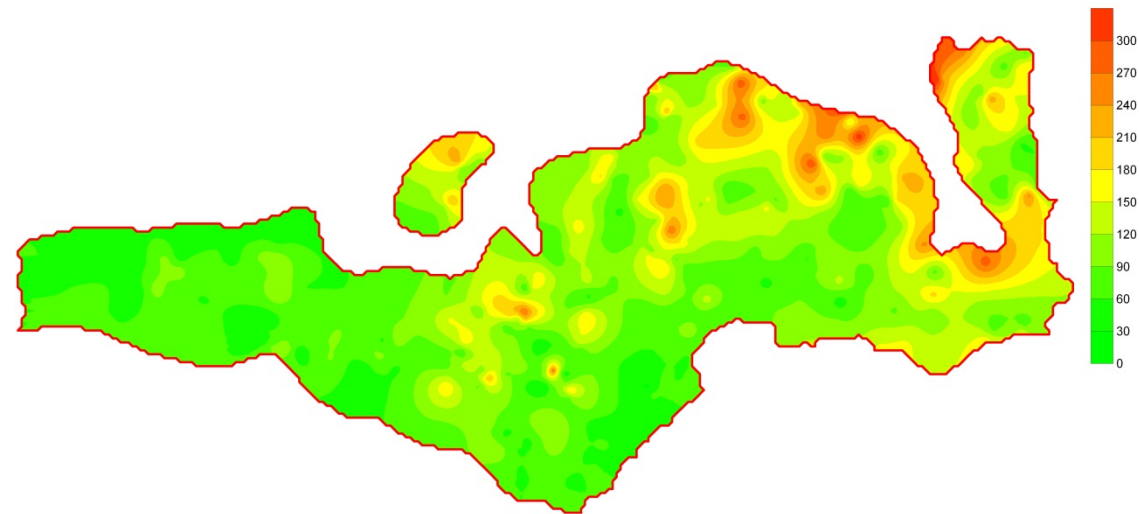
Závěry z šetření reziduí DDT

V přírodních lesních oblastech Polabí a Jihomoravské úvaly nebyly zjištěny vyšší obsahy výše uvedených metabolitů DDT a HCH.

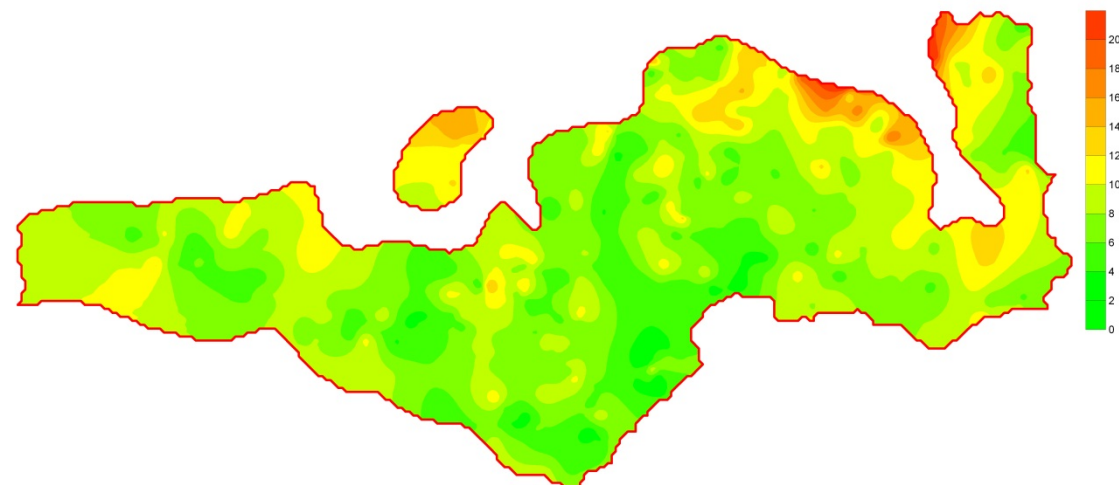
Pro ověření správnosti byly provedeny chemické analýzy půdních vzorků z lesních přírodních oblastí LPO č. 01 - Krušné hory a LPO č. 16 – Českomoravská vrchovina. V těchto lokalitách se nepočítá s přemnožením chrousta a tedy boje proti němu v minulosti. Přesto zde na některých lokalitách byly zjištěny zvýšené obsahy půdních metabolitů polychlorovaných bifenyků.

Na těchto místech jsme zjistili hodnoty PCB, HCH i DDT a to především v nadložním organickém horizontu. Vzhledem k této skutečnosti lze předpokládat, že se jedná o vzdušnou kontaminaci půd, kterou nelze spojovat s používáním pesticidů v ochraně lesa.

Obsah olova v nadložním organickém horizontu [mg.kg⁻¹]



Obsah chromu v horizontu nadložního humusu [mg.kg⁻¹]



Nádobová zkouška – toxicita těžkých kovů a patogenních organismů - Čantorie



obrázek 1: Sazenice pěstované podle zvolených variant



Per aspera ad astra