

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Oddělení půdy a lesnictví

Central Institute for Supervising
and Testing in Agriculture
ISO 9001 certified



;

**Analýza a vyhodnocení účinnosti a kvality leteckého
vápnění v Krušných horách – Litvínov**

dle specifikace činností spojených s řešením úkolů, které pro MZe – úsek lesního hospodářství provádí ÚKZÚZ
Brno Č.j.: 34098/2017-MZE-16212

Závěrečná zpráva

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

Obsah

1. Úvod	5
2. Popis odběrných míst	5
3. Metodika	7
4. Výsledky	8
5. Závěr	12
6. Přílohy	13
6.1. Popisné statistiky a testy	13
6.1.1. Nadložní organický horizont	13
6.1.2. Horizont organominerální	15
6.1.3. Horizont minerální	18
6.1.4. Smrk ztepilý – jehlice běžného roku	21
6.1.5. Smrk ztepilý – jehlice předchozího roku	23
6.2. Grafy	25
6.2.1. $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$	25
6.2.2. $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	26
6.2.3. Hliník	27
6.2.4. Vápník	31
6.2.5. Hořčík	35
6.3. Kartogramy	39
6.3.1. $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$	39
6.3.2. $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	40
6.3.3. Hliník	41
6.3.4. Vápník	45
6.3.5. Hořčík	49

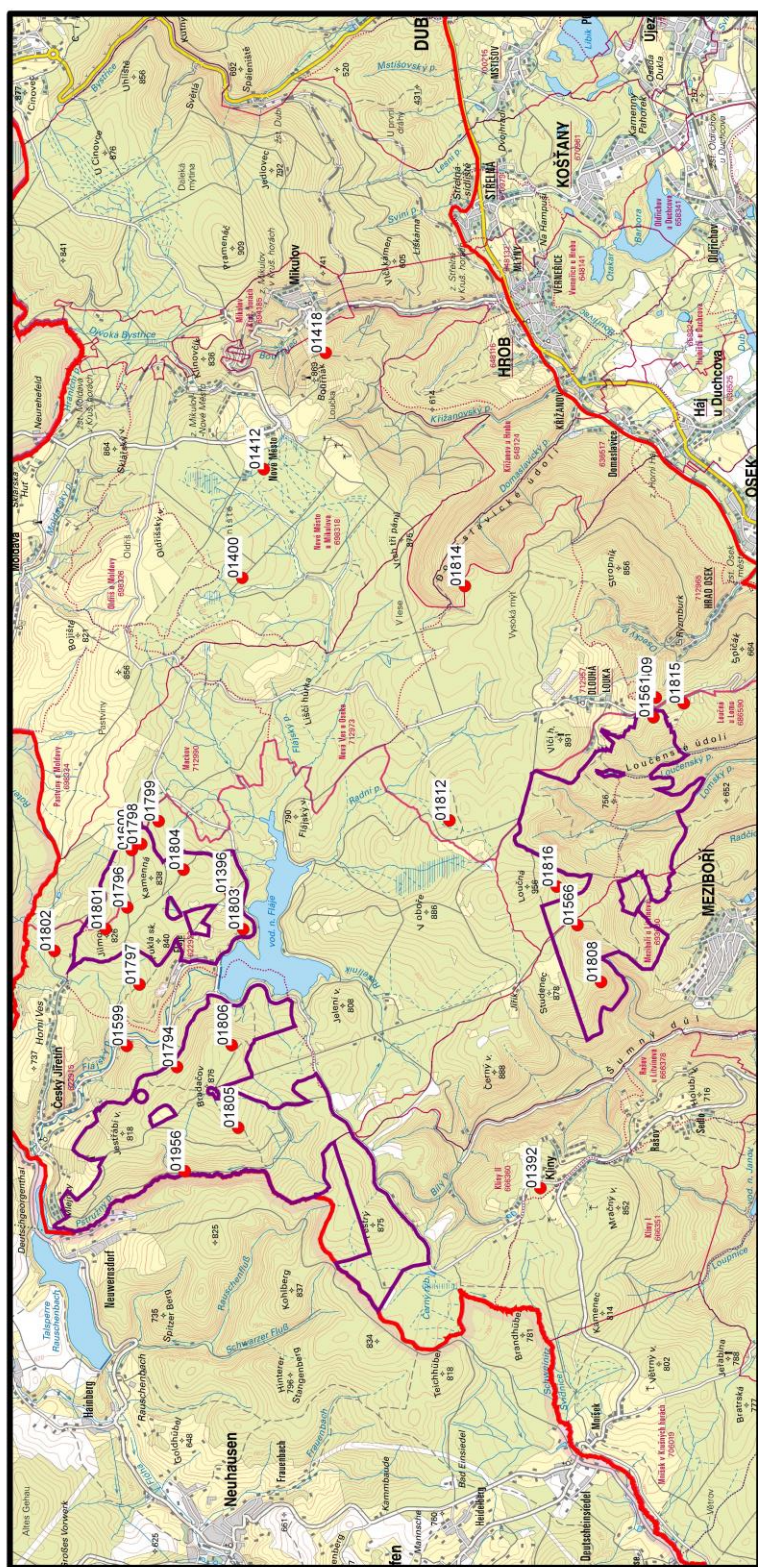
1. Úvod

V lokalitě nazvané „Litvínov“ proběhlo v roce 2017 šetření účinnosti vápnění na čtrnácti odběrných místech ve vápněných a třinácti odběrných místech v kontrolních (nevápněných) lesních porostech. Na dotčených pozemcích proběhlo v roce 2007 vápnění lesních porostů. Účinnost těchto zásahů je v této zprávě hodnocena podle půdních vlastností zjištěných v roce 2017. Toto šetření bylo vykonáno na základě specifikace činností č.j.: 34098/2017-MZE-16212, kterou pověřuje ÚKZÚZ MZe ČR.

2. Popis odběrných míst

Tab. 1: Seznam odběrných míst Litvínov 3

vápněná	vlastník	Zastoupení dřevin	Věk porostu	Lesní typ
01396	LČR, LS Litvínov	sm 100	56	7K4
01561	LČR, LS Litvínov	br 40, smp 24, md 20, jr	31	5S6
01566	LČR, LS Litvínov	jr 70, sm 15, br 10, bk 5	42	7K3
01600	LČR, LS Litvínov	sm 99, jr 1	67	7K4
01794	LČR, LS Litvínov	sm 50, smp 50	65/26	7K3
01796	LČR, LS Litvínov	sm 70, br 20, jr 10	26/7	7K4
01798	LČR, LS Litvínov	sm 80, jr 10	58	7K4
01801	LČR, LS Litvínov	br 35, smp 20, sm 20, md 15, jr 10	26/8	7K4
01803	LČR, LS Litvínov	sm 100	59	7K4
01804	LČR, LS Litvínov	sm 90, jr 10	45	7K4
01805	LČR, LS Litvínov	sm 85, smp 15	42	6S5
01806	LČR, LS Litvínov	sm 100	53	7K3
01808	LČR, LS Litvínov	sm 63, kl 26, br 11	35	6K4
01956	LČR, LS Litvínov	bk 100/ smp 40, md 40, sm 10, br 10/ sm 90	120/28/12	6S5
kontrolní	vlastník	Zastoupení dřevin	Věk porostu	Lesní typ
01392	LČR, LS Litvínov	sm 60, kl 20, md 15, jv 5	60	7K3
01400	Košťany Holdings	sm 100	59	7K4
01409	LČR, LS Litvínov	sm 88, md 8, kl 4	58	5S6
01412	LČR, LS Litvínov	sm 60, jv 30, smp 10, kleč	62/1	8G3
01418	Košťany Holdings	bk 85, sm 15, br, md	47	4K1
01599	LČR, LS Litvínov	sm 100	61	6S1
01797	LČR, LS Litvínov	smp 20, br 20, jr 18, sm.	25/3	7G3
01799	LČR, LS Litvínov	smp 40, sm 20, jr 20, br	35	7K4
01802	LČR, LS Litvínov	sm 100	53	6K5
01812	LČR, LS Litvínov	sm 100, bk	32	7K3
01814	LČR, LS Litvínov	smp 80, br 10, md 10	21	7K3
01815	LČR, LS Litvínov	br 55, md 25, smp 8, jr 5	30	5S6
01816	LČR, LS Litvínov	sm 50, jr 47, bk 3	27	7K3



Obr. 1: Umístění vzorkovaných porostů

3. Metodika

- Odběr půdních vzorků a vzorků asimilačních orgánů, skladování a předávání vzorků bylo provedeno podle zásad zakotvených v příslušném metodickém pokynu, který je součástí řízené dokumentace ÚKZÚZ.
- Vzorky byly analyzovány v laboratořích NRL ÚKZÚZ.
- Ke statistickému zpracování byl použit software Microsoft Excel a software StatSoft, Inc. (2013), STATISTICA (data analysis software system), version 12. www.statsoft.com.
- Pro hodnocení statisticky významných rozdílů mezi vápněnými a kontrolními porosty bylo použito schéma uvedené v tabulce 2.
- Pro slovní hodnocení obsahu prvků v jehlicích a listech byla u kartogramů použita klasifikace ÚKZÚZ

Tab. 2: Hodnocení statisticky významných rozdílů v datech

		Porost				
		Rok	Vápněný		Kontrolní	
			2012	2017	2012	2017
Porost	Vápněný	2012		Ano	Ano	Ne
		2017	Ano		Ne	Ano
	Kontrolní	2012	Ano	Ne		Ano
		2017	Ne	Ano	Ano	



4. Výsledky

Tab. 3: Spalitelný uhlík (C_{ox}) a celkový dusík (N_{tot}) – plochy vápněné v roce 2007

Srovnání – opakovaný odběr						
Horizont	nadložní materiál (t/ha)		C_{ox} (%)		N_{tot} (%)	
	2012	2017	2015	2017	2015	2017
nadložní humus	121	130	20,7	32,2	1,28	1,55
organominerální			6,80	5,34	0,26	0,33
minerální			5,25	3,99	0,16	0,25

Tab. 4: Spalitelný uhlík (C_{ox}) a celkový dusík (N_{tot}) – kontrolní plochy (nevápněné)

Srovnání – opakovaný odběr						
Horizont	nadložní materiál (t/ha)		C_{ox} (%)		N_{tot} (%)	
	2015	2017	2015	2017	2015	2017
nadložní humus	150	100	25,1	32,4	1,25	1,60
organominerální			5,81	4,60	0,22	0,28
minerální			4,88	3,75	0,13	0,22

V **nadložním organickém horizontu** na vápněných a kontrolních plochách není zaznamenán významný rozdíl v množství nadložního organického materiálu na kontrolních i vápněných plochách po deseti letech od vápnění lesa (Tab. 3, Tab. 4). Významné změny nastaly v kvalitě tohoto materiálu. Vyšší hodnota spalitelného uhlíku C_{ox} na vápněných i kontrolních plochách po deseti letech svědčí o vyšším podílu spalitelných látek v nadložním humusovém horizontu. Zvýšení této hodnoty na obou srovnávaných plochách vylučuje vliv dodaného vápence jako důsledek tohoto jevu. Podobně vyšší hodnoty celkového dusíku N_{tot} souvisí zřejmě s kvalitou tohoto nadložního materiálu a zřejmě s vyšším podílem humifikovaného materiálu (subhorizont H) na vápněných plochách. Po deseti letech tedy můžeme konstatovat malý vliv dolomitického vápence na mineralizaci dusíku a zároveň vyloučit jeho možný nežádoucí účinek na zvýšenou mineralizaci na konci tohoto časového úseku.

Nadložní organický horizont vápněných ploch se vyznačuje vyššími hodnotami chemické půdní reakce aktivní i výměnné po pěti letech (2012) i po deseti letech od vápnění (2017) ve srovnání s kontrolními odběry.

Na vápněných plochách jsou i po deseti letech od vápnění vyšší obsahy extrahovatelného vápníku v porovnání s plochami kontrolními. V období 2012 – 2017 nedošlo na obou typech ploch k významnějším změnám v obsahu tohoto prvku. Jiný vývoj je zjištěn u hořčíku, kde v období 2012 – 2017 došlo na vápněných plochách k významnému poklesu obsahu tohoto prvku, kdežto na kontrolních plochách se jeho obsah významně nezměnil. Tento významný pokles je důsledkem pohybu hořčíku půdním profilem, který je v porovnání s vápníkem rychlejší.

Extrahovatelné obsahy draslíku a fosforu se na vápněných i kontrolních plochách měnily statisticky nevýznamně.

V **organominerálním a minerálním horizontu** jsou na vápněných plochách vyšší hodnoty chemické půdní reakce aktivní i výměnné. Po deseti letech od vápnění není zjištěn významný rozdíl v těchto hodnotách.

Tab. 5: Vápněné porosty – organominerální horizont (průměrné hodnoty)

	2007	2009	2012	2017
pH _{H2O}	4,40	4,10	4,39	4,28
pH _{CaCl2}	3,60	3,47	3,69	3,46
Ca _{dus} (mg/kg)	148	358	1110	400
Mg _{dus} (mg/kg)	99,1	627	1162	542
K _{dus} (mg/kg)	223	120	129	119
Ca _{VYM} (mekv./kg)	3,49	12,8	36,2	14,5
Mg _{VYM} (mekv./kg)	1,62	10,5	25,3	13,9
K _{VYM} (mekv./kg)	0,68	1,23	1,63	1,48
CEC (mekv./kg)	49,9	93,3	130	104
BS (%)	11,8	22,9	36,2	27,3

Tab. 6: Vápněné porosty – minerální horizont (průměrné hodnoty)

	2007	2009	2012	2017
pH _{H2O}	4,55	4,43	4,48	4,64
pH _{CaCl2}	4,03	3,82	3,81	3,88
Ca _{dus} (mg/kg)	76,6	245	449	355
Mg _{dus} (mg/kg)	121	873	1196	718
K _{dus} (mg/kg)	173	101	103	95,1
Ca _{VYM} (mekv./kg)	1,02	5,59	12,3	9,08
Mg _{VYM} (mekv./kg)	0,49	4,41	9,10	6,90
K _{VYM} (mekv./kg)	0,39	0,72	1,03	0,91
CEC (mekv./kg)	27,8	69,2	85,1	70,1
BS (%)	7,50	16,1	24,9	21,8

V organominerálním (Tab. 5) i minerálním (Tab. 6) horizontu jsou hodnoty extrahovatelných obsahů (Ca_{dus}, Mg_{dus}) i obsahů výměnných kationtů vápníku (Ca_{VYM}) a hořčíku (Mg_{VYM}) na vápněných plochách vyšší než na kontrolních a v období 2012 – 2017 zde nedochází k významným změnám. Sycení vápníkem na vápněných plochách se snižuje z 36,2 mekv.kg⁻¹ na 14,5 mekv.kg⁻¹ a hořčíkem z 25,3 mekv.kg⁻¹ na 13,9 mekv.kg⁻¹ v organominerálním horizontu. V minerálním horizontu u vápníku z 12,3 mekv.kg⁻¹ na **9,08 mekv.kg⁻¹** a u hořčíku z 9,10 mekv.kg⁻¹ na **6,90 mg.kg⁻¹** na vápněných plochách. Na kontrolních plochách představuje na konci desetiletého období sycení vápníkem 4,69 mekv.kg⁻¹ a hořčíkem 2,76 mekv.kg⁻¹ v minerálním horizontu. Na vápněných plochách je tedy po deseti letech od vápnění vyšší sycení vápníkem a hořčíkem než na plochách kontrolních.

Extrahovatelné i přístupné obsahy draslíku, jsou v organominerálním a minerálním horizontu vápněných i kontrolních ploch podobné, bez významnější změny. Podobně je tomu u sycení sorpčního komplexu draslíkem.

Extrahovatelné obsahy fosforu jsou podobné v organominerálních i minerálních horizontech vápněných i kontrolních ploch. Ve sledovaném období po pěti a deseti letech od vápnění nejsou zjištěny významné rozdíly. Přístupné obsahy hořčíku jsou na všech plochách po celou dobu pozorování velmi nízké bez významných rozdílů i změn.

Tab. 7: Výměnné kationty v organominerálním horizontu v roce 2017.

	kontrolní (mediány)	vápněná
Ca ²⁺ (mekv./kg)	2,96	8,80
Mg ²⁺ (mekv./kg)	1,88	11,6
Al ³⁺ (mekv./kg)	68,0	64,2
Ca ²⁺ /Al ³⁺	0,05	0,16
Mg ²⁺ /Al ³⁺	0,02	0,20

Za dostatečný podíl Ca/Al v sorpčním komplexu považuje Bonneau (BONNEAU, 1992) hodnoty mezi 0,10 – 0,20 a pro Mg/Al minimální podíl 0,05 (Tab. 7). Tyto bezpečné hodnoty nejsou na vápněných plochách překročeny.

Tab. 8: Hodnocení BS v organominerálním horizontu v roce 2017

	kontrolní	vápněná
	(mediány)	
BS (%)	7,90	24,7
(Al + H) = Al _t	81,6	76,1
BS/Al _t	0,10	0,31

Na vápněných plochách je poměr BS/Al_t vyšší než 0,20 (Tab. 8). Kationty jako Ca, Mg a K mohou zmírnit Al rostlinnou toxicitu kompeticí s Al na adsorpčních místech kořenů. V oblasti nad tímto poměrem jsou kořeny dřevin chráněny dostatečným množstvím Ca²⁺ a Mg²⁺ kationtů. Projevem této ochrany může být nižší příjem kationtu Al³⁺ projevující se významně nižším obsahem hliníku v jehlicích běžného roku. V tomto smyslu lze tedy mluvit o pozitivním účinku vápnění na výživu dřevin.

Sycení půdního sorpčního komplexu bazickými kationty je na vápněných plochách vyšší v porovnání s kontrolními, v období 5 až 10 let po vápnění se na vápněných plochách nevýznamně snižuje z 36,2 % na 27,3 % na vápněných a z 13,2 % na 11,0 % na kontrolních plochách.

Tab. 9: Mediány obsahů prvků v mg.kg⁻¹ (N v %) v jehlicích běžného roku na vápněných plochách na konci desetiletého období.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	B
vápněná	1,33	1680	6010	3530	972	896	197	30,1	12,6
hodnocení	2	3	3	3	2	1	3	3	2
kontrolní	1,33	1480	5570	2650	891	890	243	30,5	13,4
hodnocení	2	2	2	2	2	1	3	3	2

Pozn. Jehlice běžného roku jsou odebrány v témže roce, kdy vyrašily, předchozího roku jsou o rok starší. Hodnocení podle Hüttla in Šrámek 2009.1 – nedostatečný, 2 – vyhovující, 3 – nadbytečný.

Tab. 10: Modelové a skutečné poměry vybraných prvků v jehlicích běžného roku na vápněných plochách

Poměr	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg
Modelový *	7,1 - 10,0	1 - 3	2 - 7	8 - 14	0,8 - 2,4	2,2 - 6,4	2,5 - 5
zjištěný	8,11	2,28	3,87	13,2	1,71	5,82	3,38

*(ŠRÁMEK et al, 2009)

Obsah dusíku v **jehlicích běžného roku** významně poklesl v období od 5 do 10 let po vápnění z hodnoty 1,51 % na hodnotu 1,36 %. K podobnému rovněž statisticky významnému poklesu došlo na kontrolních plochách. Pokles tedy není způsoben vápněním lesa. Významný pokles je zaznamenán i u fosforu. Zde je zjištěn i významný pokles v jehlicích předchozího roku. Vedle nižšího příjmu jehlicemi v běžném roce je tedy zjištěna i remobilizace z jehlic předchozího roku. Na konci desetiletého období po vápnění lesa je hodnota mediánu obsahů fosforu v jehlicích běžného roku na dostatečné úrovni. Obsahy draslíku zůstávají v době po pěti a deseti letech od vápnění beze změny. Na vápněných plochách jsou tyto obsahy poněkud vyšší. Obsahy vápníku jsou na vápněných plochách vyšší. Průměrný obsah zjištěný po deseti letech (3452 mg.kg⁻¹) od vápnění je významně nižší než obsah zjištěný pět let po vápnění (4247 mg.kg⁻¹).

Průměrné hodnoty obsahů hořčíku se v období po pěti a deseti letech od vápnění nevýznamně snížily z 1041 mg.kg⁻¹ na 997 mg.kg⁻¹. Nicméně hodnota na vápněných plochách zjištěná deset let po vápnění je významně vyšší (997 mg.kg⁻¹) než hodnota zjištěná na plochách kontrolních (852 mg.kg⁻¹) (Tab. 11).

Průměrné hodnoty obsahů síry se v období 2012 - 2017 významně snížily na vápněných i kontrolních plochách.

Na vápněných plochách jsou po dobu pozorování poněkud nižší obsahy manganu, což může souviset s jeho nižší přístupností na méně kyselých půdách. Tuto skutečnost lze vzhledem k možnému toxickému působení manganu považovat za kladný dopad vápnění lesa. Podobně je tomu s hliníkem, jehož obsah je významně nižší v jehlicích běžného roku na konci desetiletého období (55,9 mg.kg⁻¹ v roce 2012 > 43,4 mg.kg⁻¹ v roce 2017). Toto snížení je v souladu s poznatky MISSONA ET ALL.

(2001), kteří studovali důsledky vápnění a hnojení v Ardenách. Ve sledovaném období se také významně snížily obsahy chromu a mědi v jehlicích běžného roku na vápněných i kontrolních plochách. Zde se zřejmě odráží nižší atmosferické zatížení těžkými kovy. Nepříznivě se z hlediska výživy lesních dřevin vyvíjí obsahy boru, které se snižují na vápněných i kontrolních plochách až k hranici dostatečné úrovně. Tento jev je všeobecný a nepovažujeme jej za důsledek vápnění a je výsledkem tvorby organických sloučenin, které zvyšují nerozpustnost boru a jeho nízkou přístupnost rostlinám.

Tab. 11: Vápněné porosty – smrk jehlice běžného roku (průměrné obsahy)

	2007	2009	2012	2017
N (%)	1,73	1,50	1,51	1,36
P (mg/kg)	1933	1836	1889	1678
K (mg/kg)	6157	5990	6525	6076
Ca (mg/kg)	5567	4912	4247	3452
Mg (mg/kg)	1450	1191	1041	997
Mn (mg/kg)	374	307	298	284
B (mg/kg)	14,8	19,2	15,7	12,6
Zn (mg/kg)	36,6	36,7	32,6	33,0
S (mg/kg)	1163	1161	1082	905

2007 – 3 porosty

2009 - 9 porostů

2012 a 2017 – 12 porostů

Přehled výsledků chemického složení jehlic před vápněním a po dvou, pěti a deseti letech (Tab. 11) ukazuje především na postupné klesání obsahů vápníku a hořčíku.

5. Závěr

Šetřením účinnosti leteckého vápnění dolomitickým vápníkem v roce 2007 byly potvrzeny jeho žádoucí účinky na půdní prostředí

- Zvýšení obsahů vápníku a hořčíku ve všech horizontech a šetřených formách těchto prvků
- Zvýšení sycení půdního sorpčního komplexu bazickými kationty

Nebyly potvrzeny možné škodlivé dopady vápnění na půdní prostředí

- Nežádoucí úbytek půdního organického materiálu
- Snížení obsahů draslíku případně fosforu v jejich zjišťovaných formách – extrahovatelné, přístupné a v případě draslíku i výměnné.

Šetření účinnosti vápnění v desetiletém období po vápnění potvrdilo očekávané trendy ve vývoji obsahů vápníku a hořčíku ve formě extrahovatelné, přístupné i výměnné. Podobně tomu je u vývoje chemické půdní reakce.

6. Přílohy

6.1. Popisné statistiky a testy

6.1.1. Nadložní organický horizont

Popisné statistiky – nadložní organický horizont – kontrolní porosty

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
Nad. humus [t/ha]	13	108	95,8	50,9	200	77,4	137
pH _{CaCl2}	13	3,25	3,20	2,90	4,20	3,00	3,40
pH _{H2O}	13	4,08	4,10	3,70	4,90	3,90	4,20
N [%]	13	1,59	1,60	1,20	1,87	1,49	1,71
C _{OX} [%]	13	31,8	31,0	11,7	41,8	27,4	37,3
C/N	13	19,7	20,2	9,75	23,8	17,9	22,5
Al _{dus} [mg/kg]	13	7195	7420	3900	12100	5780	8280
B _{dus} [mg/kg]	13	3,29	3,30	1,70	5,50	2,90	3,70
Ca _{dus} [mg/kg]	13	1596	1230	179	7760	781	1440
Cd _{dus} [mg/kg]	13	0,32	0,27	< 0,02	0,58	0,25	0,44
Cr _{dus} [mg/kg]	13	10,3	9,74	4,65	19,5	7,65	11,5
Cu _{dus} [mg/kg]	13	13,7	13,8	6,04	20,2	11,6	16,4
Fe _{dus} [mg/kg]	13	8609	7630	3250	21000	6290	10400
K _{dus} [mg/kg]	13	1271	1230	860	1910	1050	1510
Mg _{dus} [mg/kg]	13	1043	938	317	2630	376	1250
Mn _{dus} [mg/kg]	13	211	154	34,4	809	65,4	310
P _{dus} [mg/kg]	13	1008	980	725	1360	900	1110
Pb _{dus} [mg/kg]	13	145	108	68,5	318	100	134
Zn _{dus} [mg/kg]	13	40,0	35,7	21,3	85,0	29,4	43,3

Popisné statistiky – nadložní organický horizont – vápněné porosty (deset let po vápnění)

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
Nad. humus [t/ha]	14	130	136	24,8	226	73,8	176
pH _{CaCl2}	14	3,96	3,95	3,00	4,80	3,60	4,40
pH _{H2O}	14	4,65	4,65	3,80	5,40	4,40	5,00
N [%]	14	1,55	1,49	1,24	1,98	1,39	1,68
C _{OX} [%]	14	32,2	31,3	25,3	40,8	27,6	36,8
C/N	14	20,8	20,0	16,8	25,2	19,0	22,2
Al _{dus} [mg/kg]	14	6716	6620	4990	9310	5290	8220
B _{dus} [mg/kg]	14	3,62	3,65	1,90	6,20	3,10	3,90
Ca _{dus} [mg/kg]	14	4464	3845	1510	11200	2250	5540
Cd _{dus} [mg/kg]	14	0,44	0,40	0,17	0,95	0,35	0,48
Cr _{dus} [mg/kg]	14	10,46	9,10	3,66	18,70	7,25	13,30
Cu _{dus} [mg/kg]	14	12,59	11,40	6,58	21,30	9,71	13,60
Fe _{dus} [mg/kg]	14	7897	7650	2460	14200	4590	10800
K _{dus} [mg/kg]	14	1198	1190	796	1490	1040	1380
Mg _{dus} [mg/kg]	14	2018	1565	467	4170	1190	2990
Mn _{dus} [mg/kg]	14	321	187	45,3	1180	100	399
P _{dus} [mg/kg]	14	1080	1035	569	1710	850	1230
Pb _{dus} [mg/kg]	14	161	168	65,6	301	122	191
Zn _{dus} [mg/kg]	14	44,6	42,2	15,0	97,7	30,4	51,8

Porovnání průměrných hodnot* (nadložní organický horizont)

	Porost			
	Vápněný		Kontrolní	
	2012 pět let po vápnění (A)	2017 deset let po vápnění (B)	2012 (C)	2017 (D)
Nad. humus [t/ha]	121	130	150	100
pH _{CaCl2}	4,14 ^C	3,96 ^D	3,22 ^A	3,27 ^B
pH _{H2O}	4,76 ^C	4,65 ^D	4,03 ^A	4,10 ^B
N [%]	1,28 ^B	1,55 ^A	1,25 ^D	1,60 ^C
C _{OX} [%]	20,7 ^B	32,2 ^A	25,1 ^D	32,4 ^C
C/N	16,6	20,8	20,0	19,9
Al _{dus} [mg/kg]	7992	6716	6070	7104
Ca _{dus} [mg/kg]	4656 ^C	4464 ^D	1605 ^A	1711 ^B
Cd _{dus} [mg/kg]	0,46	0,44 ^D	0,50 ^D	0,30 ^{BC}
Cr _{dus} [mg/kg]	13,8	10,5	9,10	10,2
Cu _{dus} [mg/kg]	10,9	12,6	12,8	13,5
Fe _{dus} [mg/kg]	9320	7897	7562	8691
K _{dus} [mg/kg]	1330	1198	1340	1225
Mg _{dus} [mg/kg]	2867 ^{BC}	2018 ^A	848 ^A	1099
Mn _{dus} [mg/kg]	325	321	157	225
P _{dus} [mg/kg]	1127	1080	934	999
Pb _{dus} [mg/kg]	139	161	143	131
Zn _{dus} [mg/kg]	46,9	44,6	43,2	41,6

* ANOVA při opakovaných měřeních, statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$); písmena A,B,C,D označují zjištěný statisticky významný rozdíl od hodnoty uvedené v tomto sloupci.

Poznámka: K porovnání byly použity výsledky opakovaných odběrů z 12 kontrolních porostů a ze 14 vápněných porostů.

6.1.2. Horizont organominerální

Popisné statistiky – horizont organominerální – kontrolní porosty

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
pH _{CaCl2}	13	3,37	3,40	3,10	3,60	3,20	3,50
pH _{H2O}	13	4,09	4,10	3,80	4,40	3,90	4,20
Vým. acidita [mekv./kg]	13	166	171	102	230	146	177
C _{ox} [%]	13	4,60	4,92	< 0,35	7,15	4,33	6,14
N [%]	13	0,28	0,31	0,11	0,37	0,26	0,34
C/N	13	14,9	16,5	1,64	20,4	15,5	17,7
Al _{MIII} [mg/kg]	13	1848	1840	1140	2260	1690	2120
P _{MIII} [mg/kg]	13	--	5,42	< 3,5	46,1	< 3,5	8,65
K _{MIII} [mg/kg]	13	64,5	56,7	38,1	125	48,6	65,5
Ca _{MIII} [mg/kg]	13	100	50,3	< 30	283	30,0	193
Mg _{MIII} [mg/kg]	13	46,7	23,8	12,5	167	18,2	46,7
B _{MIII} [mg/kg]	13	< 0,5	0,51	< 0,5	0,70	< 0,5	0,58
Fe _{MIII} [mg/kg]	13	656	680	273	826	617	722
S _{MIII} [mg/kg]	13	31,2	23,8	9,71	76,9	21,4	30,8
P _{dus} [mg/kg]	13	202	150	42,6	381	139	273
K _{dus} [mg/kg]	13	119	116	77,9	182	83,8	139
Mg _{dus} [mg/kg]	13	521	217	16,4	2230	147	664
Ca _{dus} [mg/kg]	13	177	160	37,1	386	58,8	244
Al _{dus} [mg/kg]	13	4528	3670	1660	8630	2910	6560
Cd _{dus} [mg/kg]	13	--	0,23	< 0,2	0,53	< 0,2	0,33
Cr _{dus} [mg/kg]	13	5,99	5,01	0,36	13,90	3,17	8,23
Cu _{dus} [mg/kg]	13	7,46	5,79	1,84	33,70	4,09	6,25
Fe _{dus} [mg/kg]	13	9016	8580	424	15000	6930	13200
Mn _{dus} [mg/kg]	13	131	71,7	2,41	316	43,4	210
Pb _{dus} [mg/kg]	13	90,2	90,5	27,7	151	77,0	108
Zn _{dus} [mg/kg]	13	15,1	10,3	3,05	41,5	7,56	20,4
(Al+H) _{VYM} [mekv./kg]	13	83,8	81,6	58,0	116	72,2	96,4
K _{VYM} [mekv./kg]	13	1,28	1,11	0,68	2,55	0,96	1,35
Ca _{VYM} [mekv./kg]	13	5,51	2,96	< 1,0	17,0	1,97	9,13
Mg _{VYM} [mekv./kg]	13	3,69	1,88	0,91	12,6	1,43	3,23
Na _{VYM} [mekv./kg]	13	0,32	0,30	0,19	0,49	0,27	0,38
Mn _{VYM} [mekv./kg]	13	0,38	0,19	< 0,1	1,14	0,13	0,60
Al _{VYM} [mekv./kg]	13	69,6	68,0	45,3	93,3	59,4	80,5
Fe _{VYM} [mekv./kg]	13	4,62	4,79	1,22	9,40	3,05	5,71
CEC [mekv./kg]	13	94,7	97,2	62,7	122	75,8	107
BS [%]	13	11,0	7,90	4,70	25,5	5,30	14,3

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

Popisné statistiky – horizont organominerální – vápněné porosty (deset let po vápnění)

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
pH _{CaCl2}	14	3,46	3,50	2,90	4,00	3,30	3,60
pH _{H2O}	14	4,28	4,30	3,70	4,70	4,20	4,40
Vým. acidita [mekv./kg]	14	162	161	118	211	141	182
C _{OX} [%]	14	5,34	5,56	2,84	6,81	4,87	5,92
N [%]	14	0,33	0,32	0,22	0,39	0,31	0,35
C/N	14	16,3	16,5	12,9	19,0	15,1	17,9
Al _{MIII} [mg/kg]	14	1789	1920	1060	2080	1690	2020
P _{MIII} [mg/kg]	14	--	5,20	< 3,5	42,2	< 3,5	12,7
K _{MIII} [mg/kg]	14	71,4	69,9	41,7	132	49,7	79,1
Ca _{MIII} [mg/kg]	14	232	147	46,5	789	114	261
Mg _{MIII} [mg/kg]	14	160	130	41,2	391	98,7	202
B _{MIII} [mg/kg]	14	< 0,5	0,54	< 0,5	0,68	< 0,5	0,60
Fe _{MIII} [mg/kg]	14	622	636	358	785	556	697
S _{MIII} [mg/kg]	14	31,0	26,3	12,1	70,9	18,6	34,1
P _{dus} [mg/kg]	14	270	268	45,7	596	175	336
K _{dus} [mg/kg]	14	119	113	67,9	200	85,5	157
Mg _{dus} [mg/kg]	14	542	303	61,1	1970	191	728
Ca _{dus} [mg/kg]	14	400	307	120	1470	162	454
Al _{dus} [mg/kg]	14	4401	4220	1270	8150	3050	5410
Cd _{dus} [mg/kg]	14	0,28	0,29	< 0,2	0,53	0,21	0,36
Cr _{dus} [mg/kg]	14	7,07	3,37	0,45	25,9	2,53	8,31
Cu _{dus} [mg/kg]	14	7,13	6,04	3,30	17,0	4,29	7,16
Fe _{dus} [mg/kg]	14	9724	10050	616	17400	7970	11000
Mn _{dus} [mg/kg]	14	242	207	5,62	836	85,1	268
Pb _{dus} [mg/kg]	14	131	128	60,6	293	82,2	145
Zn _{dus} [mg/kg]	14	14,9	14,8	4,38	30,4	8,17	20,1
(Al+H) _{VYM} [mekv./kg]	14	73,8	76,1	34,5	101,0	65,2	84,4
K _{VYM} [mekv./kg]	14	1,48	1,37	0,85	2,81	1,03	1,79
Ca _{VYM} [mekv./kg]	14	14,5	8,8	2,48	56,2	6,95	19,3
Mg _{VYM} [mekv./kg]	14	13,9	11,6	3,34	35,5	8,49	17,2
Na _{VYM} [mekv./kg]	14	0,39	0,37	0,19	0,82	0,27	0,47
Mn _{VYM} [mekv./kg]	14	0,64	0,33	< 0,1	2,07	0,21	1,17
Al _{VYM} [mekv./kg]	14	61,8	64,2	31,6	92,3	48,8	71,1
Fe _{VYM} [mekv./kg]	14	3,65	2,96	0,40	7,12	1,70	6,06
CEC [mekv./kg]	14	104	107	71,4	143	79,8	123
BS [%]	14	27,3	24,7	10,0	73,2	20,3	26,9

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

Porovnání průměrných hodnot* (organominerální horizont)

	Porost			
	Vápněný		Kontrolní	
	2012 pět let po vápnění (A)	2017 deset let po vápnění (B)	2012 (C)	2017 (D)
pH _{CaCl2}	3,69	3,46	3,28	3,37
pH _{H2O}	4,39 ^C	4,28	3,92 ^A	4,09
Vým. acidita [mekv./kg]	149	162	165	166
C _{OX} [%]	6,80 ^B	5,34 ^A	5,81 ^D	4,60 ^C
N [%]	0,26 ^B	0,33 ^A	0,22 ^D	0,28 ^C
C/N	26,6 ^B	16,3 ^A	27,3 ^D	14,9 ^C
Al _{MIII} [mg/kg]	1415 ^B	1789 ^A	1438 ^D	1848 ^C
P _{MIII} [mg/kg]	11,8	--	--	--
K _{MIII} [mg/kg]	82,4	71,4	66,7	64,5
Ca _{MIII} [mg/kg]	578	232	145	100
Mg _{MIII} [mg/kg]	295 ^C	160	49,5 ^A	46,7
Fe _{MIII} [mg/kg]	543 ^{BC}	622 ^A	663 ^A	656
P _{dus} [mg/kg]	261	270	224	202
K _{dus} [mg/kg]	129	119	122	119
Mg _{dus} [mg/kg]	1162	542	425	521
Ca _{dus} [mg/kg]	1110	400	193	177
Al _{dus} [mg/kg]	4519	4401	3888	4528
Cd _{dus} [mg/kg]	< 0,2 ^B	0,28 ^A	< 0,2	--
Cr _{dus} [mg/kg]	8,81	7,07	5,49	5,99
Cu _{dus} [mg/kg]	8,95	7,13	7,33	7,46
Fe _{dus} [mg/kg]	9205	9724	9796	9016
Mn _{dus} [mg/kg]	290	242	119	131
Pb _{dus} [mg/kg]	106	131	93,9	90,2
Zn _{dus} [mg/kg]	17,8 ^B	14,9 ^A	15,3	15,1
(Al+H) _{VYM} [mekv./kg]	66,0 ^C	73,8	89,1 ^A	83,8
K _{VYM} [mekv./kg]	1,63	1,48	1,36	1,28
Ca _{VYM} [mekv./kg]	36,2	14,5	7,22	5,51
Mg _{VYM} [mekv./kg]	25,3 ^C	13,9	4,11 ^A	3,69
Na _{VYM} [mekv./kg]	0,40	0,39	0,39	0,32
Mn _{VYM} [mekv./kg]	0,72	0,64	--	0,38
Al _{VYM} [mekv./kg]	56,0	61,8	75,7	69,6
Fe _{VYM} [mekv./kg]	2,57 ^C	3,65	5,47 ^A	4,62
CEC [mekv./kg]	130	104	102	94,7
BS [%]	36,2 ^C	27,3	13,2 ^A	11,0

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

* ANOVA při opakovaných měřeních, statisticky významný rozdíl (p < 0,05); písmena A,B,C,D označují zjištěný statisticky významný rozdíl od hodnoty uvedené v tomto sloupci.

6.1.3. Horizont minerální

Popisné statistiky – horizont minerální – kontrolní porosty

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
pH _{CaCl2}	13	3,78	3,80	3,50	4,00	3,70	3,90
pH _{H2O}	13	4,45	4,50	4,20	4,70	4,30	4,60
Vým. acidita [mekv./kg]	13	143	134	89,6	196	127	160
C _{ox} [%]	13	3,75	3,73	< 0,35	6,28	2,90	4,74
N [%]	13	0,22	0,22	< 0,04	0,35	0,20	0,30
C/N	13	15,8	16,3	9,00	20,2	14,5	17,7
Al _{MIII} [mg/kg]	13	2352	2270	1730	3480	2060	2530
P _{MIII} [mg/kg]	13	--	7,59	< 3,5	50,9	< 3,5	10,7
K _{MIII} [mg/kg]	13	47,7	41,9	24,9	97,4	32,3	58,6
Ca _{MIII} [mg/kg]	13	86,4	38,7	< 30	226	30,0	143
Mg _{MIII} [mg/kg]	13	33,6	11,7	< 10	130	10,8	33,4
B _{MIII} [mg/kg]	13	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,75	< 0,5	0,54
Fe _{MIII} [mg/kg]	13	519	570	270	698	362	630
S _{MIII} [mg/kg]	13	41,3	33,0	23,9	72,8	30,1	48,4
P _{dus} [mg/kg]	13	223	209	100	398	196	247
K _{dus} [mg/kg]	13	115	91,0	61,0	249	74,1	136
Mg _{dus} [mg/kg]	13	550	247	33,3	2410	187	682
Ca _{dus} [mg/kg]	13	181	167	34,6	374	59,6	290
Al _{dus} [mg/kg]	13	7176	7470	3400	10100	4820	9420
Cd _{dus} [mg/kg]	13	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,40	< 0,2	0,26
Cr _{dus} [mg/kg]	13	7,28	6,66	2,36	13,6	4,50	11,1
Cu _{dus} [mg/kg]	13	5,03	5,07	1,55	8,03	3,86	5,73
Fe _{dus} [mg/kg]	13	12252	12000	4720	21300	10500	13800
Mn _{dus} [mg/kg]	13	234	183	12,6	674	72,7	330
Pb _{dus} [mg/kg]	13	64,3	54,9	15,9	117,0	41,3	85,0
Zn _{dus} [mg/kg]	13	15,3	11,6	5,52	42,4	9,05	18,4
(Al+H) _{VYM} [mekv./kg]	13	63,6	64,7	39,1	90,1	47,2	74,7
K _{VYM} [mekv./kg]	13	0,88	0,74	0,38	1,88	0,59	1,07
Ca _{VYM} [mekv./kg]	13	4,69	1,70	1,24	12,6	1,51	7,59
Mg _{VYM} [mekv./kg]	13	2,76	0,89	0,60	10,9	0,79	1,90
Na _{VYM} [mekv./kg]	13	0,27	0,26	0,22	0,36	0,22	0,29
Mn _{VYM} [mekv./kg]	13	0,40	0,28	< 0,1	0,94	0,12	0,66
Al _{VYM} [mekv./kg]	13	58,2	61,8	34,2	83,1	43,4	71,6
Fe _{VYM} [mekv./kg]	13	1,85	0,88	< 0,3	5,17	0,65	2,73
CEC [mekv./kg]	13	72,2	77,0	42,1	108	50,3	88,8
BS [%]	13	10,7	7,00	3,90	21,9	5,30	17,1

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

Popisné statistiky – horizont minerální – vápněné porosty (deset let po vápnění)

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
pH _{CaCl2}	14	3,88	3,90	3,00	4,20	3,80	4,10
pH _{H2O}	14	4,64	4,70	3,80	5,10	4,60	4,80
Vým. acidita [mekv./kg]	14	141	134	107	214	123	148
C _{OX} [%]	14	3,99	3,75	0,85	6,15	3,23	5,02
N [%]	14	0,25	0,25	0,09	0,40	0,21	0,32
C/N	14	15,9	16,0	9,44	24,3	14,3	17,0
Al _{MIII} [mg/kg]	14	2469	2520	1300	3340	2120	2750
P _{MIII} [mg/kg]	14	--	7,87	< 3,5	29,8	< 3,5	11,4
K _{MIII} [mg/kg]	14	49,0	46,2	< 20	98,7	32,5	70,2
Ca _{MIII} [mg/kg]	14	138	91,0	30,0	454	30,0	171
Mg _{MIII} [mg/kg]	14	80,2	43,0	16,7	307	33,7	80,7
B _{MIII} [mg/kg]	14	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,69	< 0,5	0,56
Fe _{MIII} [mg/kg]	14	397	411	146	658	261	475
S _{MIII} [mg/kg]	14	41,5	40,5	10,9	70,7	35,2	46,7
P _{dus} [mg/kg]	14	368	341	60,9	866	237	472
K _{dus} [mg/kg]	14	95,1	79,6	50,8	184	62,1	120
Mg _{dus} [mg/kg]	14	718	167	33,2	3360	126	996
Ca _{dus} [mg/kg]	14	355	187	78,7	1340	99,0	385
Al _{dus} [mg/kg]	14	8451	8830	1590	12400	6630	10300
Cd _{dus} [mg/kg]	14	--	< 0,2	< 0,2	0,49	< 0,2	0,28
Cr _{dus} [mg/kg]	14	8,07	5,71	0,44	23,40	3,42	10,80
Cu _{dus} [mg/kg]	14	5,51	5,00	2,52	10,90	3,24	7,19
Fe _{dus} [mg/kg]	14	10964	11500	685	16800	8250	12800
Mn _{dus} [mg/kg]	14	403	286	3,86	1620	174	490
Pb _{dus} [mg/kg]	14	73,9	52,4	21,4	205,0	45,3	82,7
Zn _{dus} [mg/kg]	14	16,4	15,9	6,55	30,3	8,57	21,8
(Al+H) _{VYM} [mekv./kg]	14	52,9	47,2	26,3	94,4	37,6	69,1
K _{VYM} [mekv./kg]	14	0,91	0,82	0,34	2,03	0,56	1,22
Ca _{VYM} [mekv./kg]	14	9,08	5,09	1,81	30,50	3,16	9,34
Mg _{VYM} [mekv./kg]	14	6,90	3,59	1,33	27,50	2,87	6,44
Na _{VYM} [mekv./kg]	14	0,28	0,25	0,15	0,60	0,20	0,32
Mn _{VYM} [mekv./kg]	14	0,73	0,42	< 0,1	3,24	0,22	0,83
Al _{VYM} [mekv./kg]	14	47,6	44,2	24,0	75,5	36,7	63,9
Fe _{VYM} [mekv./kg]	14	1,09	0,73	< 0,3	3,36	0,37	1,65
CEC [mekv./kg]	14	70,1	68,9	31,1	121	45,5	80,6
BS [%]	14	21,8	16,2	9,70	64,0	13,5	22,2

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

Porovnání průměrných hodnot* (minerální horizont)

	Porost			
	Vápněný		Kontrolní	
	2012 pět let po vápnění (A)	2017 deset let po vápnění (B)	2012 (C)	2017 (D)
pH _{CaCl2}	3,81	3,88	3,65	3,78
pH _{H2O}	4,48 ^C	4,64	4,20 ^{AD}	4,45 ^C
Vým. acidita [mekv./kg]	136	141	144	143
C _{OX} [%]	5,25 ^B	3,99 ^A	4,88	3,75
N [%]	0,16 ^B	0,25 ^A	0,13 ^D	0,22 ^C
C/N	56,1 ^B	15,9 ^A	40,3	15,8
Al _{MIII} [mg/kg]	1816 ^B	2469 ^A	1836 ^D	2352 ^C
P _{MIII} [mg/kg]	--	--	--	--
K _{MIII} [mg/kg]	56,0	49,0	45,5	47,7
Ca _{MIII} [mg/kg]	203	138	83,6	86,4
Mg _{MIII} [mg/kg]	109 ^C	80,2	-- ^A	33,6
Fe _{MIII} [mg/kg]	454	397	569	519
P _{dus} [mg/kg]	294	368	254	223
K _{dus} [mg/kg]	103	95,1	110	115
Mg _{dus} [mg/kg]	1196	718	519	550
Ca _{dus} [mg/kg]	449	355	172	181
Al _{dus} [mg/kg]	6554 ^B	8451 ^A	6156	7176
Cd _{dus} [mg/kg]	< 0,2 ^B	-- ^A	< 0,2	< 0,2
Cr _{dus} [mg/kg]	9,45	8,07	6,70	7,28
Cu _{dus} [mg/kg]	5,77	5,51	5,85	5,03
Fe _{dus} [mg/kg]	11328	10964	11624	12252
Mn _{dus} [mg/kg]	449	403	206	234
Pb _{dus} [mg/kg]	72,1	73,9	68,2	64,3
Zn _{dus} [mg/kg]	19,0	16,4	16,7	15,3
(Al+H) _{VYM} [mekv./kg]	62,4	52,9	75,0	63,6
K _{VYM} [mekv./kg]	1,03	0,91	0,86	0,88
Ca _{VYM} [mekv./kg]	12,3 ^C	9,08	4,39 ^A	4,69
Mg _{VYM} [mekv./kg]	9,10 ^C	6,90	2,26 ^A	2,76
Na _{VYM} [mekv./kg]	0,31	0,28	0,30	0,27
Mn _{VYM} [mekv./kg]	0,76	0,73	0,42	0,40
Al _{VYM} [mekv./kg]	56,3	47,6	68,2	58,2
Fe _{VYM} [mekv./kg]	--	1,09	2,62	1,85
CEC [mekv./kg]	85,1 ^B	70,1 ^A	82,8	72,2
BS [%]	24,9 ^C	21,8	8,98 ^A	10,7

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

* ANOVA při opakovaných měřeních, statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$); písmena A,B,C,D označují zjištěný statisticky významný rozdíl od hodnoty uvedené v tomto sloupci.

6.1.4. Smrk ztepilý – jehlice běžného roku

Popisné statistiky – smrk ztepilý (jehlice běžného roku) - kontrolní porosty

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
Al [mg/kg]	11	50,4	53,7	39,1	62,6	41,2	59,3
B [mg/kg]	11	14,0	13,4	10,8	21,0	13,1	13,9
Ca [mg/kg]	11	2753	2650	1430	4090	2080	3320
Cd [mg/kg]	11	0,07	0,05	< 0,02	0,26	0,04	0,07
Cr [mg/kg]	11	0,12	0,12	< 0,1	0,15	0,11	0,14
Cu [mg/kg]	11	3,01	3,04	2,52	3,53	2,70	3,24
Fe [mg/kg]	11	31,1	30,5	25,8	37,5	27,3	34,0
K [mg/kg]	11	6055	5570	4470	9870	5110	6640
Mg [mg/kg]	11	861	891	605	998	810	900
Mn [mg/kg]	11	299	243	95,7	699	211	427
N [%]	11	1,31	1,33	1,13	1,49	1,26	1,36
Ni [mg/kg]	11	1,47	1,21	0,53	3,99	0,65	2,04
P [mg/kg]	11	1535	1480	1120	2010	1380	1770
Pb [mg/kg]	11	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
S [mg/kg]	11	914	890	820	1020	857	975
Zn [mg/kg]	11	28,3	28,7	20,7	34,8	24,4	31,5

Popisné statistiky – smrk ztepilý (jehlice běžného roku) - vápněné porosty (deset let po vápnění)

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
Al [mg/kg]	13	42,9	39,7	28,1	55,6	37,6	51,3
B [mg/kg]	13	12,5	12,6	9,10	19,0	10,9	13,3
Ca [mg/kg]	13	3515	3530	2460	4920	2930	3840
Cd [mg/kg]	13	0,10	0,06	< 0,02	0,21	0,04	0,16
Cr [mg/kg]	13	0,11	0,11	< 0,1	0,15	0,10	0,12
Cu [mg/kg]	13	3,25	3,10	2,74	3,70	3,05	3,55
Fe [mg/kg]	13	28,8	30,1	23,2	36,0	24,9	31,0
K [mg/kg]	13	6110	6010	4470	8630	5480	6650
Mg [mg/kg]	13	1000	972	868	1200	956	1040
Mn [mg/kg]	13	270	197	78,6	736	131	299
N [%]	13	1,35	1,33	1,25	1,50	1,28	1,41
Ni [mg/kg]	13	1,39	1,09	0,37	3,00	0,79	1,67
P [mg/kg]	13	1668	1680	1370	1890	1560	1850
Pb [mg/kg]	13	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
S [mg/kg]	13	903	896	823	1030	877	929
Zn [mg/kg]	13	33,1	32,2	26,7	39,8	32,0	34,5

Porovnání průměrných hodnot* (smrk ztepilý – jehlice běžného roku)

	Porost			
	Vápněný		Kontrolní	
	2012 pět let po vápnění (A)	2017 deset let po vápnění (B)	2012 (C)	2017 (D)
Al [mg/kg]	55,9 ^B	43,4 ^A	62,8	50,2
B [mg/kg]	15,7 ^B	12,6 ^A	16,5 ^D	13,3 ^C
Ca [mg/kg]	4247 ^B	3452 ^A	3693	2900
Cd [mg/kg]	0,11	0,09	0,08	0,08
Cr [mg/kg]	0,19 ^B	0,11 ^A	0,23 ^D	0,12 ^C
Cu [mg/kg]	3,61 ^{BC}	3,26 ^{AD}	3,33 ^{AD}	2,93 ^{BC}
Fe [mg/kg]	37,0 ^B	28,7 ^A	40,5 ^D	30,9 ^C
K [mg/kg]	6525	6076	5912	5696
Mg [mg/kg]	1041	997 ^D	932	852 ^B
Mn [mg/kg]	298	284	431 ^D	302 ^C
N [%]	1,51 ^B	1,36 ^A	1,47 ^D	1,29 ^C
Ni [mg/kg]	1,53	1,30	1,09	1,16
P [mg/kg]	1889 ^{BC}	1678 ^A	1626 ^A	1507
Pb [mg/kg]	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
S [mg/kg]	1082 ^B	905 ^A	1037 ^D	904 ^C
Zn [mg/kg]	36,2 ^{BC}	33,0 ^A	30,2 ^A	28,8

* ANOVA při opakovaných měřeních, statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$); písmena A,B,C,D označují zjištěný statisticky významný rozdíl od hodnoty uvedené v tomto sloupci.

Poznámka: K porovnání byly použity výsledky opakovaných odběrů z 9 kontrolních porostů a ze 12 vápněných porostů.

6.1.5. Smrk ztepilý – jehlice předchozího roku

Popisné statistiky – smrk ztepilý (jehlice předchozího roku) – kontrolní porosty

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
Al [mg/kg]	11	80,6	82,5	57,2	106	64,2	95,1
B [mg/kg]	11	18,2	17,3	13,7	30,9	15,6	19,6
Ca [mg/kg]	11	4976	4680	2910	8740	3340	6680
Cd [mg/kg]	11	0,06	0,05	< 0,02	0,21	0,03	0,06
Cr [mg/kg]	11	0,18	0,17	0,12	0,23	0,15	0,21
Cu [mg/kg]	11	2,32	2,35	1,64	2,82	2,05	2,67
Fe [mg/kg]	11	48,9	47,5	40,0	58,0	43,7	54,1
K [mg/kg]	11	4264	4090	3330	6810	3770	4560
Mg [mg/kg]	11	844	852	526	987	824	967
Mn [mg/kg]	11	503	356	125	1340	337	686
N [%]	11	1,32	1,32	1,09	1,53	1,25	1,35
Ni [mg/kg]	11	0,68	0,46	0,29	1,69	0,31	0,98
P [mg/kg]	11	1101	1090	847	1470	938	1290
Pb [mg/kg]	11	< 0,2	0,20	< 0,2	0,24	< 0,2	0,22
S [mg/kg]	11	966	948	907	1140	924	988
Zn [mg/kg]	11	24,0	24,8	12,9	33,8	18,8	27,8

Popisné statistiky – smrk ztepilý (jehlice předchozího roku) – vápněné porosty (deset let po vápnění)

	N	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil
Al [mg/kg]	13	60,1	58,0	40,5	92,9	45,3	68,6
B [mg/kg]	13	14,8	14,1	10,1	24,7	10,8	16,3
Ca [mg/kg]	13	6107	6060	4670	7720	5550	6680
Cd [mg/kg]	13	0,09	0,05	< 0,02	0,21	0,03	0,14
Cr [mg/kg]	13	0,16	0,16	0,11	0,22	0,14	0,17
Cu [mg/kg]	13	2,47	2,49	1,78	2,93	2,31	2,61
Fe [mg/kg]	13	43,6	44,3	32,0	51,8	40,5	46,2
K [mg/kg]	13	4072	3860	2700	5800	3750	4370
Mg [mg/kg]	13	1096	1020	863	1550	911	1230
Mn [mg/kg]	13	429	279	97,5	1400	218	491
N [%]	13	1,33	1,33	1,24	1,47	1,27	1,39
Ni [mg/kg]	13	0,70	0,42	0,24	1,62	0,31	1,03
P [mg/kg]	13	1170	1120	992	1420	1050	1260
Pb [mg/kg]	13	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,32	< 0,2	0,24
S [mg/kg]	13	940	924	839	1050	908	987
Zn [mg/kg]	13	27,1	25,5	19,9	38,8	24,6	28,1

Porovnání průměrných hodnot* (smrk ztepilý – jehlice předchozího roku)

	Porost			
	Vápněný		Kontrolní	
	2012 pět let po vápnění (A)	2017 deset let po vápnění (B)	2012 (C)	2017 (D)
Al [mg/kg]	74,8 ^B	60,4 ^{AD}	88,2	81,2 ^B
B [mg/kg]	18,9 ^B	15,2 ^A	21,9 ^D	17,1 ^C
Ca [mg/kg]	7286 ^B	6055 ^A	6324	5341
Cd [mg/kg]	0,08	0,08	0,06	0,06
Cr [mg/kg]	0,26 ^B	0,16 ^A	0,26 ^D	0,18 ^C
Cu [mg/kg]	2,18	2,47	2,23	2,22
Fe [mg/kg]	52,2 ^B	43,6 ^A	53,8	48,6
K [mg/kg]	4514 ^B	4048 ^A	4412	4036
Mg [mg/kg]	1236 ^B	1102 ^{AD}	1054 ^D	846 ^{BC}
Mn [mg/kg]	572	453	698	524
N [%]	1,40	1,34	1,40 ^D	1,29 ^C
Ni [mg/kg]	0,79 ^B	0,63 ^A	0,62	0,54
P [mg/kg]	1312 ^B	1175 ^A	1168	1080
Pb [mg/kg]	--	< 0,2	--	< 0,2
S [mg/kg]	1084 ^B	943 ^A	1078 ^D	948 ^C
Zn [mg/kg]	30,4	27,1	25,9	25,1

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

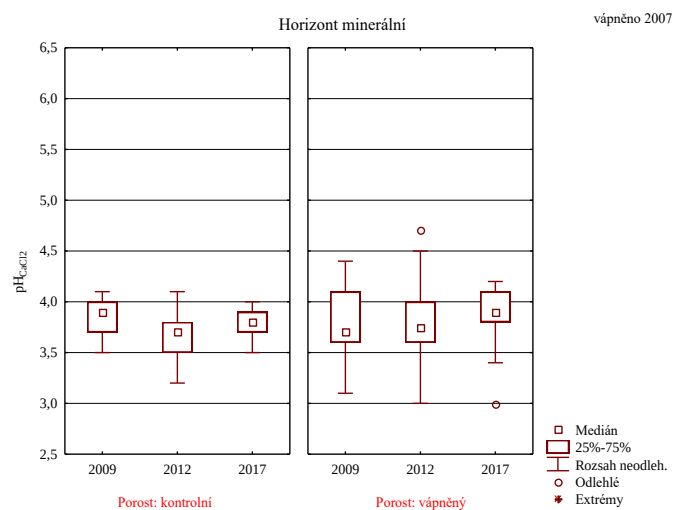
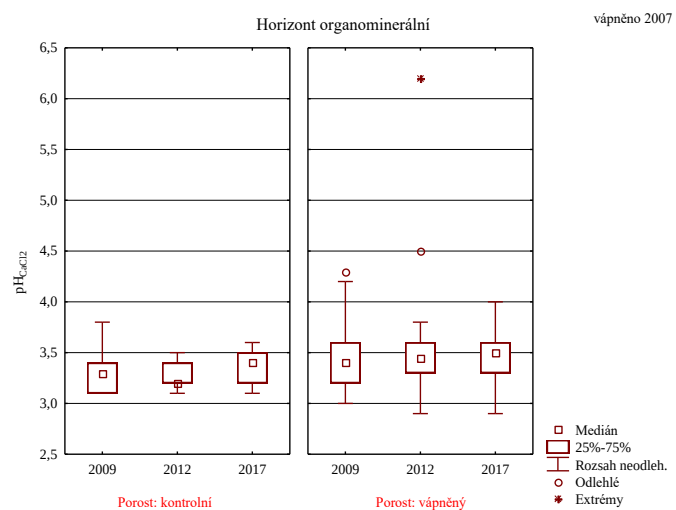
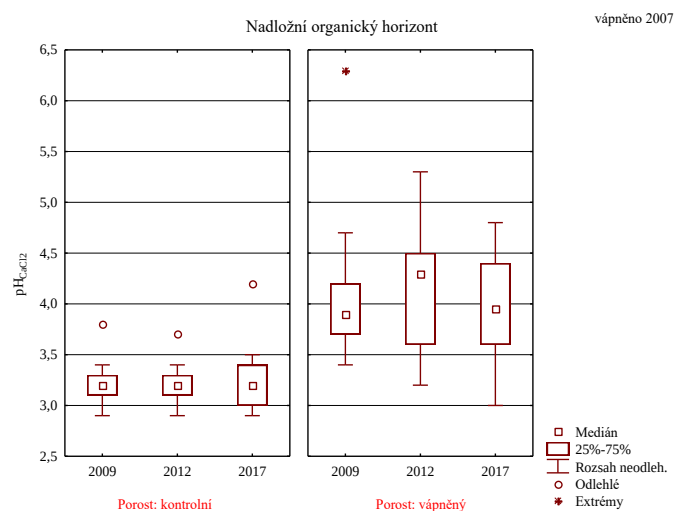
* ANOVA při opakovaných měřeních, statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$); písmena A,B,C,D označují zjištěný statisticky významný rozdíl od hodnoty uvedené v tomto sloupci.

Poznámka: K porovnání byly použity výsledky opakovaných odběrů z 9 kontrolních porostů a ze 12 vápněných porostů.

6.2. Grafy

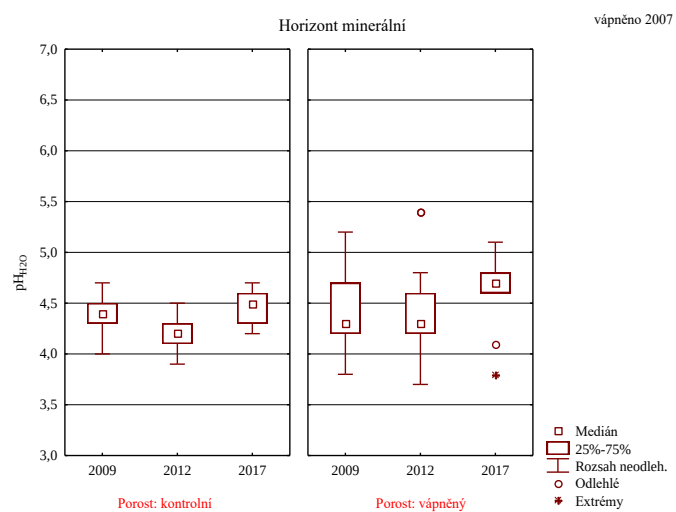
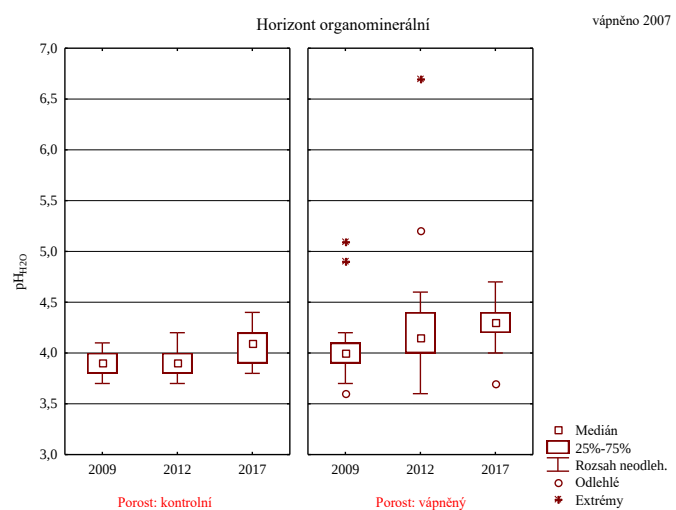
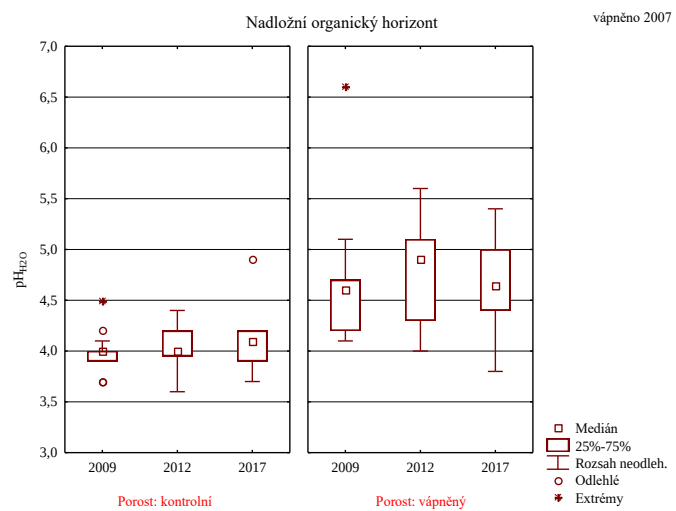
6.2.1 pH_{CaCl2}

Hodnoty výměnného pH v půdních horizontech dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)



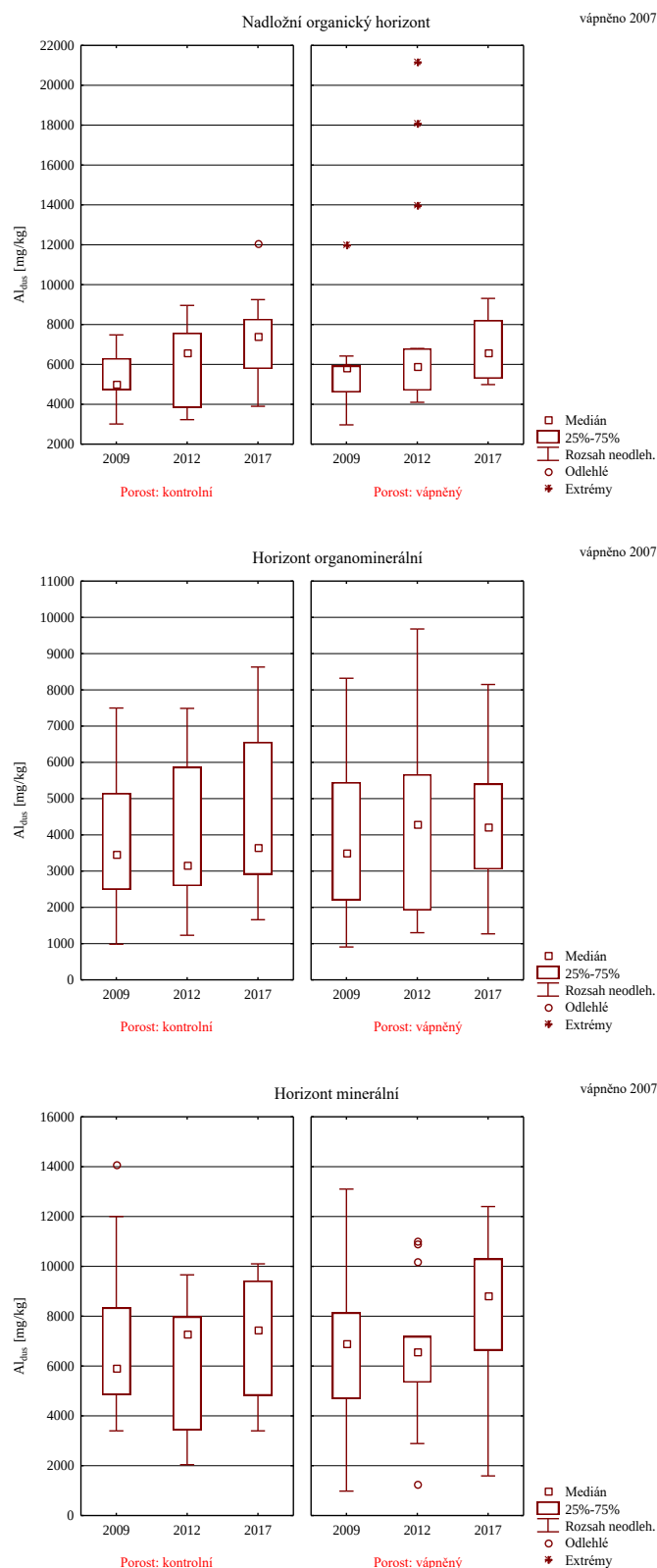
6.2.2. $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$

Hodnoty $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ v půdních horizontech dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)

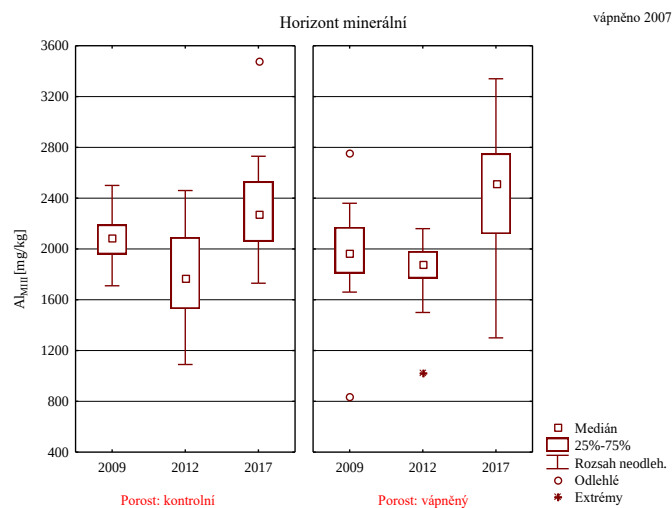
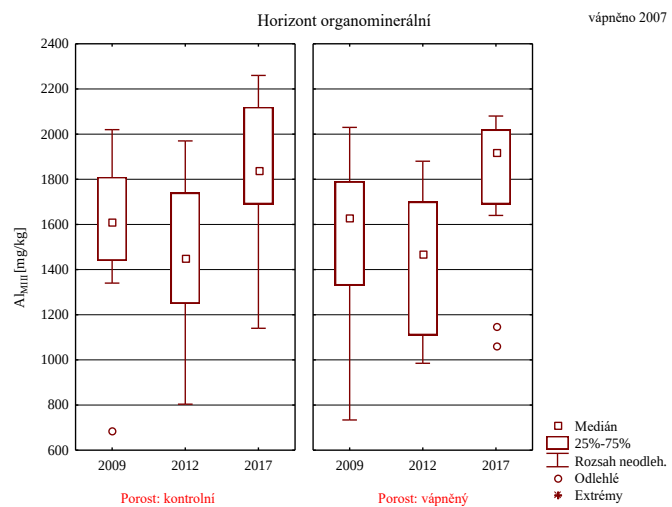


6.2.3. Hliník

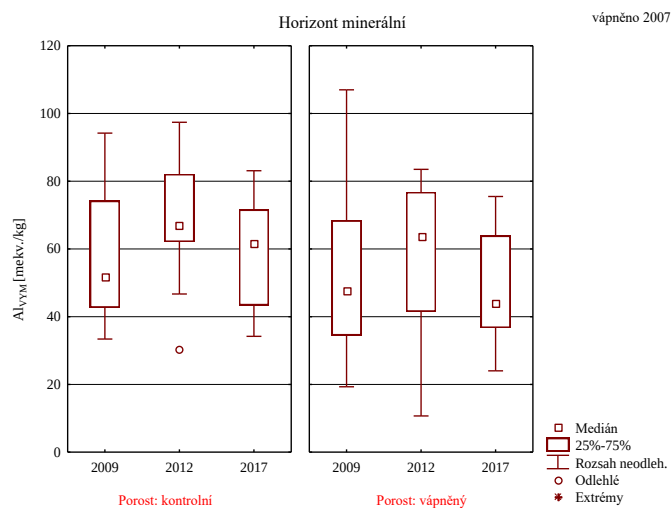
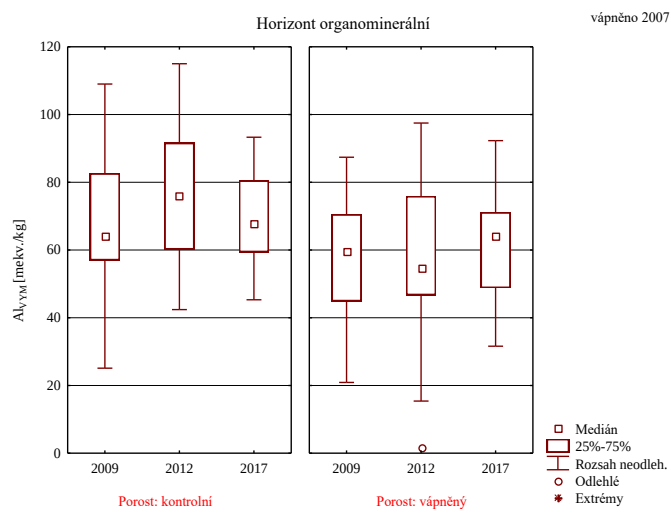
Obsah extrahovatelného hliníku (Al_{dus}) v půdních horizontech dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)



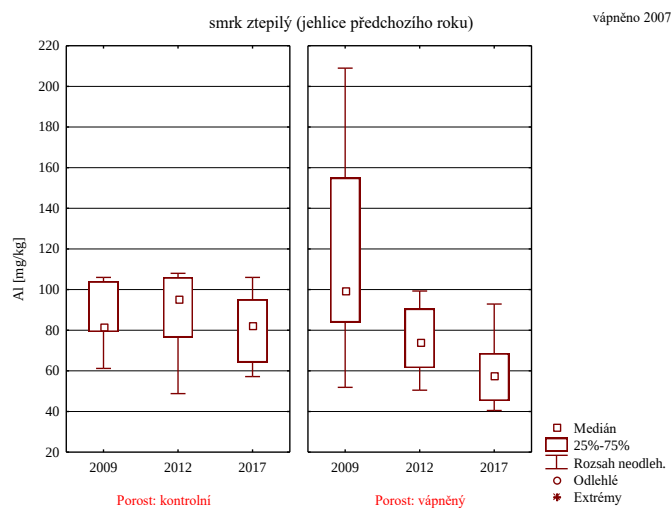
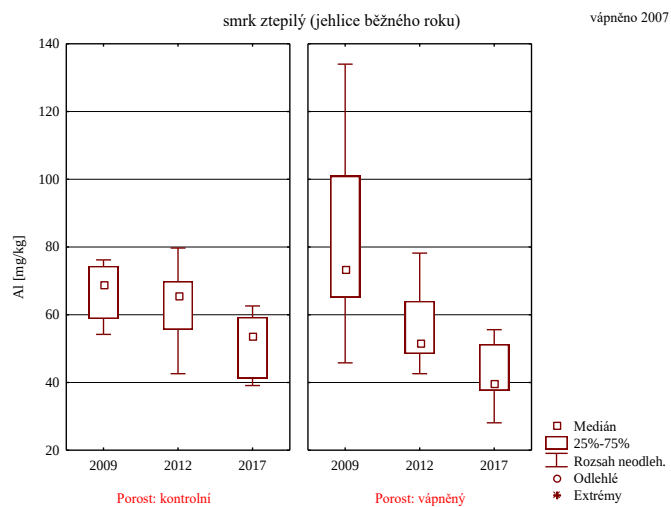
Přístupný obsah hliníku (Al_{MIN}) v půdních horizontech dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)



Obsah výměnných kationtů hliníku (Al_{VYM}) v půdních horizontech dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)

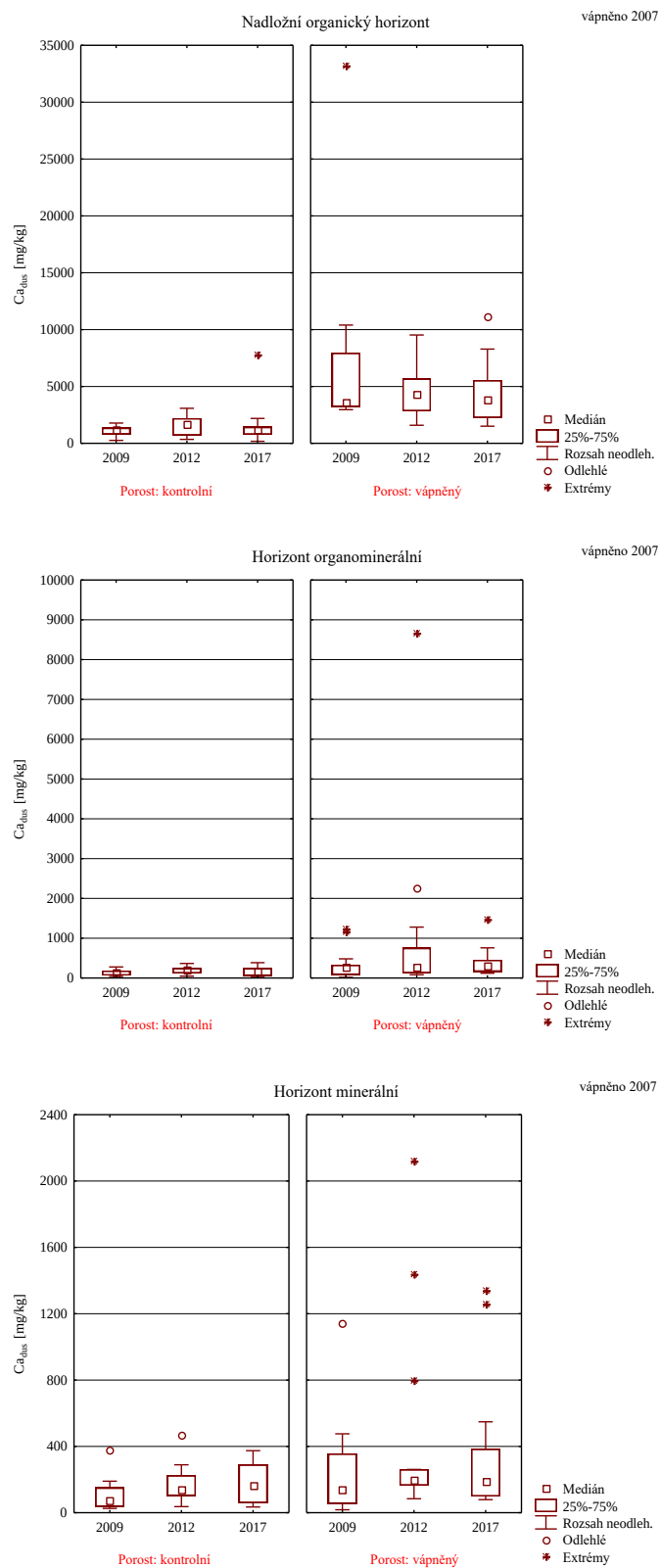


Obsah hliníku (Al) v jehlicích smrku ztepilého dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)

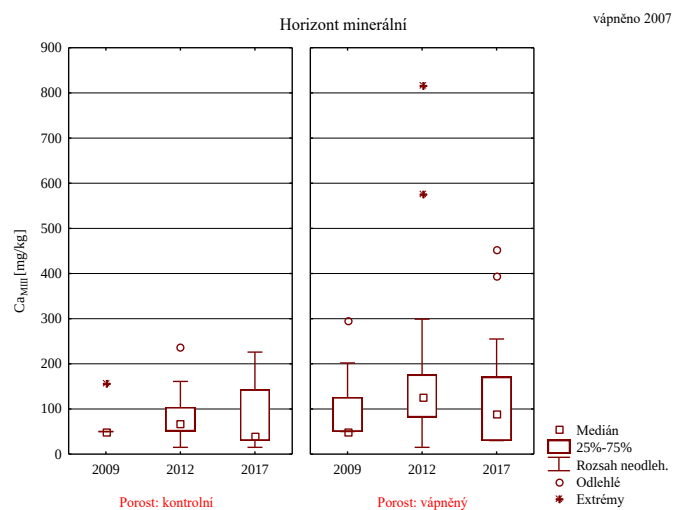
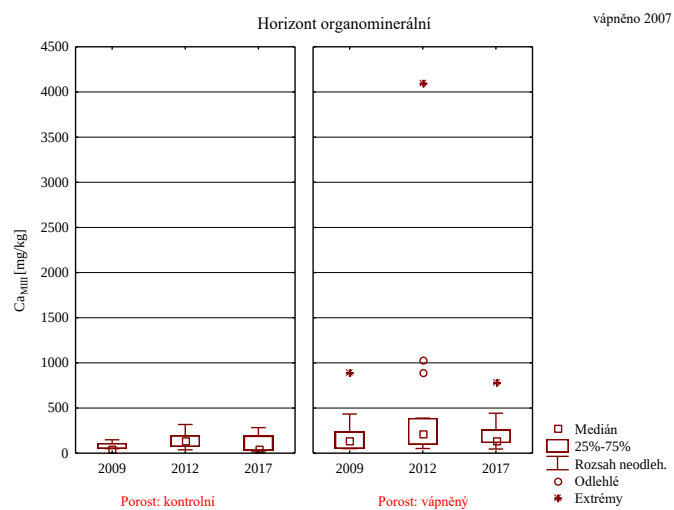


6.2.4. Vápník

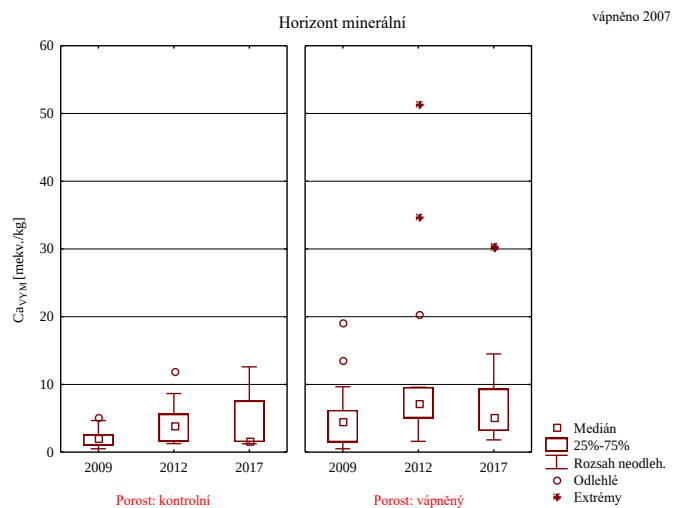
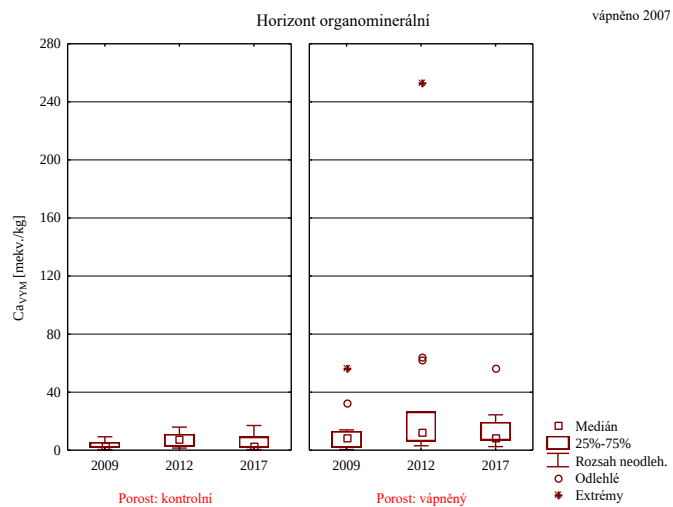
Obsah extrahovatelného vápníku (Ca_{dus}) v půdních horizontech dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)



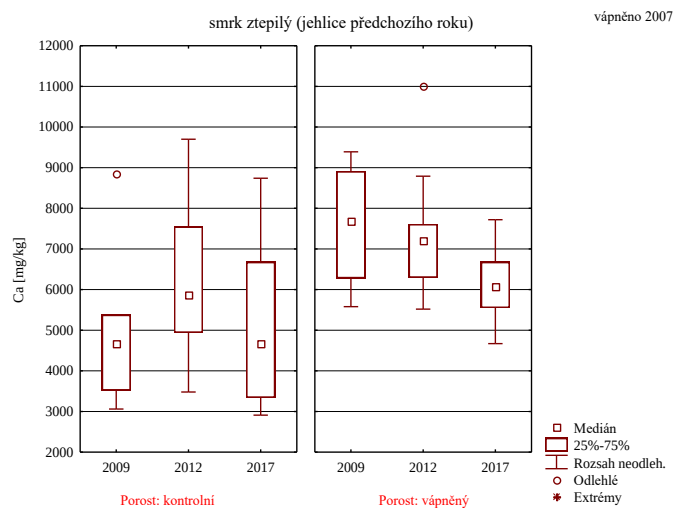
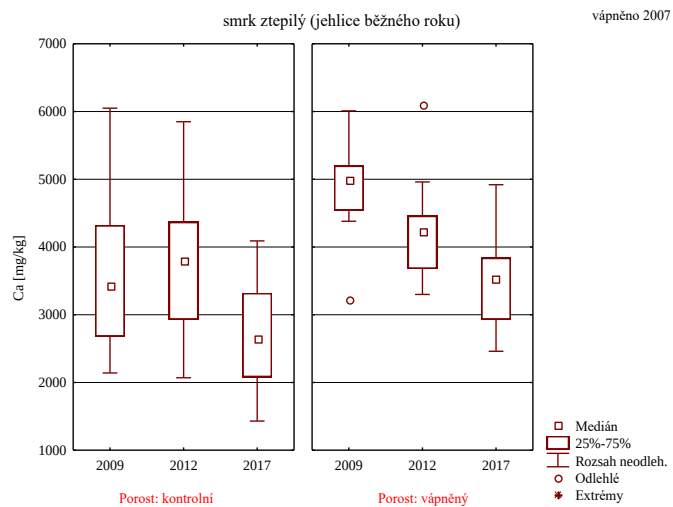
Přístupný obsah vápníku (Ca_{MIII}) v půdních horizontech dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)



Obsah výměnných kationtů vápníku (Ca_{VYM}) v půdních horizontech dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)

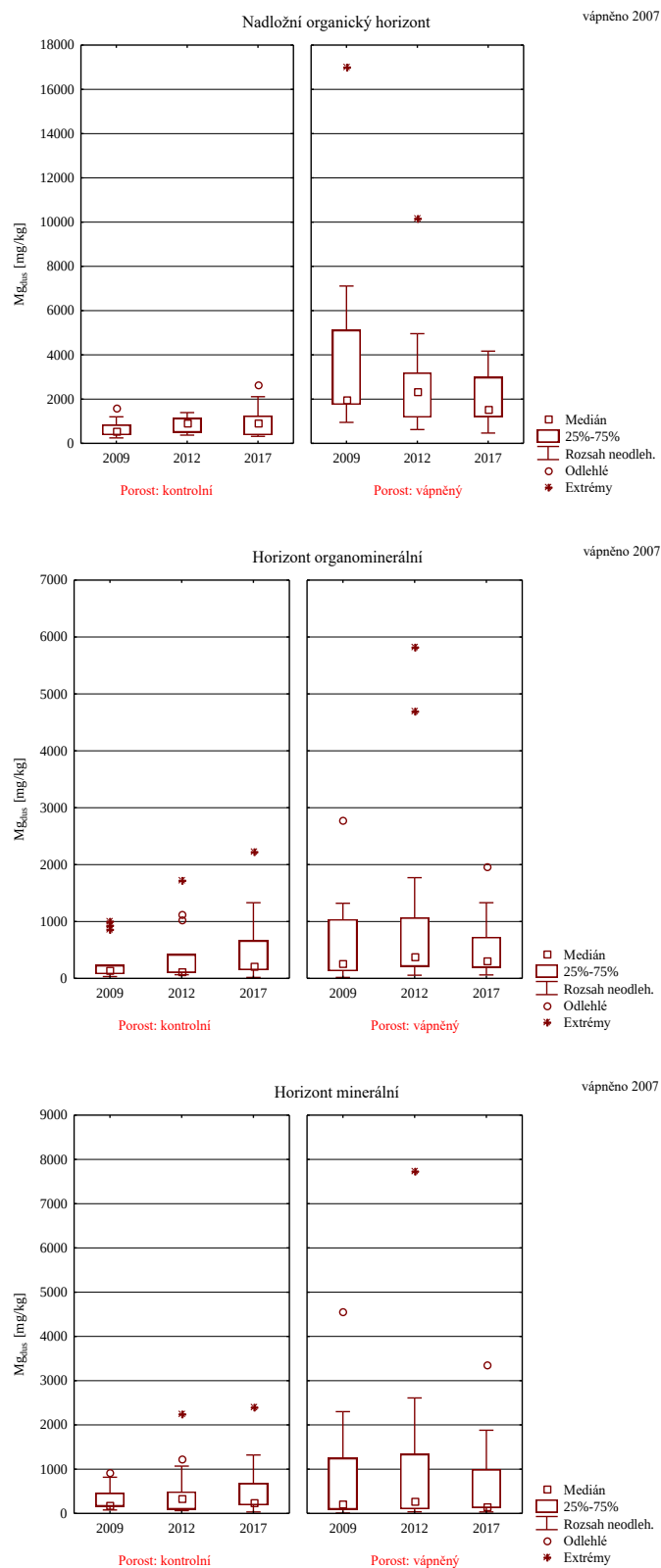


Obsah vápníku (Ca) v jehlicích smrku ztepilého dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)

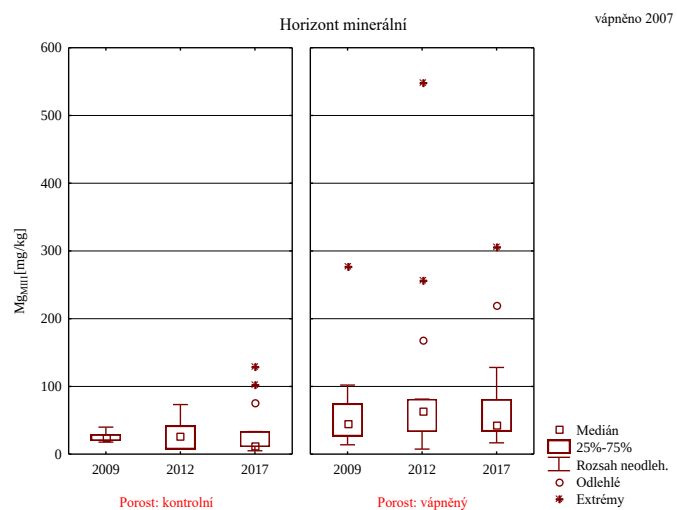
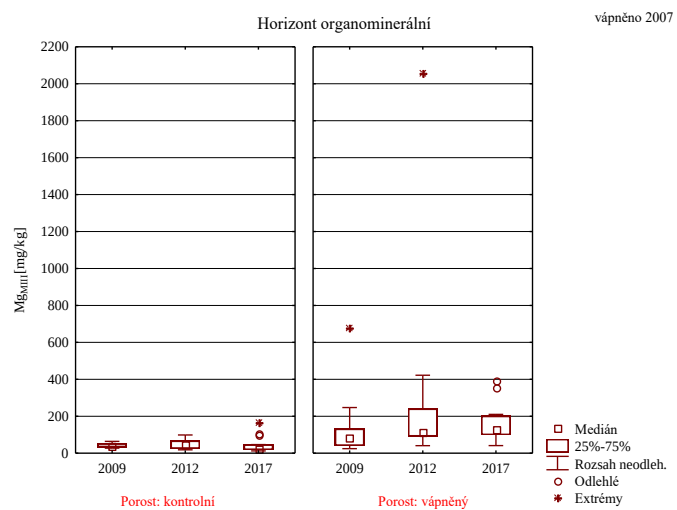


6.2.5. Hořčík

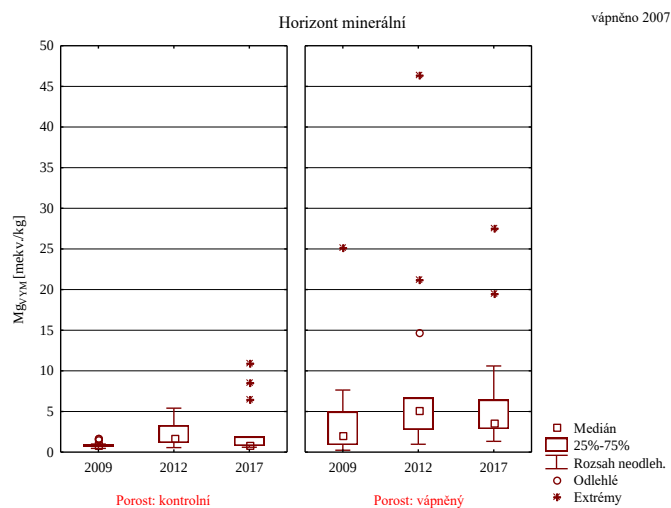
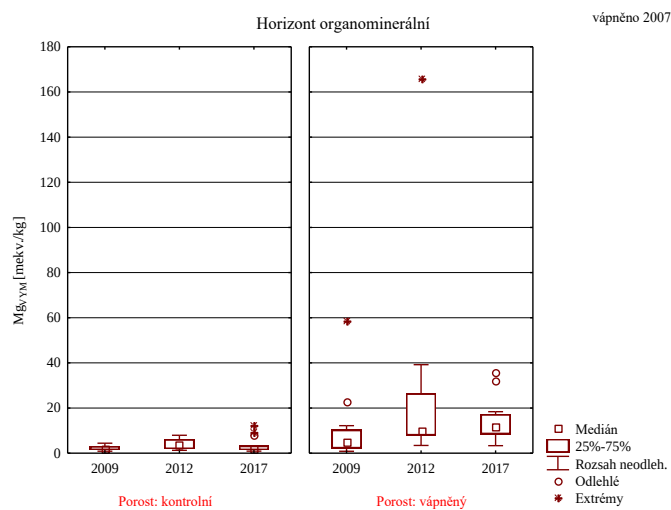
Obsah extrahovatelného hořčíku (Mg_{dus}) v půdních horizontech dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)



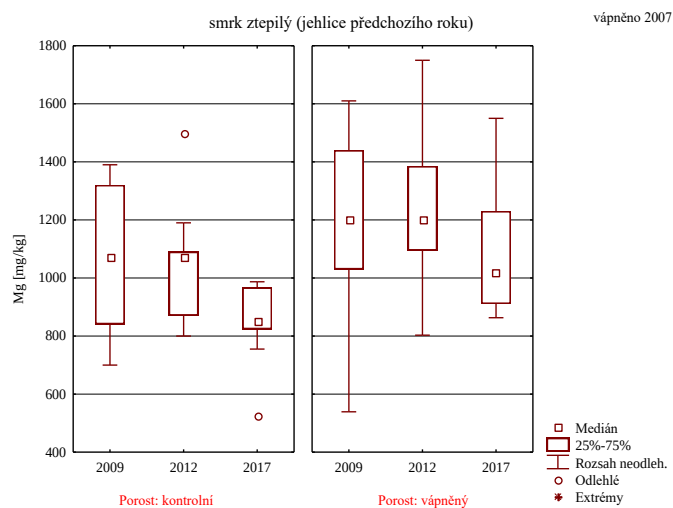
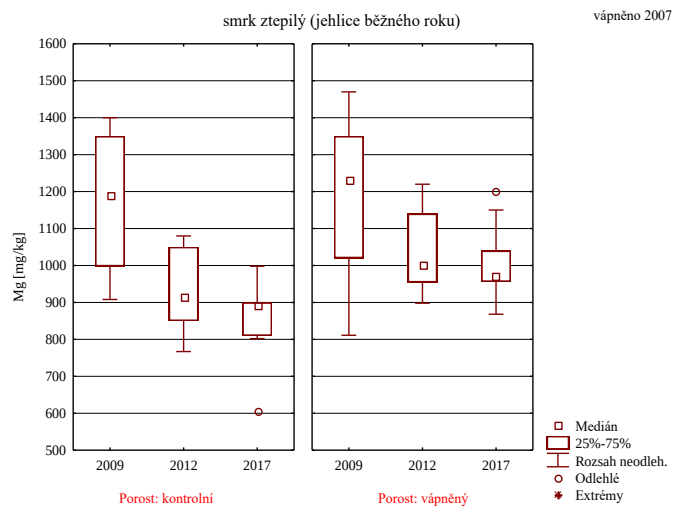
Přístupný obsah hořčíku (Mg_{MII}) v půdních horizontech dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)



Obsah výměnných kationtů hořčíku (Mg_{VYM}) v půdních horizontech dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)



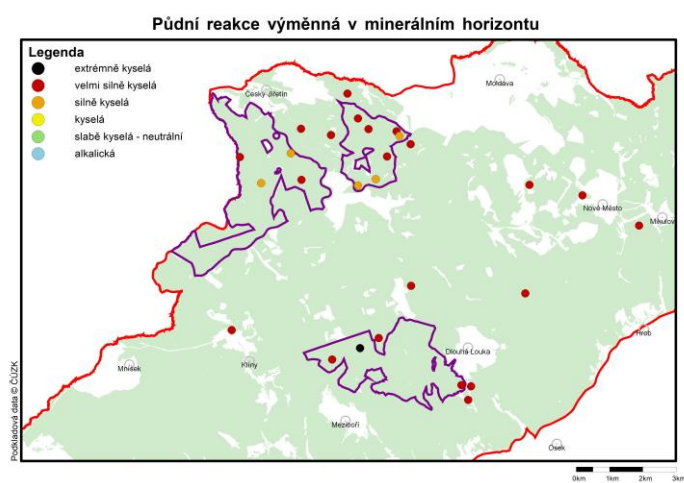
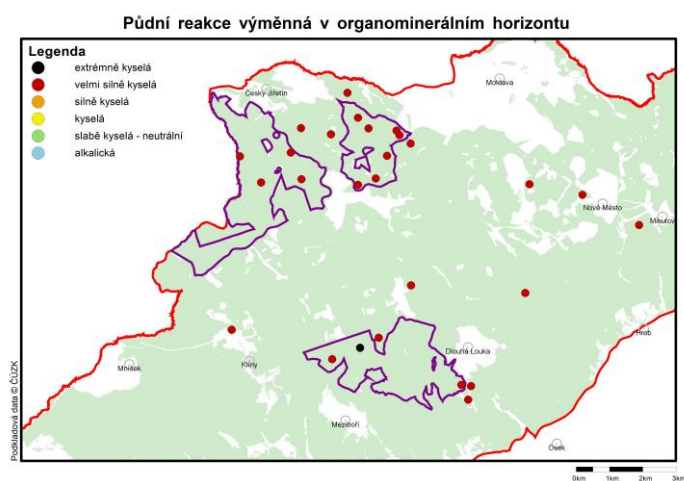
Obsah hořčíku (Mg) v jehlicích smrku ztepilého dva roky po vápnění (2009), pět let povápnění (2012) a deset let po vápnění (2017)



6.3. Kartogramy

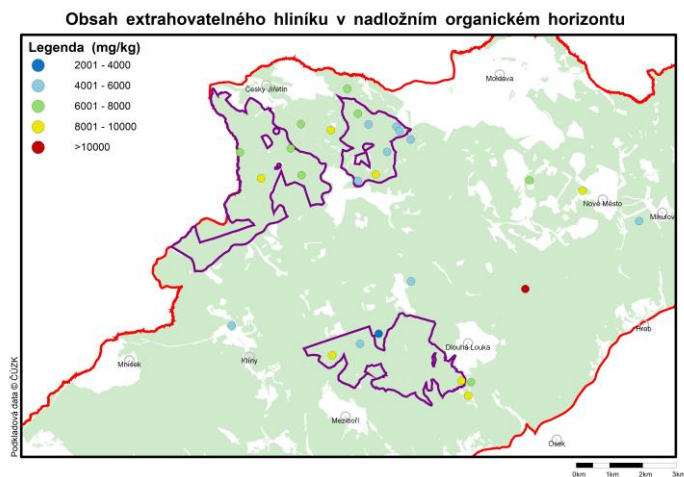
6.3.1. $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$

Kartogramy hodnot výměnného pH v půdních horizontech deset let po vápnění (2017)

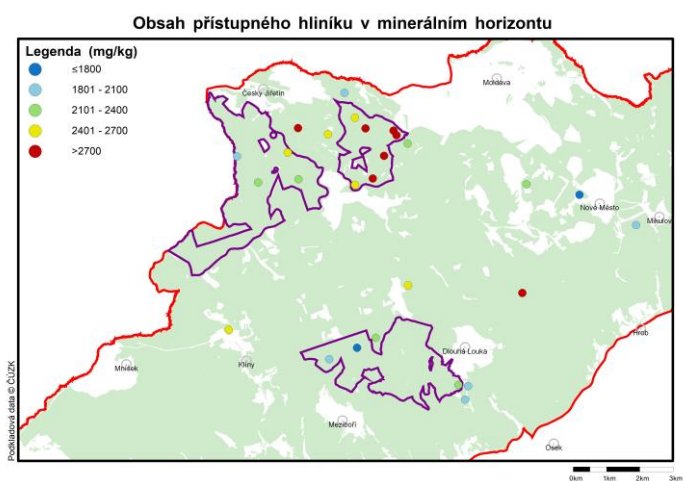
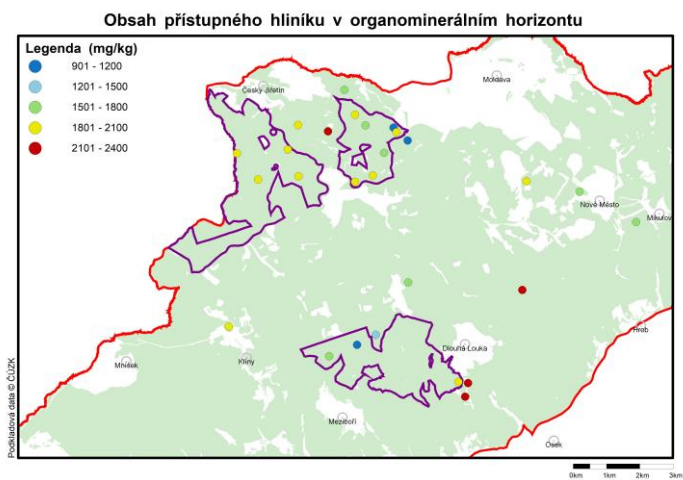


6.3.3. Hliník

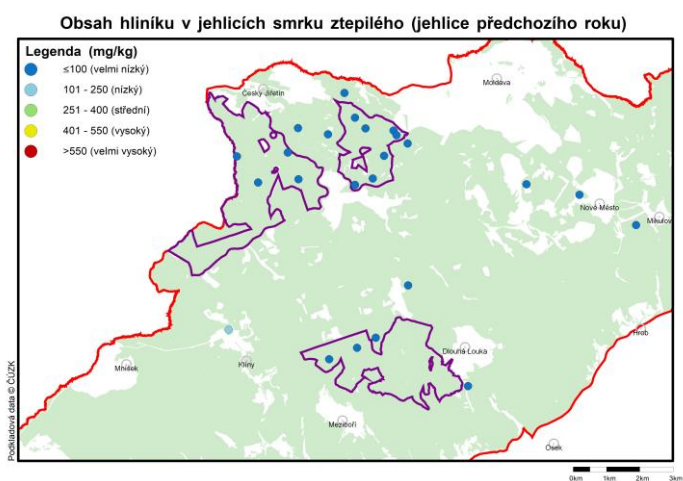
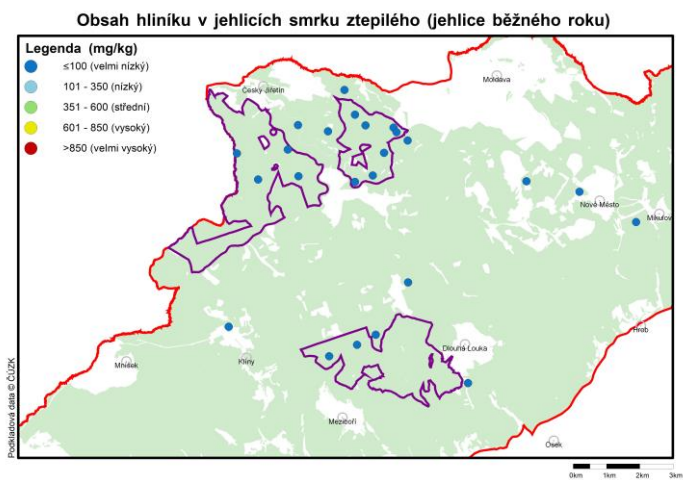
Kartogramy obsahu extrahovatelného hliníku (Al_{dus}) v půdních horizontech deset let po vápnění (2017)



Kartogramy přístupného obsahu hliníku (Al_{MIII}) v půdních horizontech deset let po vápnění (2017)

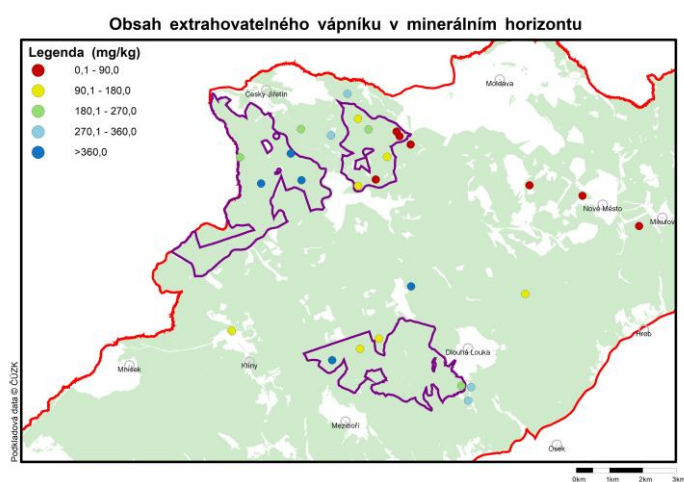
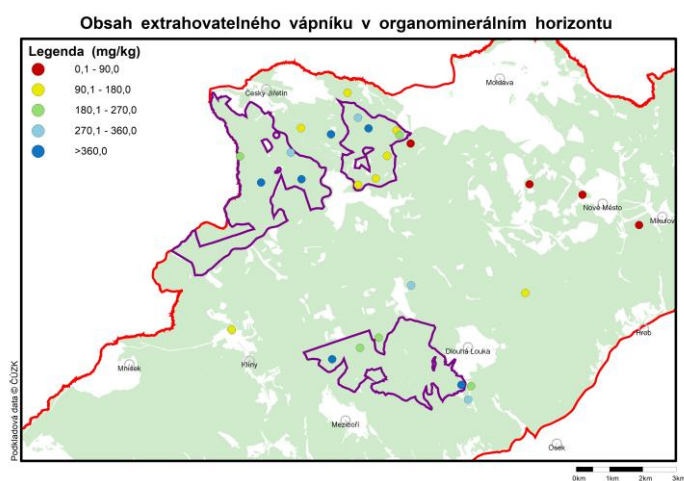
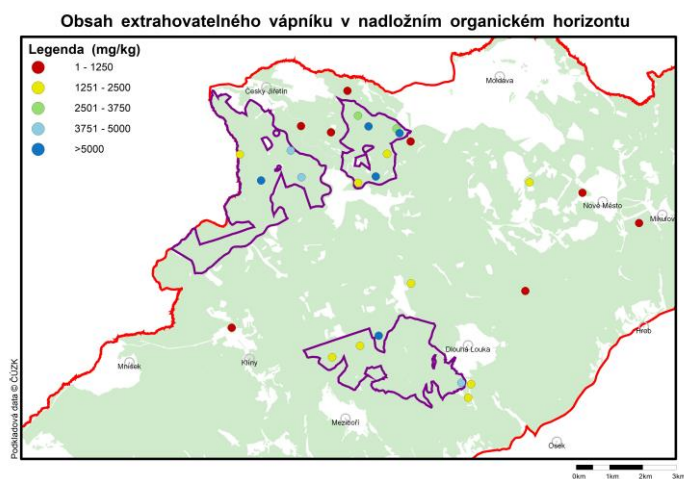


Kartogramy obsahu hliníku (Al) v jehlicích smrku ztepilého deset let po vápnění (2017)

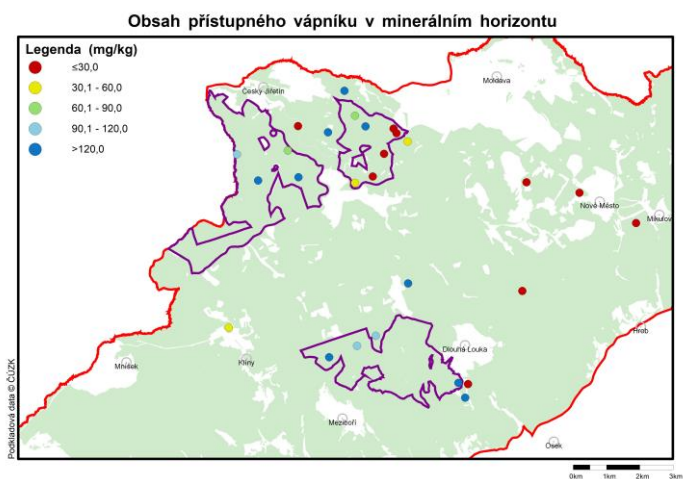
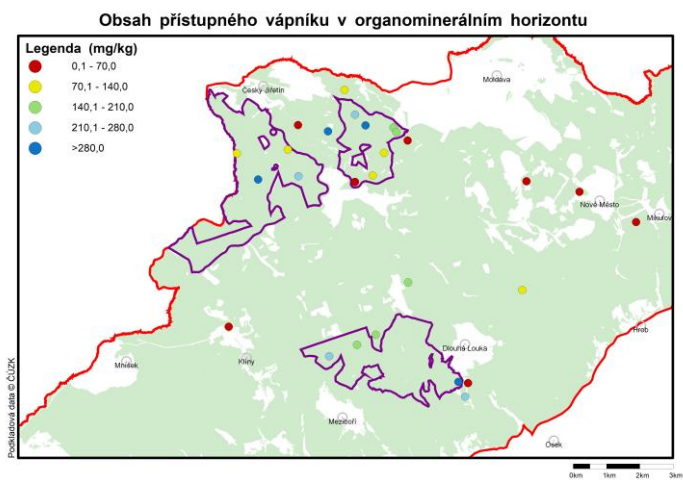


6.3.4. Vápník

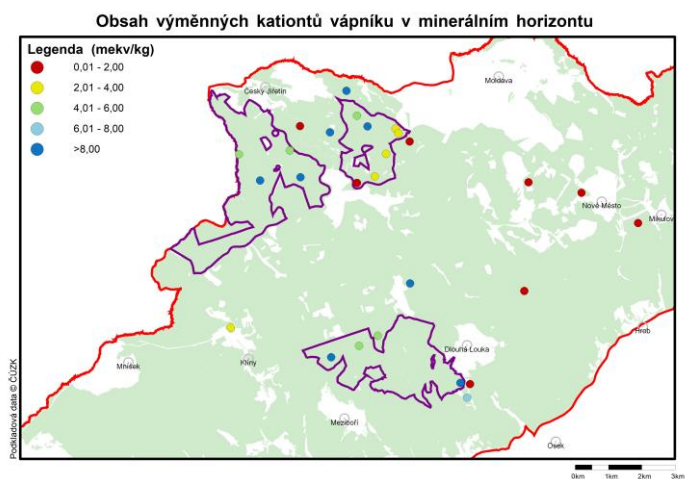
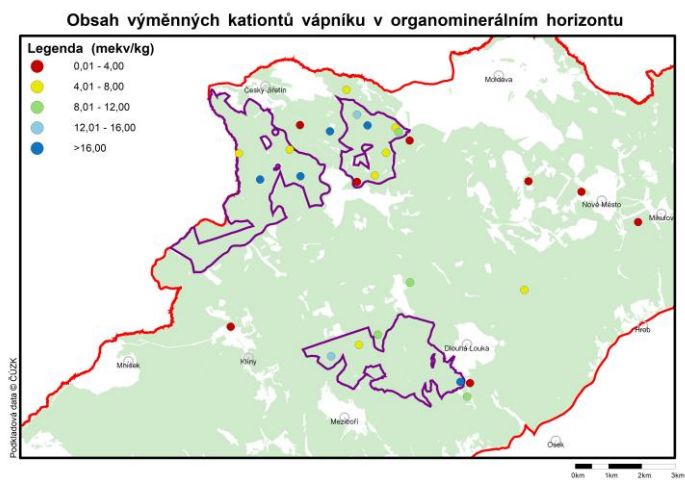
Kartogramy obsahu extrahovatelného vápníku (Ca_{dus}) v půdních horizontech deset let po vápnění (2017)



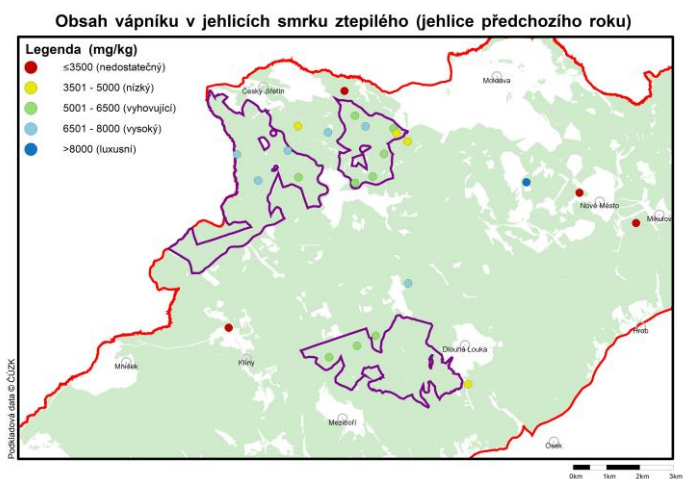
Kartogramy přístupného obsahu vápníku (Ca_{MIII}) v půdních horizontech deset let po vápnění (2017)



Kartogramy obsahu výměnných kationtů vápníku (Ca_{VM}) v půdních horizontech deset let po vápnění (2017)



Kartogramy obsahu vápníku (Ca) v jehlicích smrku ztepilého deset let po vápnění (2017)



Kartogramy přístupného obsahu hořčíku (Mg_{MIII}) v půdních horizontech deset let po vápnění (2017)

