

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Oddělení půdy a lesnictví



Central Institute for Supervising
and Testing in Agriculture
ISO 9001 certified

**Výsledky průzkumu stavu výživy lesa v přírodní lesní
oblasti č. 40 Moravskoslezské Beskydy**

dle specifikace činností spojených s řešením úkolů, které pro MZe – úsek lesního hospodářství provádí ÚKZÚZ
Brno Č.j.: 21473/2018-MZE-16212

Závěrečná zpráva

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

Brno

prosinec 2019

Obsah

1. ÚVOD A METODIKA.....	5
1.1. Účel průzkumu	5
1.2. Literární rešerše.....	5
1.3. Použité zkratky	7
1.4. Vzorkování.....	7
1.4.1. Metody chemických analýz lesních půd	8
1.4.2. Metody chemických analýz rostlinných pletiv	8
1.5. Statistické zpracování.....	8
2. POPIS OBLASTI	9
2.1. Poměry geologické a pedologické	9
2.1.1. Geologické údaje.....	9
2.1.2. Pedologické údaje	12
2.1.3. Typologické údaje.....	13
2.2. Imisní zatížení a atmosférické spady.....	14
2.3. Druhovú skladbu porostů.....	15
3. VYHODNOCENÍ CHEMICKÝCH ANALÝZ – VÝSLEDKY A DISKUZE	17
3.1. Půdní prostředí	17
3.2. Chemizmus asimilačních orgánů.....	36
3.2.1. Hodnocení poměrů živin ve výživě smrku.....	36
3.2.2. Hodnocení obsahů prvků v listech buku	42
4. VÝVOJ SLEDOVANÝCH PARAMETRŮ V OBDOBÍ 2004-2018	45
5. MIKROBIOLOGICKÁ ŠETŘENÍ.....	55
6. ZÁVĚR	58
7. POUŽITÁ LITERATURA.....	60
8. PŘÍLOHY	63
P1: Seznam vzorkovaných porostů	63

1. ÚVOD A METODIKA

1.1. Účel průzkumu

V roce 2018 provedl ÚKZÚZ na základě specifikace MZe průzkum výživy lesa v PLO č. 40: Moravskoslezské Beskydy. Odběr půdních vzorků a vzorků asimilačních orgánů nejvíce zastoupených dřevin byl proveden v srpnu až říjnu roku 2018. Vzorky byly analyzovány v laboratořích NRL ÚKZÚZ.

Při vzorkování, skladování a předávání vzorků bylo dbáno zásad zakotvených v příslušném metodickém pokynu, který je součástí řízené dokumentace ústavu.

Posláním průzkumu je informování vlastníků lesních pozemků o chemizmu půdního prostředí a pletiv asimilačních orgánů (jehlic běžného a předchozího roku u jehličnanů a listů u opadavých dřevin) s případným upozorněním a návrhy vedoucími ke zlepšení zdravotního stavu lesa.

Průzkum byl proveden vzorkováním na 121 stanovištích (odběrných místech), které reprezentují plošně nejvíce zastoupené soubory lesních typů. Seznam odběrných míst je součástí příloh této zprávy.

1.2. Literární rešerše

Literární rešerše obsahuje několik pramenů, které měli autoři k dispozici před začátkem terénních prací i při zpracování analytických údajů. Výběr těchto pramenů byl cílen na informace o chemizmu půdního prostředí, minerální výživě dřevin, případně jejich zdravotním stavu. Vzhledem k tomu, že zpracování analytických údajů vedlo k rozdělení na jehličnaté, listnaté a smíšené porosty, byla do závěrů zařazena i otázka přirozené a cílové dřevinné skladby.

Přirozená stanoviště v Beskydech popisuje PRŮŠA (1990) na příkladu rezervací z této PLO. Dřevinnou skladbu s převládajícím lesním typem, případně skupinou lesních typů a zastoupení uvádí pro Mazácký Gruník: jedlová bučina, zastoupení: buk 40 %, jedle 20 %, smrk 40 %, klen +. Salajka: bohatá jedlová bučina mařinková, zastoupení: buk 43 %, jedle 50 %, smrk 7 %, klen – několik kusů. Razula, jedlová bučina, zastoupení: buk 48 %, jedle 41 %, smrk 11 %. Podle historických popisů lesa (NOŽIČKA, 1972) se smrk historicky vyskytoval na Frýdecko-Místecku v městském lese Jablunkovském, v lesích frýdeckých a hukvaldských.

Na 142 monitorovacích plochách v povodí přehrady Šance, šetřil ČERNÝ A KOL., (2001) potencionální defoliaci smrkových porostů. Ve sledovaném období 1992–2000 nevykazovaly hodnoty defoliace statisticky signifikantní trend. Ubylo extrémních hodnot defoliace a četnost stromů se středním stupněm defoliace stoupala. Autoři uzavírají svou práci předpokladem, že dosažené výsledky mají souvislost s postupnou změnou chemizmu půd v oblasti během 90. let. Masivní odsíření a pokračující silná depozice dusíku může, podle nich, na flyšovém podloží Beskyd potlačit lokální variaci pedologických charakteristik a takto vysvětlovat výše uvedený trend.

Studie VÍCHY ET ALL., (2013) se zabývá chemizmem vod v povodích Červík a Malá Ráztoka v letech 1980–2010. Je zjištěno, že i po roce 2000 stále probíhá depozice potencionálně kyselých látek (NH_4^+) a uvolňování síranů SO_4^{2-} z nestálých vazeb s oxidy Al, při jejichž vymývání jsou odnášeny kationty. Po roce 2001 je sledován zřetelný pokles atmosférického spadu celkového dusíku ($\text{N}/\text{NO}_3^- + \text{N}/\text{NH}_4^+$), který je způsoben především poklesem spadu amonného dusíku (N/NH_4^+). V odtokové, potoční vodě je na sledovaných povodích vyšší koncentrace NH_4^+ ve srážkové vodě v porovnání s potoční, v případě nitrátů (N/NO_3^-) je vyšší koncentrace v odtékající vodě.

ŠRÁMEK ET ALL. (2008) popisují tehdejší stav lesních ekosystémů na území lesní správy Jablunkov. Poškození lesa souvisí s imisemi těžkých kovů v minulosti, současným stavem chemizmu lesních půd, meteorologickými činiteli a biotickým poškozením. Poškození není ve vztahu k lesním typům ani k nadmořské výšce.

TRUPAROVÁ S. ET KULHAVÝ J., (2011) studují na lokalitě Bílý Kříž chemizmus půd opakovaně vápněných v letech 1983, 1985 a 1987. Na šetřené lokalitě zjišťují pozitivní vliv vápnění lesa na výživu smrku i na chemizmus půdního prostředí.

Hydrologický rok předcházející odběru půdních vzorků – 2017, zhodnocuje VÍCHA (2019). Hodnoty srážek a odtoků ve sledovaných povodích Červík a Malá Ráztoka považuje za velice blízké hodnotám svých dlouhodobých ročních průměrů. Rozložení srážek během roku bylo rovnoměrné a nebyla zaznamenána delší bezsrážková období.

Na istebňanských pískovcích v povodí Potoka Dupniaňského ve Slezských Beskydech, v oblasti exponované průmyslovým depozicím studovali chemizmus jehlic smrku a opadu MALEK ET GRABOWSKI (2010). Zatímco spady síry se v období 1999–2003 snižovaly, depozice N (NO_3^- a NH_4^+) mají zřejmě stálou, případně zvyšující se tendenci. Autoři zjistili, že obsahy S jsou v optimu (1,1 %) pouze ve starších porostech. Rovněž obsahy dusíku se v letech 1999–2003 zvýšily na hodnoty blízké optimu pouze ve starších porostech. Úroveň výživy draslíkem se snížila ve sledovaném období pod hranici optima. Obsahy vápníku byly na počátku sledování na optimální úrovni (0,21–0,40 % v jehlicích běžného roku (c) a v jehlicích c+1rok v rozmezí 0,31–0,59 %). V letech 1999–2003 byl zjištěn významný pokles v nejmladších porostech. Obsahy hořčíku byly v deficitním rozsahu od 0,054 do 0,064 % v jehlicích běžného a od 0,044 do 0,063 % v jehlicích předchozího roku. Poměr N/Ca se zvýšil z rozpětí 2–5 na rozpětí 3–7, díky vysoké depozici dusíku. Ještě vyšší zvýšení bylo v případě poměru N/Mg: z 14–19 v 1999 na 16–31 v 2003. V opadu byl zjištěn významně nižší obsah Ca a Mg v nejstarších porostech (0,367–0,376 % u Ca a 0,031–0,033 % pro Mg) v porovnání s mladšími (0,509–0,634 % pro Ca a 0,045–0,048 % pro Mg).

KRUPOVÁ ET ALL. (2018) se zabývají atmosférickou depozicí síry na území České a Slovenské republiky v letech 2000–2016. Nejvyšší roční depozici síry naměřili na Slovensku ve vyšších polohách. Na Polaně $54,37 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a ve Vysokých Tatrách ve výškách od 1038 do 1365 m n.m. od $31,5$ do $61,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

PICHLER ET ALL. (2006) analyzují smrková a buková stanoviště z hlediska poměru mezi kyselými a alkalickými sloučeninami ve srážkách pod korunami. Pod bukovými lesy se poměr mezi otevřenou plochou a pod korunami stromů změnil ze 170:100 na 185:100 acidických a alkalických sloučenin. Na smrkových stanovištích je poměr na otevřené ploše 115:100 a pod korunami 280:100 acidických a alkalických sloučenin.

BAJER ET ALL. (2012) studují vztahy mezi vlastnostmi stanoviště a aktivitou kyselé fosfomonoesterázy v masivu Smrku v nejvýchodnější části Radhošťské hornatiny. V organominerálním horizontu bukového stanoviště zjistili hodnotu BS = $14,14 \pm 6,69$ % hodnotu APEA (aktivita kyselé monoesterfosfatázy) $99,07 \pm 28,59$ mg.hod⁻¹. Ve smrkovém BS <10 % a hodnotu APEA $80,35 \pm 27,20$ mg.hod⁻¹.

1.3. Použité zkratky

A_h – organominerální horizont

B – minerální horizont

C_{ox} – celkový uhlík

EK – edafická kategorie

FAAS – plamenová atomová emisní absorpční spektrofotometrie

GPS – globální polohový systém

ICP – OES – optická emisní spektrometrie v indukčně vázaném plazmatu

LVS – lesní vegetační stupeň

MZe – Ministerstvo zemědělství

O – nadložní organický horizont

OM – odběrné místo

PLO – přírodní lesní oblast

ÚKZÚZ – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

NRL – národní referenční laboratoř

NIRS – metoda blízké infračervené spektroskopie

N_{tot} – celkový dusík

Další zkratky ve vysvětlivkách pod tabulkami.

1.4. Vzorkování

Vzorek nadložního organického horizontu se odebírá z plochy 25 x 25 cm až na rozhraní s minerální půdou. Z této plochy se jako vzorek odebírá veškerá hmota, která tvoří organický horizont. Z minerální půdy se odebírají směsné vzorky z organominerálního horizontu (epipedonu) a z horizontu minerálního do hloubky 35–40 cm. Směsné vzorky se odebírají ze tří až pěti míst na vzorkovaném stanovišti. Půdní vzorky jsou uloženy do polyetylenových sáčků a přepraveny do laboratoře, kde jsou skladovány v teplotě do 10 °C.

Pro potřebu analýz pletiv asimilačních orgánů byly odebírány u jehličnanů jehlice běžného a předchozího roku, a to z porostů ve stadiu tyčkovin až tyčovin z 2.–7. přeslenu z osluněné strany. K odběru se používají teleskopické nůžky s dosahem 6 m. Vzorky jehlic jsou uloženy v papírových sáčcích a předány do laboratoře k sušení.

Odběrná místa jsou umístěna v porostních skupinách současného rozdělení lesa a jsou vyplněny průvodní listy s krátkým popisem odběrných míst. Při popisu půdního prostředí se používá odborných klasifikačních termínů (NĚMEČEK A KOL, 2001). Souřadnice jsou zaměřeny na místě systémem GPS.

1.4.1. Metody chemických analýz lesních půd

Horizont nadložní organický:

půdní reakce aktivní a výměnná ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ a $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$) měřeno iontově – selektivní elektrodou, stanovení obsahu dusíku a oxidovatelného uhlíku (N_{tot} a C_{ox}) metodou NIRS, stanovení extrahovatelných obsahů P, K, Ca, Mg, Mn, Al, Fe, Zn, Cu, Pb, Cd, Cr, B měřených na ICP - OES po mineralizaci na suché cestě a výluhu kyselinou dusičnou.

Organominerální a minerální horizont:

půdní reakce aktivní a výměnná ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ a $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$), stanovení výměnné acidity z dvojího měření pH, stanovení obsahu dusíku a oxidovatelného uhlíku (N_{tot} a C_{ox}) metodou NIRS, stanovení obsahu přístupných živin P, K, Ca, Mg Al, Fe a S ve výluhu Mehlich III měřených na ICP – OES, stanovení extrahovatelných obsahů Al, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P, Pb, Zn ve výluhu HNO_3 ($c = 2 \text{ mol/L}$) měřených na ICP OES, stanovení celkových obsahů P, K, Ca, Mg, Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn v lučavce královské měřených na ICP – OES,

1.4.2. Metody chemických analýz rostlinných pletiv

Rozklad: N – mineralizace na mokré cestě ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Se}$, H_2O_2)

Stanovení: N – destilačně (automatická destilačně titrační jednotka – UDK 159)

Rozklad: B, Zn, Pb, Cd, Mn, Fe, Al, Cu, Cr, Ni, P, K, Ca, Mg – mineralizace na suché cestě (2 mol/l HNO_3)

Stanovení: B, Zn, Pb, Cd, Mn, Fe, Al, Cu, Cr, Ni, P, K, Ca, Mg – ICP – OES – Spectro Arcos

Rozklad: S – mineralizace na mokré cestě ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$)

Stanovení: S – ICP – OES – Spectro Arcos

Pro pojmenování vzorků asimilačních orgánů jehličnanů se v této práci používá označení jehlice běžného roku, tedy jehlice vyrašené v roce vzorkování, a jehlice předchozího roku.

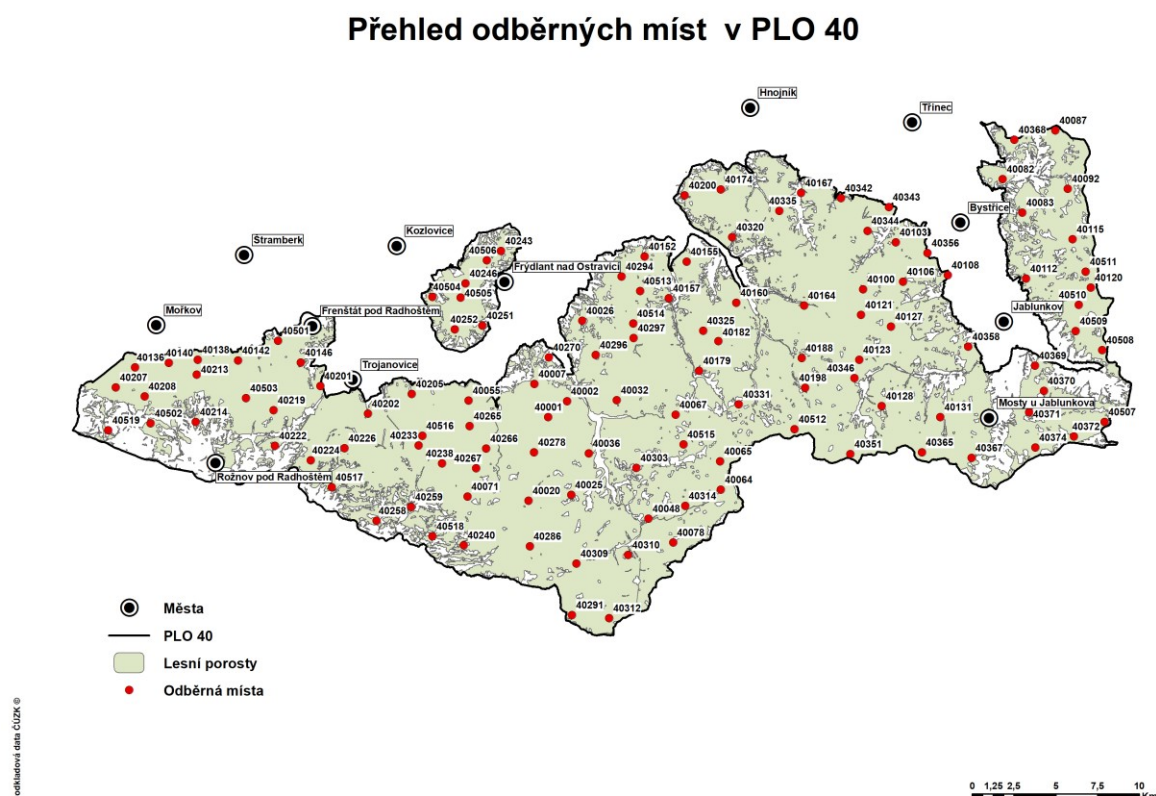
1.5. Statistické zpracování

Ke statistickému zpracování byl použit software Microsoft® Excel® pro Office 365 MSO, StatSoft, Inc. (2013) STATISTICA (data analysis software system), version 12. a software ArcGIS Desktop 10.5.1 © 1999–2019 Esri Inc., Applications: Esri® ArcCatalog™ 10.5.1.7333, Esri® ArcMap™ 10.5.1.7333

2. POPIS OBLASTI

Celková porostní půda v PLO č. 40 Moravskoslezské Beskydy je 62 008 ha (ÚHÚL, 2001). Popis oblasti uvedený v oblastním elaborátu ÚHÚL Brandýs nad L. (ÚHÚL, 2001) sloužil k rozmístění odběrných míst s ohledem na reprezentativnost ve smyslu lesnické typologie, zdravotního stavu lesních porostů a vlastnických poměrů.

Obr. 1: Mapa PLO s rozmístěním odběrných míst



Seznam odběrných míst s označením vlastníků je součástí přílohy. Odběrná místa byla volena s ohledem na nejrozšířenější typy stanovišť a na prostorově nejvýznamnější majetky. Bylo rovněž přihlédnuto k předchozím průzkumům za účelem postihnout vývoje chemizmu v čase. Na majetku Biskupství ostravsko-opavského bylo umístěno 29 odběrných míst, na území lesních správ LČR Frýdek-Místek 30, Jablunkov 30 a Rožnov pod Radhoštěm 13 míst, na majetcích obcí 8 míst a na majetcích fyzických osob 11 odběrných míst.

2.1. Poměry geologické a pedologické

2.1.1. Geologické údaje

Geologickým podkladem jsou pískovce a jílovce křídového souvrství godulského vývoje ve vnějším Karpatském oblouku (CULEK 1996).

Při severní hranici PLO se vyskytují veřovické vrstvy se sazově černým prokřemenělým nevápnitým jílovcem a lhotecké vrstvy tvořené šedými zeleně chondriticky skvrnitými jílovci s křemitými pískovci a prachovci. Pestré vrstvy godulské obsahují červené jílovce cenomanského – turonského období. Ostravický pískovec se skládá z bělošedých pískovců, mnohdy slepenců a brekcií. Vlastní godulské vrstvy se dělí na godulské vrstvy spodní tvořené terigenním pískovcem s jílovci. Vlastní jádro Moravskoslezských Beskyd je tvořeno godulskými vrstvami středními se střídáním jílovců (do 10 cm) s pískovci (2–4 m). Godulské vrstvy svrchní se nacházejí v oblasti Zadních hor. Vyznačují se rychle se střídajícími vrstvami o mocnosti 5–15 cm (turon).

Obr. 2: Flyšové střídání slepencových, pískovcových a jílových složek



Jižní část území je tvořena istebňanskými vrstvami. Většinou jsou istebňanské vrstvy slepencové s valouny až 10 cm, převážně z křemene i z rohovce, někdy i s valouny vápence (paleocén - svrchní senon). Mocnost je od 400–1200 m. Okrajově při jižní hranici PLO 40 se vyskytují vrstvy zlínské, soláňské a bělověžské.

Zlínské vrstvy jsou tvořeny převážně šedookrovými jílovci, bělověžské vrstvy jsou čokoládově hnědé či zelené jílovce a soláňské vrstvy zvané zde ráztocké jsou silně písčité jílovce, nebo drobné pískovce s prachovci z paleocénu, eocénu i oligocénu třetihor.

Při výběru odběrných míst bylo přihlíženo ke geologickým poměrům popsaným v oblastním elaborátu ÚHÚL Brandýs nad L. (ÚHÚL, 2001) a na vybraných místech byly odebrány z minerálního horizontu půdní vzorky pro účely mineralogického rozboru.

Horninové složení na odběrných místech bylo odečteno z geologické mapy České geologické služby 1:50 000. Převládajícími horninami jsou biotit, muskovit, chlorit, fylit až svor místy s grafitem, dvojslídna ortorula, blastomylnit, rula, biotická plagioklasová rula, kamenité až hlinito-kamenité sedimenty.

V oblasti bylo provedeno mineralogické šetření převážně na jemnozrnných pískovcích. V souboru jsou zařazeny na jednom místě břidlice a na dvou místech kvarcit a na jednom místě

pískovec hrubozrnný. Mineralogicky se horniny zařazené do souboru výrazně neliší. K hodnocení souboru pro potřebu průzkumu výživy lesa přistupujeme tedy jako k celku.

Mineralogickými rozborů vybraných vzorků byly zjištěna přítomnost následujících minerálů: amfibolit, ettringit, chlorit illit, smíšená struktura illit-smektit, kaolinit, draselný živec, plagioklas, křemen a vermikulit. Chlority jsou hlavními zdroji hořčíku a jejich vyšší zvětrávání je zřejmě zdrojem vyšších hodnot extrahovatelné formy hořčíku. Snižující se extrahovatelné obsahy vápníku naopak svědčí o vyčerpanosti plagioklasů jako jeho hlavního zdroje.

Tab. 1: Odběrná místa, na nichž byla provedena mineralogická šetření

OM	hornina	minerály							
		Amf	Ch	I	I - S	K	Kž	Plg	Q
		%	%	%	%	%	%	%	%
40128	břidlice	0	8	15	0	1	16	15	45
40152	pískovec jemnozrnný	0	4	5	0	2	13	8	68
40265	pískovec jemnozrnný	0	2	26	0	2	12	12	46
40286	pískovec jemnozrnný	1	2	4	0	2	13	12	66
40291	pískovec jemnozrnný	0	15	26	0	29	1	8	21
40296	pískovec jemnozrnný	0	4	5	0	2	8	4	77
40303	pískovec jemnozrnný	0	15	15	10	2	5	10	43
40312	pískovec jemnozrnný	0	21	14	0	20	3	8	34
40365	pískovec jemnozrnný	0	5	15	0	3	12	7	58
40370	pískovec jemnozrnný	0	14	22	2	10	6	8	38
40501	kvarcit	0	5	10	0	4	14	10	57
40504	kvarcit	0	11	11	0	10	7	4	57
40510	pískovec hrubozrnný	0	7	11	1	4	13	9	59

Vysvětlivky: Amf – amfibol, Ch – chlorit, I – illit, I-S – smíšená struktura illit-smektit, K – kaolinit, Kž – draselný živec, Plg – plagioklas, Q – křemen.

Chlority $(\text{Mg,Fe,Al})_{4-6}[(\text{Si, Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})$ jako produkty zvětrávání biotitu jsou v souboru zastoupeny od 2 do 21 %. Představují tedy pouze malý podíl jílovitých minerálů.

Poněkud více jsou zastoupeny illity (4–26 %). Při jejich přeměně dochází k ireversibilní fixaci draslíku. Z toho usuzujeme na menší přístupnost zásob draslíku v půdním prostředí.

Jílovité částice popsané jako smíšená struktura illit–smektit, se vyskytují v šetřeném souboru pouze výjimečně. Vzhledem k nezanedbatelnému zastoupení illitu lze tedy konstatovat, že jeho zvětrávání je pouze omezené.

Kaolinit je zjištěn v nízkém zastoupení, pouze na dvou odběrných místech dosahuje 20 a 29 %. Kaolinit je produktem zvětrávání živců (montmorillonitu) a slíd ve velmi kyselém prostředí a je spjat s vysokými obsahy hliníku.

Draselné živce jsou zastoupeny od 1 do 16 %. Tedy rovněž v malém, ovšem nezanedbatelném množství. Na místech s vyšším zastoupením (>10 %) očekáváme vyšší zásoby draslíku.

Podobné je zastoupení plagioklasů, které jsou zdrojem zásob vápníku v půdách.

Významné zastoupení křemene (21–77 %) vypovídá o minerálně slabém horninovém podloží.

2.1.2. Pedologické údaje

Podle šetření ÚHÚL (2001) je nejrozšířenějším půdním typem kambizem, a to nejvíce subtyp modální (82,6 %) a glejová (3 %). Podzol modální je vytvořen na 1,5 % porostní půdy, kryptopodzol modální na 5,9 %, pseudoglej modální na 1 % a glej modální na 1 % porostní půdy. Fluvizemě zaujímají 2,8 %.

V PLO naprosto převažuje výskyt edafických kategorií ekologické řady živné - 84,55 %. Značné je zastoupení ekologické řady obohacené humusem 5,39 % a obohacené vodou 4,17 %. Pouze 3,9 % stanovišť je z ekologické řady kyselé a 1,17 % z ekologické řady oglejené. Ostatní ekologické řady jsou zastoupeny nepatrně. Ze živné ekologické řady jsou nejvíce zastoupeny stanoviště edafické kategorie svěží S (39,60 %), bohaté B (24,81 %) a svahové F (16,38 %).

Z lesních vegetačních stupňů převládá 5.lvs (73,61 %) nad 4.lvs (15,50 %) a 6.lvs (8,87 %). Převládajícími soubory lesních typů jsou 5S, 5B, 5F, 4B, 6S a 4S.

Tab. 2: Rozmístění stanovišť v lesních vegetačních stupních a edafických kategoriích

porost	Lesní vegetační stupně										celkem
	3	4	5	6	7						
jehličnatý		19	46	7	3						75
listnatý		8	19	1							28
smíšený	1	5	10	1	1						18
	Edafické kategorie										
	A	B	D	F	H	K	N	O	S	Z	
jehličnatý	2	19	3	9	5	7	3	2	24	1	75
listnatý	2	9		9		2			6		28
smíšený	1	4		3	2	1	1		6		18

Nejvíce odběrných míst bylo umístěno do 5 lvs. a do edafických kategorií bohaté a svěží a to bez ohledu na druhovou skladbu porostů. Podíl stanoviště (lesního typu) na statistickém vyhodnocení vlivu porostu na půdní prostředí nepovažujeme z tohoto důvodu za podstatný.

Výsledky historického šetření, uvedené v OPRL (ÚHÚL) uvádějí plochu zalesněných nelesních půd v minulosti.

Tab. 3: Plocha zalesněných bývalých zemědělských pozemků a pastvin v ha

Lesní správa	1946-1980	Celkem od r. 1833
Frenštát p. R.	88	984
Ostravice	382	1133
Frýdek	610	3914
Jablunkov	705	2572
Rožnov p. R.	1000	1493

http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO40-Moravskoslezske_Beskydy.pdf

Půdní profily jsou vzorkovány do hloubky asi 40 cm minerální fáze půdních profilů. V souboru vzorkovaných stanovišť byly zjištěny následující mocnosti vzorkovaných horizontů – nadložního organického a organominerálního (epipedonu).

Tab. 4: Mocnost vzorkovaných horizontů

porost	Půdní horizont – mocnost v cm		
	nadložní organický	organominerální	minerální*
jehličnatý	5,0	12,9	25,6
listnatý	2,5	12,9	23,7
smíšený	4,5	11,7	21,8

*uvedena pouze hloubka vzorkované části horizontu

2.1.3. Typologické údaje

Tab. 5: Zastoupení lesních vegetačních stupňů v PLO (%) a počet odběrných míst

LVS	2	3	4	5	6	7	8	Sa
zastoupení v %*	0,01	1,04	15,50	73,64	8,87	0,91	0,03	100
Počet odb. míst	-	1	32	75	9	4	-	121

*http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO40-Moravskoslezske_Beskydy.pdf

Tab. 6: Plošné zastoupení edafických kategorií v PLO (%) a počet odběrných míst

EK	Z	Y	M	K	N	S	F	B	W	H
%*	0,53	0,04	0,03	1,83	2,04	39,6	16,38	24,81	0,01	3,75
OM	1	-	-	10	4	36	22	31	-	7

EK	D	A	J	L	U	V	O	P	G	R	Sa
%*	1,13	3,51	0,78	0,62	2,62	0,93	1,12	0,05	0,21	0,01	100
OM	3	5	-	-	-	-	2	-	-	-	121

*http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO40-Moravskoslezske_Beskydy.pdf

OM – počet odběrných míst podle edafických kategorií

Tab. 7: Zastoupení ekologických řad v PLO (%) a počet odběrných míst

Ekolog. řada	extrémní	kyselá	živná	obohacená		oglejená	podmáčená	Sa
				ronem	vodou			
%*	0,57	3,9	84,58	5,39	4,17	1,17	0,22	100
OM	1	14	96	8	-	2	-	121

*http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO40-Moravskoslezske_Beskydy.pdf

OM – počet odběrných míst podle ekologických řad

V průzkumu výživy lesa jsou nejvíce zastoupena živná stanoviště 4. a 5. lvs. Jedná se tedy o živná stanoviště (edafické kategorie S, F, B), na kterých je umístěna většina odběrných míst.

Odběrná místa byla rozmístěna poměrně k plošnému zastoupení lesních vegetačních stupňů a edafických půdních kategorií, případně ekologických řad. Z tohoto pohledu považujeme předkládané výsledky provedeného průzkumu výživy lesa za reprezentativní pro danou oblast.

Mapovaná pásma ohrožení lesa jsou brána v úvahu při terénním průzkumu a stupeň defoliace je vedle ostatních příznaků poškození stromů zaznamenán v průvodních listech.

2.2. Imisní zatížení a atmosférické spady

Tab. 8: Plocha pásem ohrožení v PLO 40 dle LS podle stavu k 1.1.2000

LS	Pásma ohrožení v ha				
	A	B	C	D	Celkem:
Frenštát p. R.	-	72	3778	2179	6029
Frýdek	-	352	9480	4161	13993
Jablunkov	-	238	7427	8850	16515
Rožnov p. R.	-	-	-	8516	8516
Ostravice	-	377	3116	15469	18962
CELKEM	-	1039	23801	39175	64015

http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO40-Moravskoslezske_Beskydy.pdf

Tab. 9: Roční vstup vybraných prvků atmosférickými srážkami – podle měření ČHMÚ na stanici „Červená hora“ (890 m.n.m.). Roční mokrá depozice, týdenní hodnoty

	2015	2016	2017	2018
Srážky mm	568,9	793,7	724,2	584,6
H ⁺ kg.ha ⁻¹	0,05	0,04	0,06	0,04
N-NO ₃ ⁻ kg.ha ⁻¹	12,02	12,54	12,73	10,97
N-NH ₄ ⁺ kg.ha ⁻¹	5,04	6,47	5,42	5,41
K ⁺ kg.ha ⁻¹	0,52	0,54	0,43	0,35
Ca ²⁺ kg.ha ⁻¹	1,61	2,43	1,48	1,79
Mg ²⁺ kg.ha ⁻¹	0,23	0,27	0,25	0,21
S-SO ₄ ²⁻ kg.ha ⁻¹	8,46	9,72	7,04	8,04
Cl ⁻ kg.ha ⁻¹	1,46	1,56	1,63	1,07
Na ⁺ kg.ha ⁻¹	0,80	0,63	0,81	0,56
Kyselé částice	21,94	23,82	21,40	20,08
Alkalické částice	8,25	10,38	8,45	9,43

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/tab_roc_CZ.html

Tab. 10: Roční vstup vybraných prvků atmosférickými srážkami – podle měření ČHMÚ na stanici „Bílý Kříž“ (749 m.n.m.). Roční mokrá depozice, týdenní hodnoty

	1995*	1997*	2015	2016	2017
Srážky mm	-	-	1111,8	1485,4	1555,0
H ⁺ kg.ha ⁻¹	1,9	0,9	11,56	17,87	21,24
N-NO ₃ ⁻ kg.ha ⁻¹	30,7	41,2	19,55	21,09	25,18
N-NH ₄ ⁺ kg.ha ⁻¹	10,3	14,5	9,61	8,29	10,72
K ⁺ kg.ha ⁻¹	3,4	3,6	0,98	0,72	0,88
Ca ²⁺ kg.ha ⁻¹	6,1	4,1	3,09	2,91	2,39
Mg ²⁺ kg.ha ⁻¹	0,9	0,9	0,45	0,50	0,47
Mn kg.ha ⁻¹	-	-	0,04	0,04	0,05
S-SO ₄ ²⁻ kg.ha ⁻¹	92,6	64,0	18,58	17,46	17,85
Na ⁺ kg.ha ⁻¹	3,3	3,2	1,75	2,19	2,02
Kyselé částice	-	-	38,13	38,55	43,03
Alkalické částice	-	-	16,00	14,79	16,69

*http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/tab_roc_CZ.html

Tab. 11: Roční vstup vybraných prvků podkorunovými srážkami – podle měření VÚLHM na stanici „Červík“ (640 m.n.m.). Roční mokrá depozice, měsíční hodnoty

	2015	2016	2017
Srážky mm	570	1018,2	960,5
H ⁺ kg.ha ⁻¹	7,63	10,94	12,25
N-NO ₃ ⁻ kg.ha ⁻¹	10,60	12,17	14,60
N-NH ₄ ⁺ kg.ha ⁻¹	4,10	4,08	3,66
K ⁺ kg.ha ⁻¹	18,96	21,98	20,01
Ca ²⁺ kg.ha ⁻¹	8,90	5,13	4,21
Mg ²⁺ kg.ha ⁻¹	1,22	1,30	1,10
Mn kg.ha ⁻¹	0,40	0,79	0,70
S-SO ₄ ²⁻ kg.ha ⁻¹	18,25	19,68	20,43
Na ⁺ kg.ha ⁻¹	1,28	1,24	1,64
Kyselé částice	28,85	31,85	35,03
Alkalické částice	34,54	33,85	30,75

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/tab_roc_CZ.html

Pro odhad zatížení lesních ekosystémů okyselujícími srážkami jsme použili údaje stanice ČHMÚ Červená Hora a Bílý Kříž. Uvedené hodnoty nás informují o vysoké převaze kyselých sloučenin v porovnání s alkalickými v atmosférických srážkách nad korunami stromů. Dále je zde informace o vysokém vstupu atmosférického dusíku v jeho amonné i nitrátové podobě. Vedle N a S, které mají plynnou podobu, jsou zde rovněž spady živin, které nemají plynnou fázi v atmosféře a suchá depozice těchto prvků (Ca, Mg, K, Na) je sedimentací částic a aerosolu.

Informaci o kvalitě podkorunových srážek jsme získali z analytických měření ze stanice VÚLHM – Červík. Rovněž zde jsou významné vysoké hodnoty spadů nitrátového dusíku a síry, jako oxidu siřičitého. K okyselování půdy se nemalou měrou podílí i nitrifikace – přeměna amonného dusíku NH₄⁺ na nitrátový NO₃⁻.

2.3. Druhovú skladba porostů

Statistický soubor prvků, popisujících vlastnosti půdního prostředí obsahuje údaje z 75 odběrných míst z jehličnatých porostů, 28 z listnatých a 18 ze smíšených porostů. Věk většiny porostů se pohybuje kolem 89 let. Statistické šetření se týká zvláště stanovišť s jehličnatými, listnatými a smíšenými porosty. Ve druhové skladbě smíšených porostů převažuje smrk (50–65 %) následovaný bukem (35–50 %). V menší míře se vyskytuje klen, bříza, lípa a jeřáb. Na jednom stanovišti je zastoupen dub zimní.

Tab. 12: Druhovú skladba přirozená, současná a cílová

Zastoupení dřevin																	
SM	JD	BO	MD	DG	Ost.	Jehl.	BK	DB	HB	KL	JV	LP	JS	JL	BR	OL	VR
Přirozená druhová skladba																	
4,1	38					42,1	53,3	0,5		2,6	0,1	0,3	0,8		0,3		57,9
Současná druhová skladba																	
1,3	0,9	0,6			0,1	76,5	19,6	0,3	0,2	1,2		0,2	0,4		1,0	0,3	23,5
Cílová druhová skladba																	
61,5	10,7	0,5	1,7	0,3		74,7	19,0	0,8		3,3		0,5	0,9	0,4		0,4	25,3

http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO40-Moravskoslezske_Beskydy.pdf

Podle údajů z taxačního šetření se přirozená skladba původních lesů liší od současné a cílové skladby hospodářského lesa vyšším podílem listnatých (bukových) porostů. Přirozená druhová skladba porostů sestavená specialisty ÚHÚL odpovídá šetřením ing. PRŮŠI (1990) v této PLO.



3. VYHODNOCENÍ CHEMICKÝCH ANALÝZ – VÝSLEDKY A DISKUZE

3.1. Půdní prostředí

Tab. 13: Vybrané charakteristiky nadložního organického horizontu (hodnoty mediánů)

Půdní charakteristika	Dřevinná skladba na stanovišti		
	jehličnatý	listnatý	smíšený
Mocnost horizontu (cm)	5,0	2,5	4,5
C _{ox} [%]	34,3	32,4	31,0
N _{tot} [%]	1,58	1,47	1,58
Nadložní materiál [t/ha]	79,36	43,6	55,12
Množství N _{tot} [kg/ha]	1254	641	871
P [mg/ha]	782	922	950
C/N	21	22	21
C/P	419	353	348

Nadložní organický horizont jehličnatých porostů se vyznačuje vyšším **množstvím organického materiálu**. To je spojeno s vyšším podílem rezistentního organického materiálu v jehlicích a rovněž s vysokým obsahem dusíku na počátku dekompozice, který může podle PRESCOTTA ET ALL. (1993) tento proces zpomalit. Svou roli hraje rovněž nízká zásoba hořčíku a draslíku v nadložním organickém materiálu jako limitujících činitelů mikrobiálního rozkladu (GANJEGUNTE ET ALL. 2005).

Obsahy **celkového dusíku** v půdních profilech jehličnatých, listnatých a smíšených porostů, posuzované podle hodnot mediánů, nejsou významně rozdílné. Vzhledem k vyššímu množství nadložního organického materiálu je na jehličnatých a smíšených stanovištích uloženo mnohem vyšší množství celkového dusíku ve srovnání s listnatými, tedy čistými bučinami. KRUPOVÁ ET ALL. (2018) srovnávají atmosférické spady dusíku a síry s referenčními hodnotami získanými měřeními v rámci programu ICP Forest. Tyto hodnoty jsou 4,5 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ pro N–NO₃⁻, 5,1 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ pro N - NH₄⁺ a 5, 7 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ pro S – SO₄²⁻. Roční depozice N–NO₃⁻ 4,5 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ byla překročena na 18 % míst měřených na Slovensku a na 35 % v České republice v období 2000–2016. Vezmeme-li v potaz výše uvedené hodnoty z lokality Bílý Kříž - N–NO₃⁻: 19,55–25,18 kg.ha⁻¹ a N - NH₄⁺ od 9,61 do 10,72 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ je proces eutrofizace nadložního organického materiálu pravděpodobný.

V organominerálních a minerálních horizontech jsou obsahy celkového dusíku na stanovištích podobné. Rovněž poměry mezi C/N na šetřených stanovištích nejsou významně rozdílné. Rozdílnost je zjištěna v poměru C/P, kde nižší poměr C/P v nadložním organickém horizontu listnatých a smíšených porostů odpovídá nejvyššímu obsahu přístupného P v organominerálních horizontech na těchto stanovištích. Vzhledem k tomu, že kritická hranice pro uvolňování fosforu se pohybuje mezi 700–900 mg.kg⁻¹ (BELYAZID AND BELYAZID, 2012), lze koloběh fosforu považovat za normální, odpovídající chemizmu prostředí i klimatickým podmínkám.

Tab. 14: Chemická půdní reakce (mediány)

Porosty	jehličnaté		listnaté		smíšené	
	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}
Nadložní organický horizont	3,9	3,1	4,3	3,5	4,2	3,4
Organominerální horizont	4,0	3,3	4,3	3,5	4,1	3,3
Minerální horizont	4,3	3,7	4,5	3,7	4,3	3,7

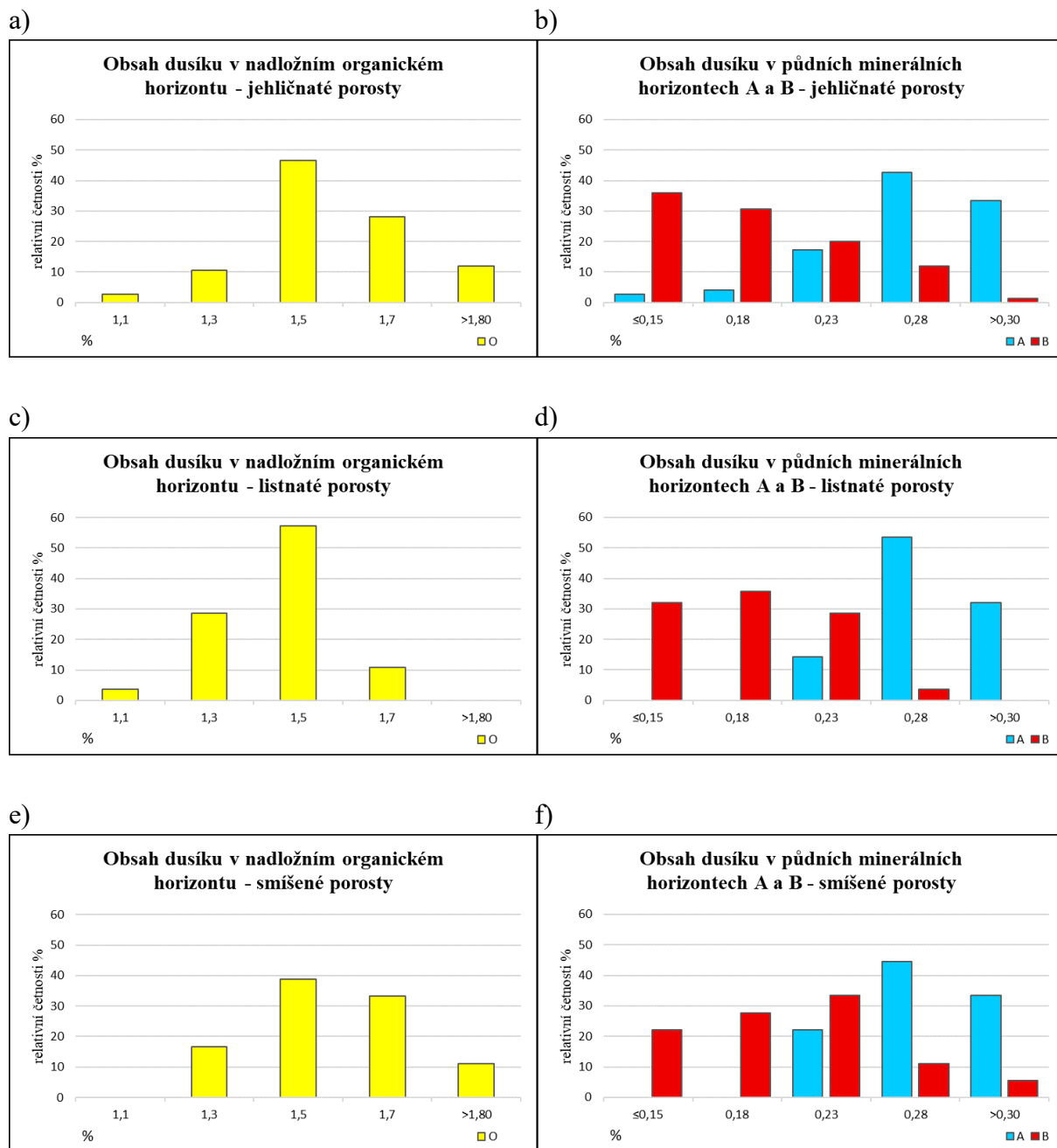
Chemická půdní reakce v organominerálních a minerálních horizontech jehličnatých, listnatých i smíšených stanovišť je silně kyselá.

Hodnoty mediánů chemické **půdní reakce aktivní** (pH_{H2O}) a **výměnné** (pH_{CaCl2}) informují o velmi silně kyselé půdní reakci v horizontu nadložního humusu. Na 64 % odběrných míst v jehličnatých porostech je zjištěna hodnota pH_{H2O} <4,2, což odpovídá pufrovací zóně hliníku, ve které je zvýšený vstup vodíkových iontů vyměňován za bazické kationty. V listnatých porostech je v této zóně zjištěno pouze 7, tedy 25 % a ve smíšených 8, tedy 44 % odběrných míst. Poněkud kyselejší prostředí organominerálního horizontu, který je protkáno vysokým množstvím kořínků, je odvozeno od intenzivního odčerpání bazických kationtů, vylučování okyselujících kořenových exudátů i nitrifikace NH₄. Tyto nižší hodnoty pH jsou zjištěny u všech tří typů stanovišť. V minerálních horizontech je kyselost na stanovištích podobná. Chemismus těchto horizontů je vedle odčerpávání živin ovlivňován zvětráváním horniny.

Vyšší míru okyselování půdy pod jehličnatými porosty uvádějí také PICHLER ET ALL. (2006), OOSTRA ET ALL., (2006), BERG (1986). Ve vyšších polohách vznikají pod mocným nadložním organickým horizontem vybělené – eluviální horizonty. Vyšší hodnotu pH v bukových porostech v porovnání se sedmi dřevinami uvádí VESTERDAL ET RAULUND-RASMUSSEN (2014).



Obr. 2: Celkový dusík v šetřených porostech



Celkový dusík je nižší v nadložních organických horizontech listnatých porostů. Další rozdíly nejsou významné. Obsahy N_{tot} v jehličnatých porostech jsou typické pravostranným rozdělením četností v organominerálních a klesajícím v minerálních horizontech. Listnaté porosty mají menší rozpětí hodnot, což zřejmě souvisí s rychlejším pohybem v ekosystému a smíšené porosty mají znaky jak jehličnatých tak listnatých stanovišť.



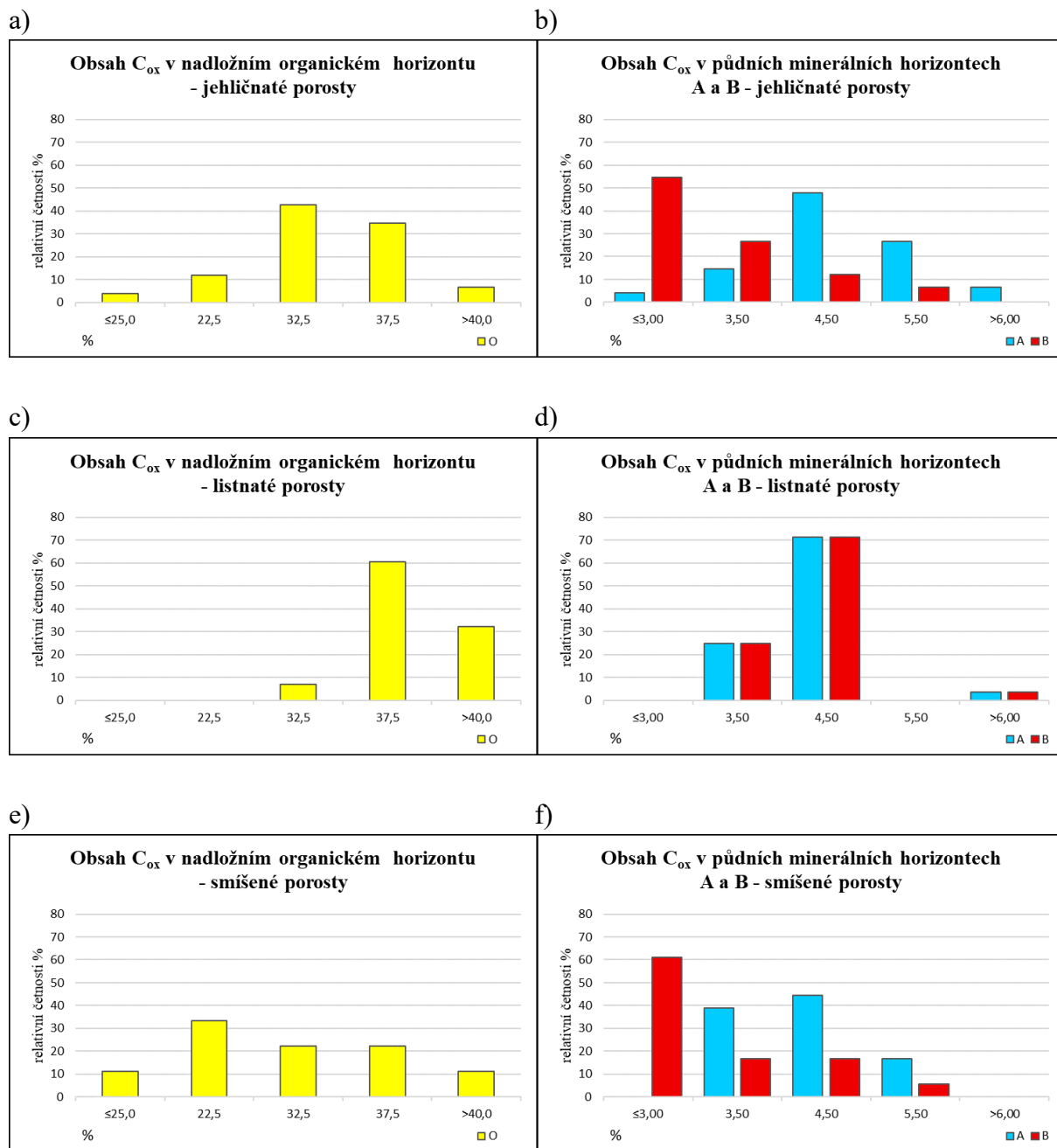
Dusíková eutrofizace se projevuje rozvojem třtiny chloupkaté

Tab. 15: Hodnoty mediánů obsahů spalitelného uhlíku (C_{ox} v %), celkového dusíku (N_{tot} v %) a poměru C/N

horizont	jehličnaté			listnaté			smíšené		
	C_{ox}	N_{tot}	C/N	C_{ox}	N_{tot}	C/N	C_{ox}	N_{tot}	C/N
nadložní organický	34,30	1,58	21,4	32,40	1,47	21,5	31,00	1,58	20,8
organominerální	4,72	0,29	15,9	4,36	0,30	15,1	4,24	0,28	14,3
minerální	2,93	0,18	15,2	2,95	0,17	15,2	2,90	0,21	15,5

Na jehličnatých stanovištích je v nadložním horizontu zjištěna vyšší hodnota spalitelného uhlíku C_{ox} , než v lesích listnatých a smíšených. V organominerálních a minerálních horizontech nejsou zjištěny významné rozdíly v obsazích C_{ox} . Všeobecně platí, že v listnatých lesích je rychlejší koloběh živin mezi půdou a vyšší hodnota pH preferuje bioturbaci a inkorporaci OM do minerální půdy (SOUCÉMARIANADIN ET ALL. 2018). Průzkumem je tato zákonitost potvrzena pouze nepatrně vyšší hodnotou C_{ox} v minerálních horizontech listnatých porostů.

Obr. 3: Spalitelný uhlík v šetřených porostech



Extrahovatelné obsahy fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku a manganu jsou zde nižší díky jejich nižším obsahům v jehličnatém opadu a redistribuci ze starších jehlic. O rozdílných vlastnostech jehličnatých a listnatých stanovišť referují LEGOUT ET ALL. (2007), KACÁLEK ET ALL. (2010).

Tab. 16: Hodnoty mediánů obsahů makroživin (mg.kg^{-1})

Nadložní organický horizont												
Výluh	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
HNO ₃	782	1160	1270	533	922	1490	2345	960	950	1405	2240	889
Organomineralní horizont												
Výluh	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
M _{III}	<3,5	50	43	19,2	<3,5	77,2	118	31	<3,5	77,9	124,5	27,7
HNO ₃	55,2	88,7	56,2	147,0	92,9	127,5	169	218	89,5	128	163,5	238
AR	308	1410	167	1590	511	2045	298	2340	485	1855	307,5	2305
Mineralní horizont												
Výluh	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
M _{III}	<3,5	36,3	<30	10,6	<3,5	45,7	61,7	16,6	<3,5	46,6	70,0	15,9
HNO ₃	31,7	73,9	39,4	148,0	54,5	91,8	91,6	220	93,2	103	97,4	221
AR	243	1600	159	2030	417	1975	247,5	2695	438	2045	229,0	2410

Vysvětlivky: M_{III}- přístupné obsahy, HNO₃ – extrahovatelné obsahy, AR – pseudototální obsahy

Obr. 4: Rezivá lesní půda s vyběleným horizontem

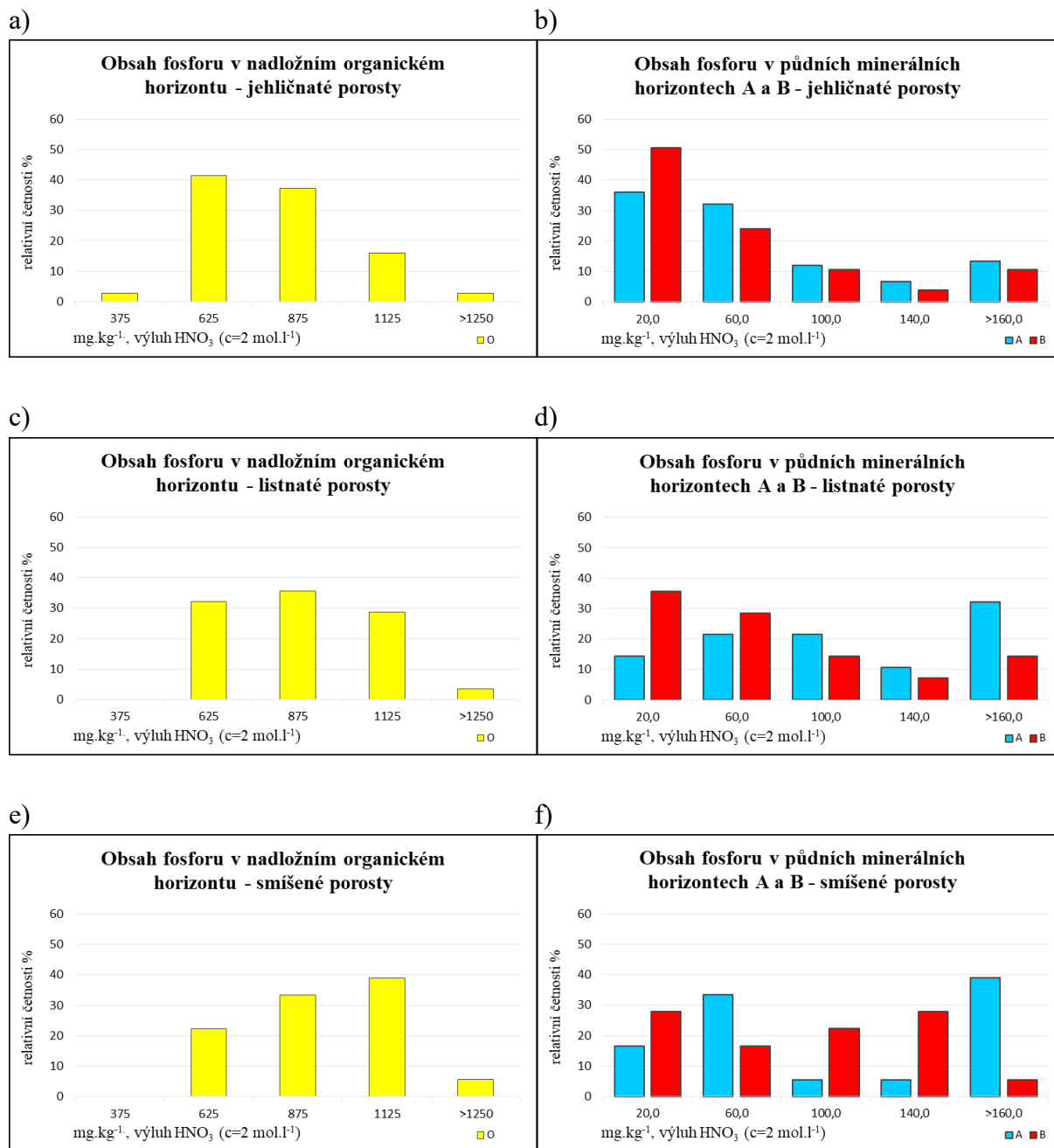


Extrahovatelné obsahy **fosforu** v nadložním organickém horizontu jehličnatých porostů hodnotíme jako nízké až vyhovující. Obsahy nedostačující ($<800 \text{ mg.kg}^{-1}$) jsme zjistili na 39 odběrných stanovištích, tedy na 52 % jehličnatých stanovištích. V listnatých stanovištích je to na 46 % a ve smíšených na 22 % stanovištích. Vyšší množství fosforu v listnatých porostech může být důsledkem menšího odběru dřevinami.

V organominerálních a minerálních horizontech jehličnatých porostů jsou extrahovatelné obsahy nedostatečné, u listnatých porostů nízké a nedostatečné v organominerálních a minerálních horizontech a ve smíšených porostech na nízké úrovni v obou horizontech. Obsahy přístupného fosforu se u obou typů stanovišť pohybují na hranici analytického detekčního minima na všech typech stanovištích.

Pseudototální obsahy jsou nejnížší na jehličnatých stanovištích s velkým rozpětím v profilu a nejvyšší ve smíšených horizontech s hodnotou přibližně stejnou ve vzorkované části půdních profilů. V posledně jmenovaných jsou přístupné i pseudototální obsahy fosforu v organominerálních a minerálních horizontech přibližně stejné.

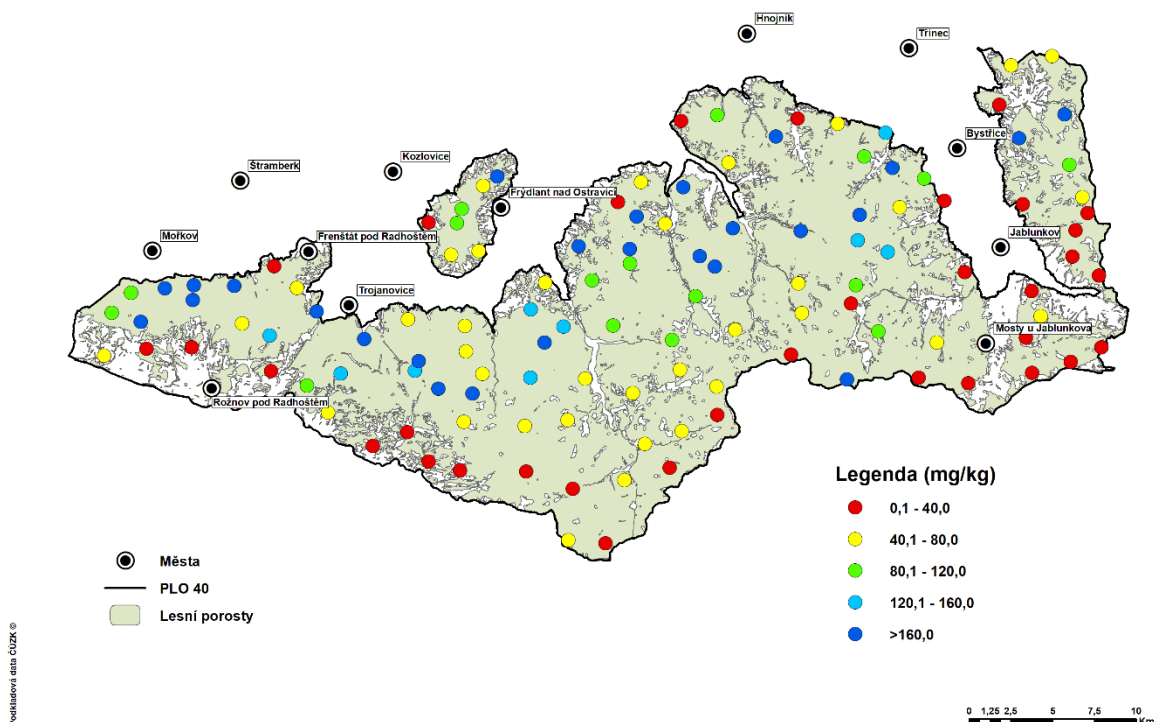
Obr. 5: Obsahy fosforu v šetřených porostech



Nízké obsahy fosforu jsou zjištěny v jižní části na území Biskupství ostravsko-opavského a podél jižní hranice PLO v nadložním organickém horizontu a minerálních horizontech. V minerálních horizontech jsou nízké obsahy fosforu rovněž na území LS Jablunkov.

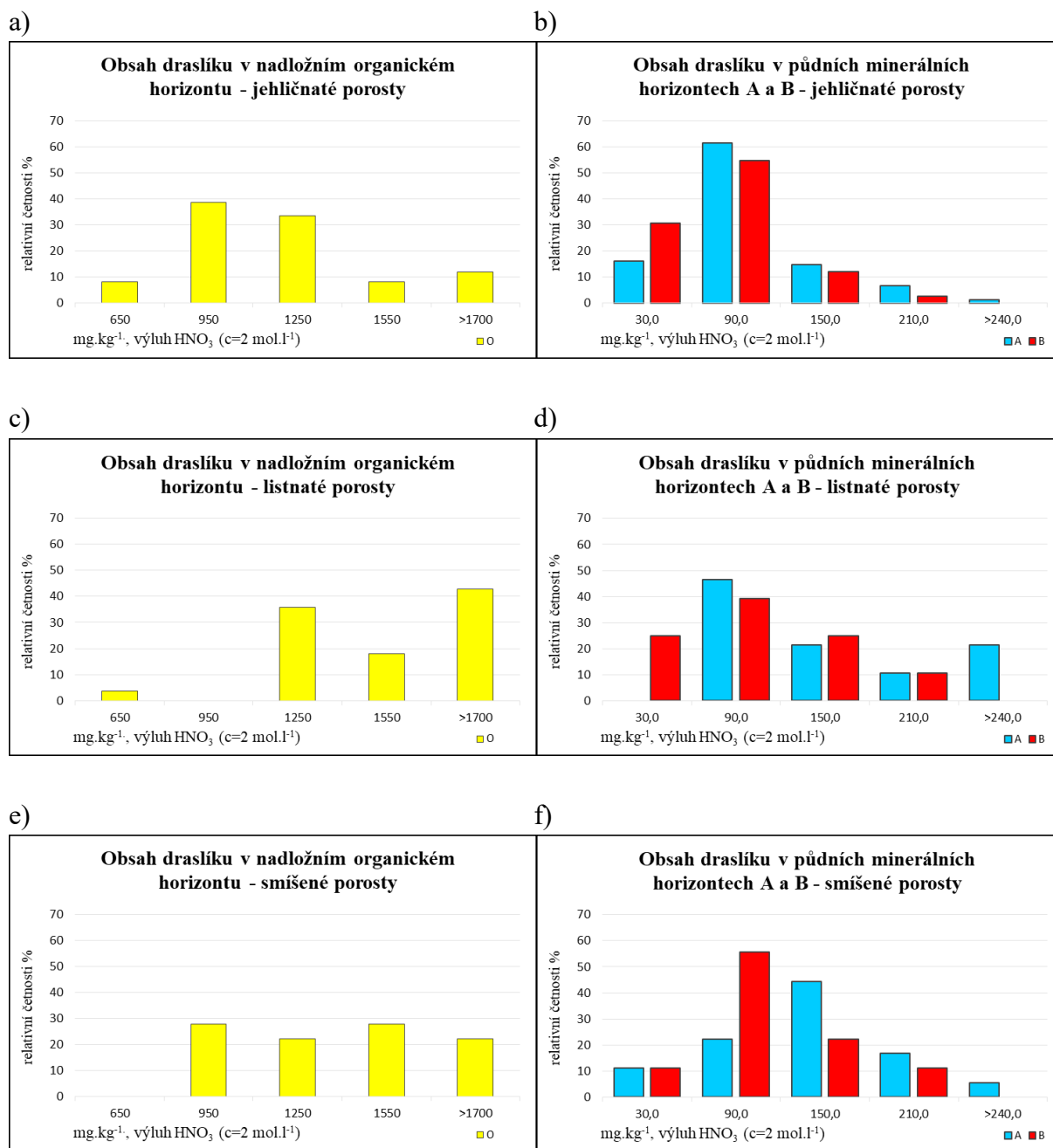
Obr. 6: Obsahy fosforu dle odběrných míst v organominerálním horizontu

Obsah extrahovatelného fosforu v organominerálním horizontu



V nadložním horizontu jsou extrahovatelné obsahy **draslíku** v jehličnatých porostech na nízké úrovni. U listnatých a smíšených na vyhovující úrovni. V minerálních částech půdních profilů jsou na velmi nízké úrovni u všech druhů porostů. Obsahy přístupné formy draslíku jsou v půdním prostředí jehličnanů nedostatečné, u listnatých a smíšených porostů nízké v organominerálních horizontech. V minerálních horizontech jsou na nízké úrovni u jehličnatých a na nízké až vyhovující v listnatých a smíšených porostech. Pseudototální obsahy jsou v obou horizontech jehličnatých stanovišť nižší ve srovnání se stanovišti listnatými a smíšenými.

Obr. 7: Obsahy draslíku v šetřených porostech

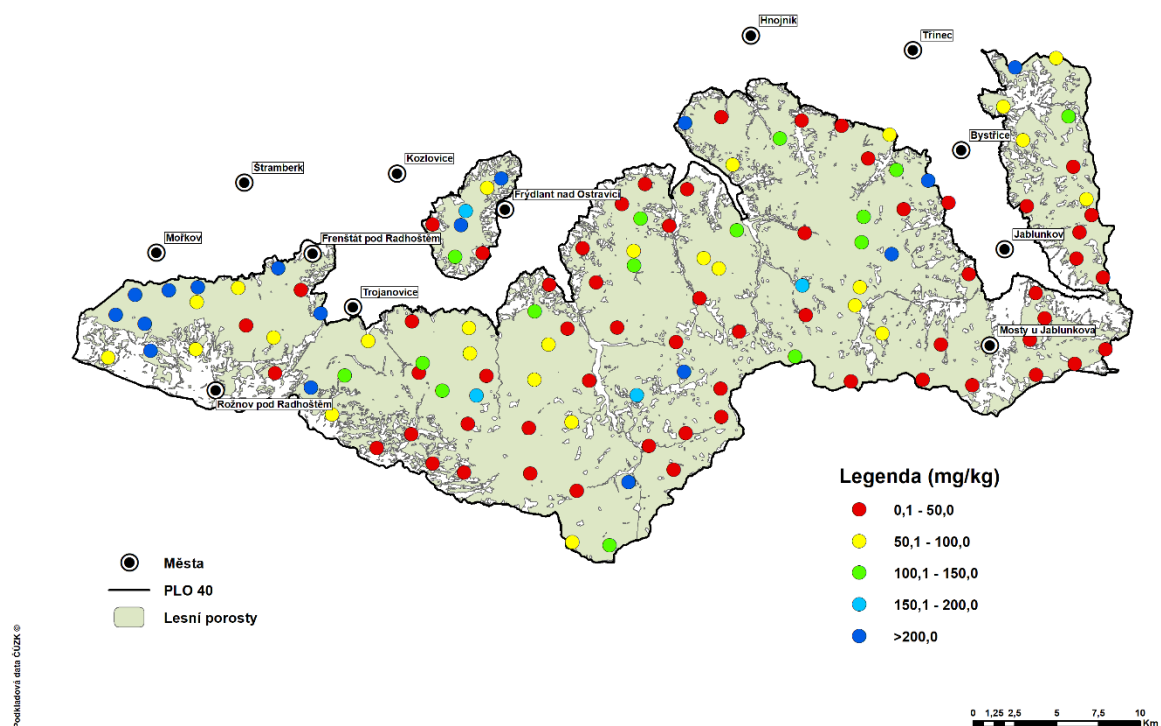


Nadložní organický horizont jehličnatých porostů obsahuje nedostatečnou zásobu vápníku. V porostech listnatých a smíšených je zásoba na nízké úrovni.

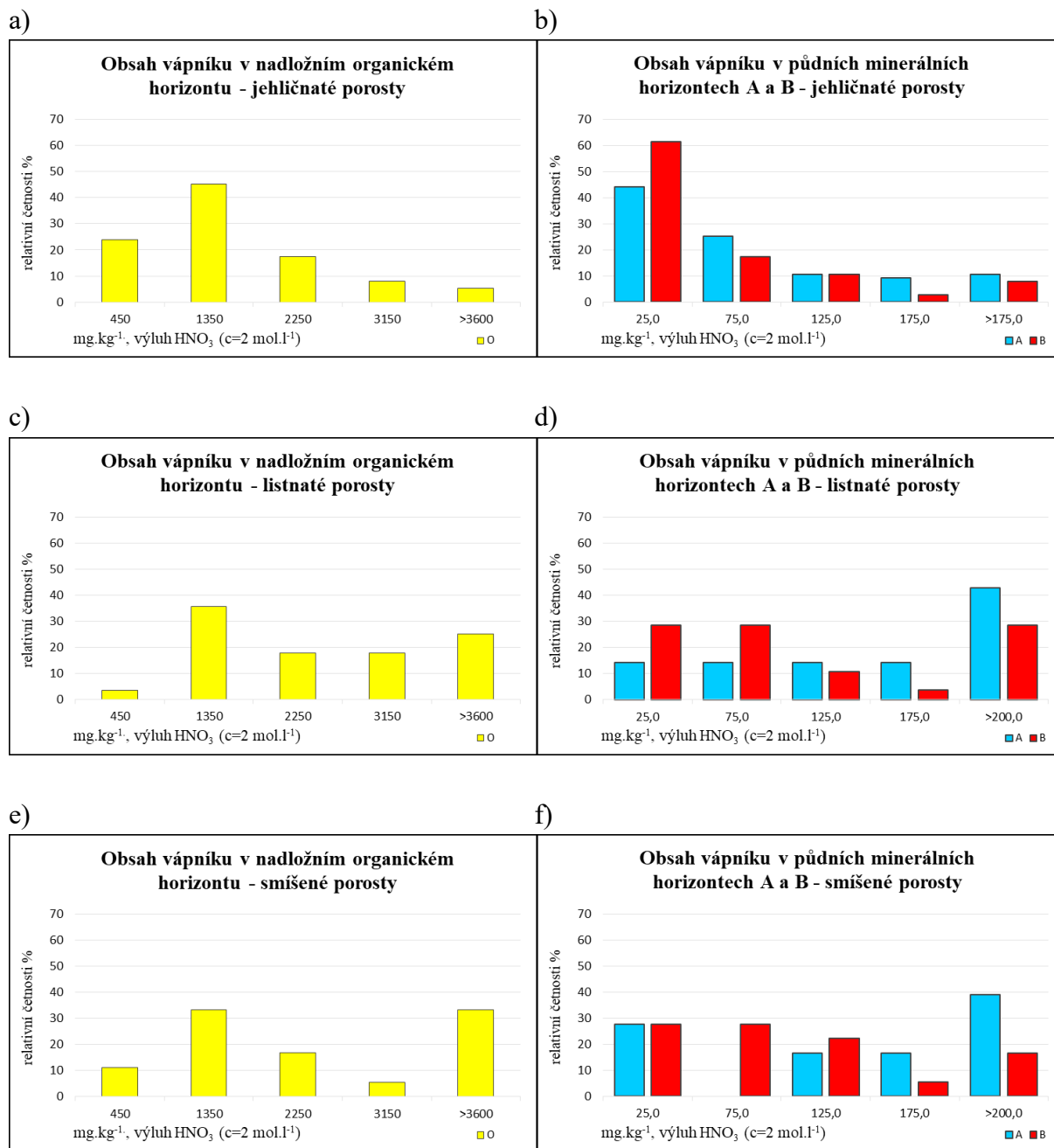
Extrahovatelné i přístupné formy **vápníku** v organominerálních i minerálních horizontech jehličnatých, listnatých i smíšených porostů jsou na nedostatečné úrovni. V listnatých porostech jsou zjištěna odběrná místa s vyššími obsahy obou forem vápníku. Nicméně na těchto místech nabývají extrahovatelné obsahy hodnot od 223 do 463 mg.kg⁻¹ s výjimkou 15200 mg.kg⁻¹ na odběrném místě č. 40246 v organominerálních horizontech a od 246 do 838 mg.kg⁻¹ v minerálních horizontech. Na odběrném místě č. 40246 se výjimečná hodnota obsahu vápníku objevila pouze v organominerálním horizontu. Pseudototální obsahy jsou nižší v listnatých stanovištích. Nízké obsahy vápníku jsou celém území s výjimkou severovýchdní části území LS Rožnov p. R.

Obr. 8: Obsahy vápníku dle odběrných míst v minerálním horizontu

Obsah extrahovatelného vápníku v minerálním horizontu

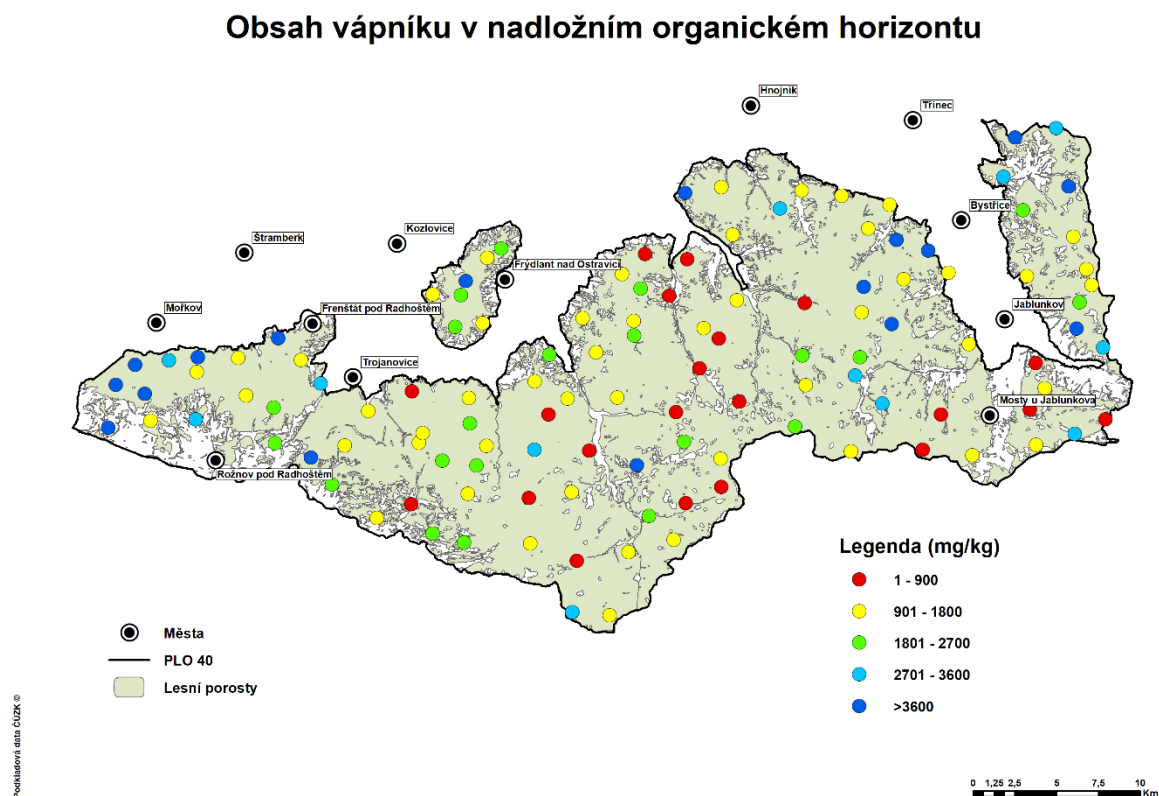


Obr. 9: Obsahy vápníku v šetřených porostech



Významným činitelem jsou vzdušné spady **vápníku** v dosahu vápencového lomu a vápenky u Štramberku. Nízké obsahy vápníku jsou zjištěny ve střední části na území LS Frýdek Místek. Nutričně bohatší stanoviště se v případě našeho průzkumu mohou vyskytovat na pozemcích zalesněných po druhé světové válce.

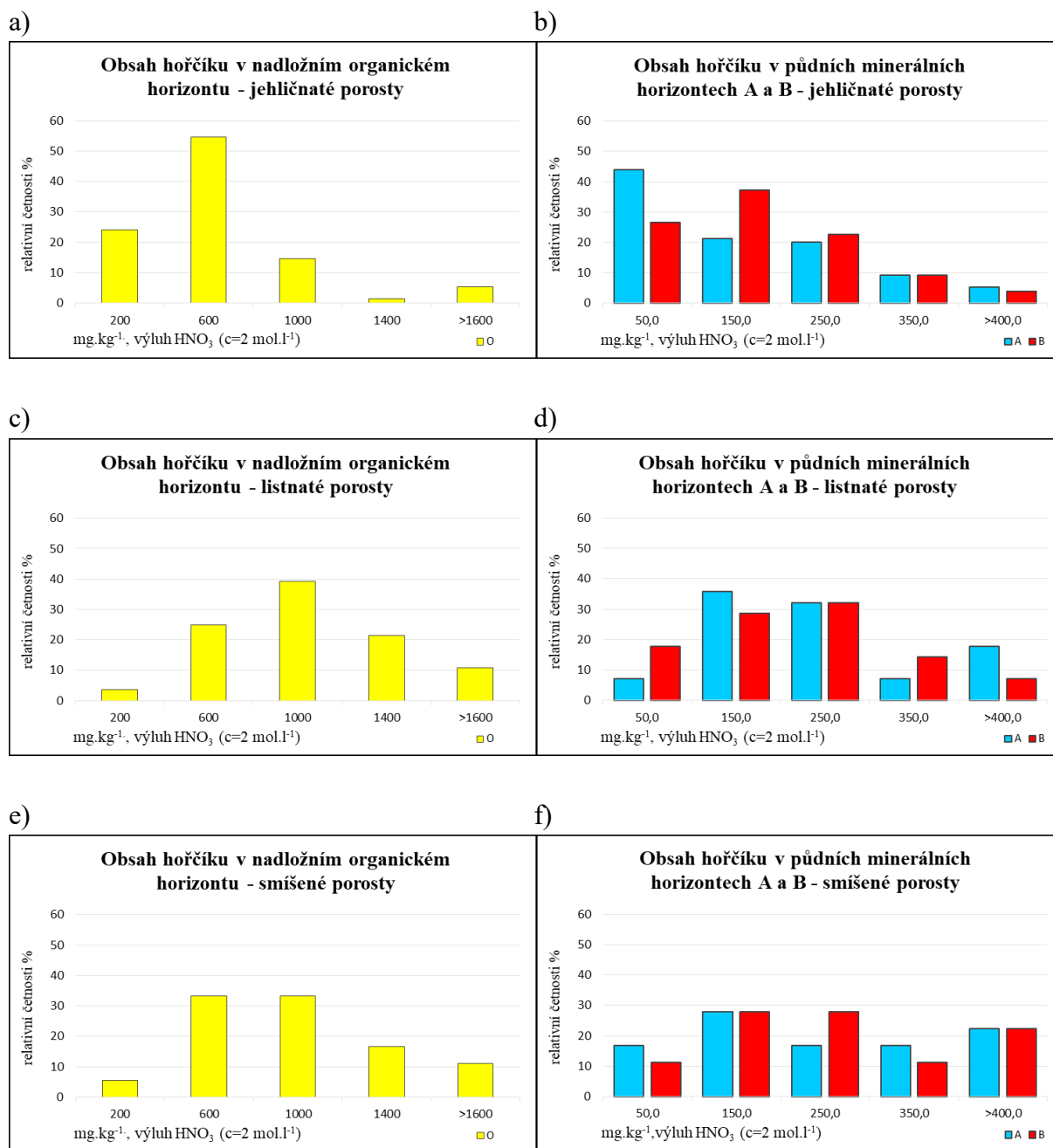
Obr. 10: Obsahy vápníku dle odběrných míst v nadložním organickém horizontu



V nadložním organickém horizontu jehličnatých porostů je nedostatečná zásoba hořčíku. Na listnatých a smíšených stanovištích jsou obsahy hořčíku nízké.

Extrahovatelné i přístupné obsahy hořčíku v organominerálních a minerálních horizontech jehličnatých, listnatých i smíšených porostů považujeme za nedostatečné. Poněkud vyšší obsahy v listnatých a jehličnatých porostech nepřesahují kategorii nízkých obsahů.

Obr. 11: Obsahy hořčíku v šetřených porostech



Obsahy **makroživin** v půdní prostředí šetřených lesních stanovišť jsou nedostatečné a nízké. Grafy rozložení četností ukazují na částečnou různorodost, s výskytem stanovišť s poněkud vyššími obsahy fosforu, draslíku a zejména vápníku a hořčíku v minerálních horizontech. Identita stanovišť s vyššími výskyty těchto prvků ve všech šetřených horizontech ukazuje na rozhodující vliv matečné horniny na obsahy živin v půdě. V případě hořčíku jsou toho důkazem nejvyšší obsahy pseudototálních obsahů ve spodních minerálních horizontech. Vyšší obsahy makroživin v organominerálních horizontech jsou výsledkem vyšší míry recyklace u nadložního organického materiálu a atmosférického vstupu živin do půdního prostředí. Na vyšších obsahách makroživin v minerálních horizontech se vedle vlivu zvětrávání může projevit vliv hlubšího prokořenění a uvolnění z rozkládajících se odumřelých kořínků (<2mm) (GORDON W. S., AND JACKSON R. B. 2000).

V nadložním organickém horizontu listnatých a smíšených stanovišť jsou zjištěny vyšší obsahy hliníku (5625 a 5360 mg.kg⁻¹) ve srovnání s jehličnatými (4730 mg.kg⁻¹). Obsah **hliníku** v listech buku je charakterizován mediánem 76 mg.kg⁻¹ a v jehlicích smrku 61 mg.kg⁻¹ v letorostech a 83 mg.kg⁻¹ v jehlicích předchozího roku.

Ještě vyšší rozdíl je zjištěn v obsazích **železa** (listnaté 8020 mg.kg⁻¹, smíšené 8285 mg.kg⁻¹, jehličnaté 6800 mg.kg⁻¹). I zde jej vysvětlujeme vyššími obsahy v listech.

Tab 17: Hodnoty mediánů obsahů ostatních prvků (mg.kg⁻¹), průzkum 2018

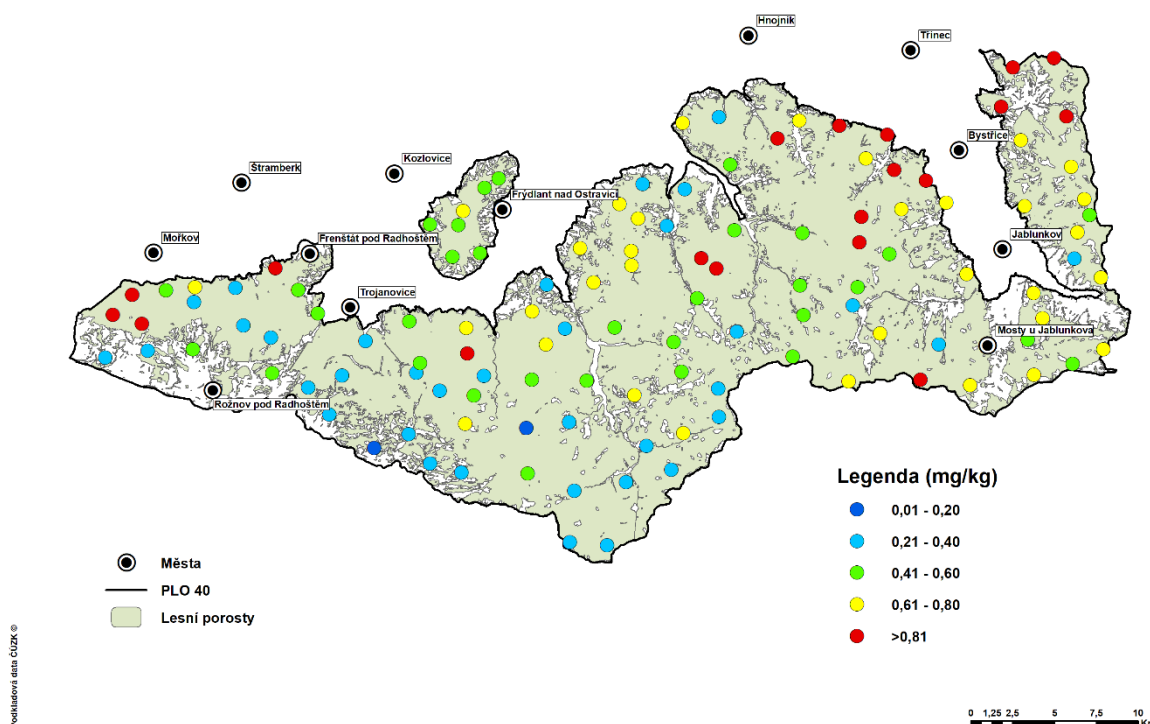
Nadložní organický horizont												
Výluh	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	Al	Fe	Mn	Pb	Al	Fe	Mn	Pb	Al	Fe	Mn	Pb
HNO ₃	4730	6800	166	112	5625	8020	405	96,8	5360	8285	321	138
Organomineralní horizont												
Výluh	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	Al	Fe	Mn	Pb	Al	Fe	Mn	Pb	Al	Fe	Mn	Pb
M _{III}	1900	641			1960	608			1985	608		
HNO ₃	3560	5390	64	56,8	4205	6190	181	87	3995	5775	172,5	70,2
AR	13600	17100	147	60,1	17400	20950	261	92,8	16300	20600	251	74,3
Mineralní horizont												
Výluh	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	Al	Fe	Mn	Pb	Al	Fe	Mn	Pb	Al	Fe	Mn	Pb
M _{III}	2140	445			2080	386			2150	448		
HNO ₃	4700	6310	144	20,1	4805	5840	252	31	4820	5375	290	22,9
AR	17600	19800	228	24,5	20400	20500	334	37,5	18300	20950	375	36,1

Vysvětlivky: M_{III}- přístupné obsahy, HNO₃ – extrahovatelné obsahy, AR – pseudototální obsahy

Základní důvod přítomnosti rizikových a potenciálně rizikových prvků v nadložním organickém horizontu spatřujeme v jejich atmosférickém původu. Na úrovni terénního průzkumu spojujeme rovnoměrné rozdělení četností s geochemickým koloběhem v ekosystému. Nerovnoměrné rozdělení ukazuje na výskyt extérních hodnot na geologicky odlišném podkladu, případně atmosférické spady. V této oblasti jde pouze o **kadmium** (Tab. 19), jehož obsahy jsou poněkud vyšší v okolí Trince.

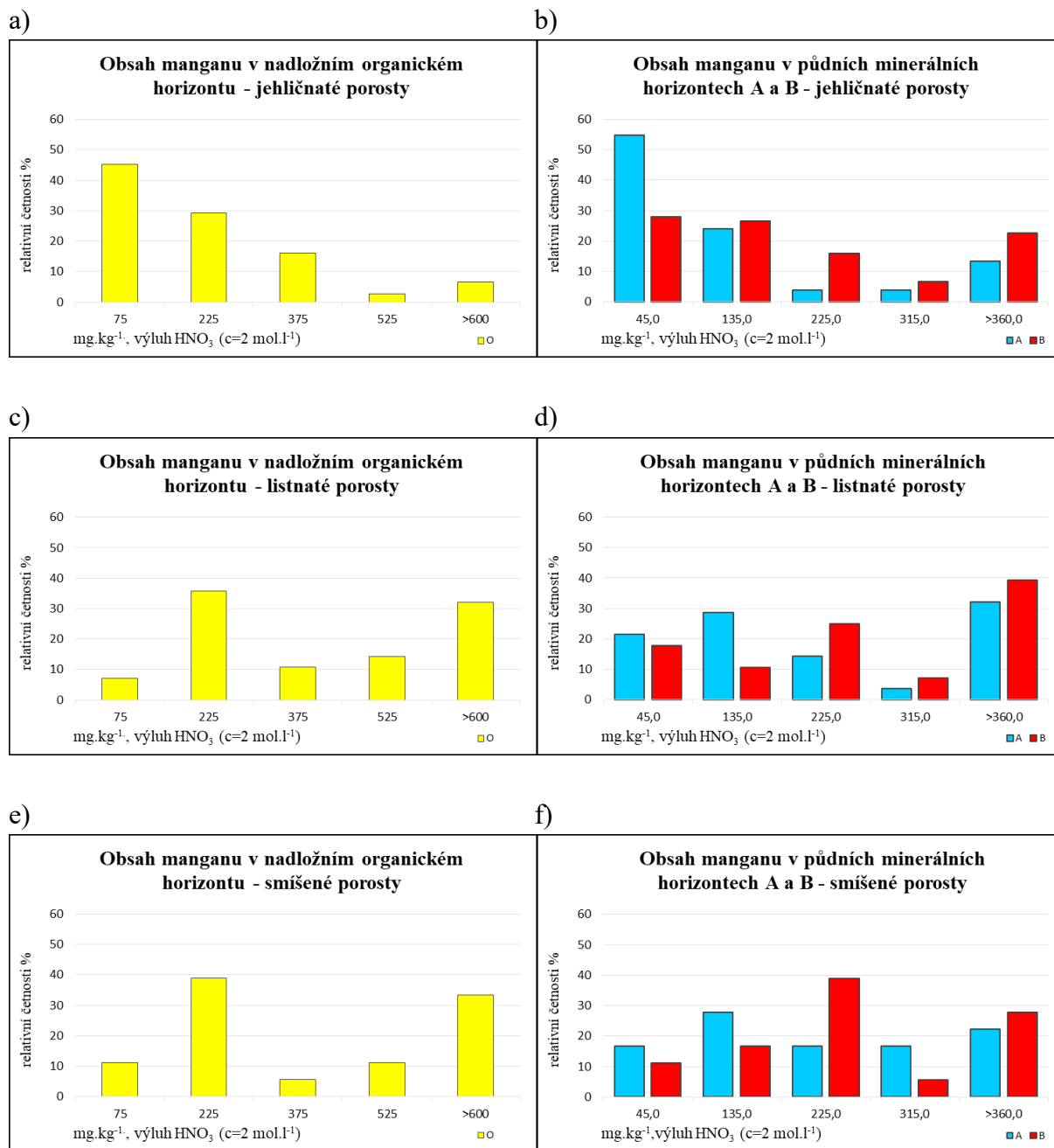
Obr. 12: Obsahy kadmia dle odběrných míst v nadložním organickém horizontu

Obsah kadmia v nadložním organickém horizontu



Dalším prvkem je **mangan**, jehož obsah nabývá v nadložním organickém horizontu jehličnatých stanovišť hodnot od 29 do 1440 mg.kg⁻¹, na listnatých od 103 do 2900 mg.kg⁻¹ a smíšených od 91 do 2020 mg.kg⁻¹. Obsahy manganu (Mn >600 mg.kg⁻¹) byly zjištěny na typologicky bohatých stanovištích 4 lvs v okrajových partiích lesních komplexů. Zvýšené obsahy manganu mohou souviset s lidskou činností, jako metalurgický průmysl, elektro průmysl, hnojiva, fungicidy. Podkorunové srážky, zjištěné na stanici Červík, dosahují hodnoty kolem 0,7 kg.ha⁻¹.rok⁻¹. Akumulace v kyselých podmínkách pohyblivého manganu, ve spodním minerálním horizontu, není vyloučená. Vyšší obsahy manganu jsou zjištěny v minerálních horizontech půdních profilů (mediány obsahů extrahovatelného Mn v nadložním organickém, organominerálním a minerálním horizontu jsou 166 mg.kg⁻¹, 64 mg.kg⁻¹, 144 mg.kg⁻¹ na jehličnatých, 404 mg.kg⁻¹, 171 mg.kg⁻¹, 252 mg.kg⁻¹ na listnatých a 321 mg.kg⁻¹, 173 mg.kg⁻¹, 290 mg.kg⁻¹ na smíšených stanovištích). Rovněž obsahy manganu v asimilačních pletivech smrku i buku na těchto stanovištích jsou vysoké.

Obr. 13: Obsahy manganu v šetřených porostech



Tab. 18: Odběrná místa s Mn >600 mg.kg⁻¹.

Odběrné místo	Půdní horizont			Asimilační pletiva	
	nadložní	organominerální	minerální	sm (mg.kg ⁻¹)	list (mg.kg ⁻¹)
Mn >600 mg.kg ⁻¹ ve všech horizontech					
40200 list	1160	682	636	1270	1380
40201 list	1100	1410	1310		996
40208 list	2900	1140	1670		1560
40224 smíš	677	700	900		1270
40368 smíš	1940	2810	2000	414	726
40501 jehl	1440	1060	705	1100	
Vybraná odběrná místa s obsahem Mn >600 mg.kg ⁻¹ v minerálním horizontu					
40502 jehl	211	179	782	1050	
40504 jehl	485	852	1120	1330	4000
40508 jehl	445	637	727	1630	
40519 smíš	2020	340	646		2970

Obsahy manganu vyšší než 600 mg.kg⁻¹, v nadložním organickém horizontu, byly zjištěny ve všech třech studovaných horizontech na 7 odběrných místech 40200, 40201, 40208, 40224, 40368, 40501 a obsahy s Mn >600 mg.kg⁻¹ v nadložním organickém a organominerálním horizontu byly zjištěny na 9 odběrných místech. Vzhledem k poloze všech odběrných míst s vysokými obsahy manganu v okrajových částech a v blízkosti zdrojů emisí usuzujeme na převážně antropogenní původ zvýšeného množství manganu v půdním prostředí. Na jednom stanovišti byly vyšší obsahy manganu (>600 mg.kg⁻¹) zjištěny pouze v minerálním horizontu (40502), což může být projevem akumulace v usazených horninách. Zde je vidět vazba na vysoké obsahy manganu v asimilačních pletivech. Toxicita manganu se ve větší míře neprojevuje. Antagonismus mezi manganem a hořčíkem je vyjádřen pouze nevýznamným negativním vztahem.

Tab 19: Hodnoty mediánů obsahů těžkých kovů (rizikových prvků) (mg.kg⁻¹)

nadložní organický horizont												
Výluh	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	Cd	Cr	Cu	Zn	Cd	Cr	Cu	Zn	Cd	Cr	Cu	Zn
HNO ₃	0,50	8,84	9,70	62,1	0,61	11,55	10,10	88,5	0,65	13,25	14,40	82,5
organominerální horizont												
Výluh	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	Cd	Cr	Cu	Zn	Cd	Cr	Cu	Zn	Cd	Cr	Cu	Zn
HNO ₃	<0,20	3,42	5,29	10,4	0,25	4,49	7,19	21,4	<0,20	3,98	6,7	18,3
AR	0,17	20,5	9,31	39,7	0,3	26,8	13,5	74,8	0,25	26,6	13,5	76,0
minerální horizont												
Výluh	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	Cd	Cr	Cu	Zn	Cd	Cr	Cu	Zn	Cd	Cr	Cu	Zn
HNO ₃	<0,20	3,74	2,94	10,2	<0,20	3,89	3,54	16,7	<0,20	4,10	4,3	15,0
AR	<0,15	23,4	7,1	46,6	0,2	26,5	10,2	59,0	0,20	26,4	8,9	63,4

Vysvětlivky: HNO₃ – extrahovatelné obsahy, AR – pseudototální obsahy

Vyšší obsahy těžkých kovů jsou zjištěny v půdním prostředí listnatých a smíšených stanovišť. U těchto kovů vyskytujících se v atmosféře ve formě prachu se vedle vyšších obsahů v listech projevuje i vyšší ulpívání na plochých a především drsnějších površích.

Tab. 20: Hodnoty mediánů přístupných obsahů síry (mg.kg^{-1}) v minerálních částech půdních profilů

horizont	S (mg.kg^{-1})		
	jehličnaté porosty	listnaté porosty	smíšené porosty
organominerální	26,3	23,5	24,7
minerální	30,6	22,2	28,2

Vysvětlivky: M_{III}- přístupné obsahy

Obsah rostlinám přístupné síry je v organominerálních i minerálních horizontech jehličnatých porostů poněkud vyšší než v porostech listnatých a smíšených.

Tab. 21: Obsahy rizikových kovů (mediány) a poměry jejich extrahovatelných a pseudototálních obsahů

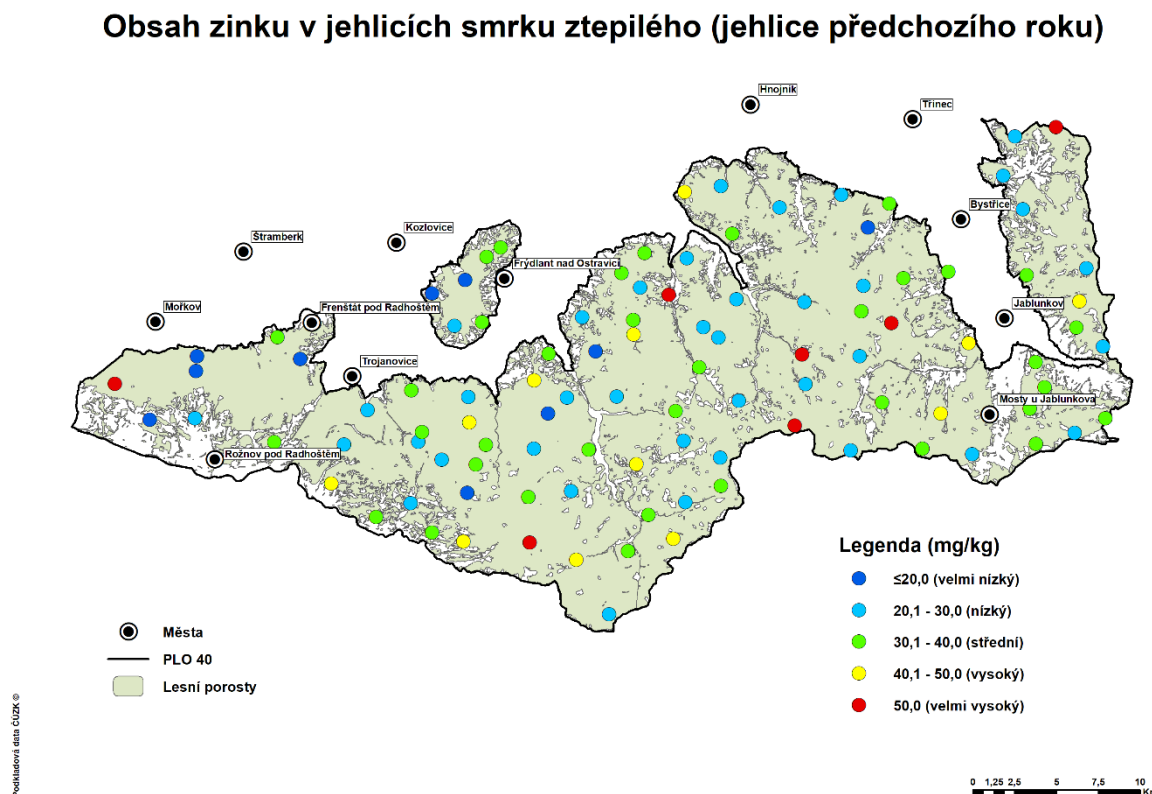
organomineralní horizont – epipedon												
Výluh	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	Cd	Cu	Pb	Zn	Cd	Cu	Pb	Zn	Cd	Cu	Pb	Zn
HNO ₃	<0,20	5,29	56,8	10,4	0,25	7,19	86,8	21,40	<0,20	6,70	70,2	18,25
AR	0,17	9,31	60,1	39,7	0,30	13,50	92,8	74,8	0,25	13,45	74,3	76,0
E/P.100	118 %	57 %	95 %	26 %	83 %	53 %	94 %	29 %	80 %	50 %	95 %	24 %
minerální horizont												
Výluh	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	Cd	Cu	Pb	Zn	Cd	Cu	Pb	Zn	Cd	Cu	Pb	Zn
HNO ₃	<0,20	2,94	20,1	10,20	<0,20	3,54	31,4	16,65	<0,20	4,29	22,9	15,00
AR	<0,15	7,14	24,5	46,6	0,20	10,17	37,5	59,0	0,20	8,85	36,1	63,4
E/P.100	133 %	42 %	82 %	22 %	100 %	35 %	84 %	28 %	100 %	48 %	63 %	24 %
limity	-	> 25 %	> 50 %	> 25 %	-	> 25 %	> 50 %	> 25 %	-	> 25 %	> 50 %	> 25 %

Vysvětlivky: HNO₃ – extrahovatelné obsahy, AR – pseudototální obsahy

V případě kadmia, **mědi** a **olova** usuzujeme na atmosferickou kontaminaci. Poměry extrahovatelných obsahů k pseudototálním nabývají míry nad stanovené limity (ROTTER P. a kol. 2013). U **kadmia** je zjištěna poměrně vysoká pseudototální hodnota v porovnání k extrahovatelné. Obsahy zinku jsou pravděpodobně z větší části geogenního původu.

Nejvyšší obsahy rizikových prvků v nadložním organickém horizontu jsou zjištěny v severních okrajových částech PLO. To platí v případě **kadmia**, **mědi**, **chromu** a **olova**. Zvlášť výrazné jsou vysoké obsahy **zinku** v severní části v okolí Třince.

Obr. 14: Obsahy zinku dle odběrných míst v jehlicích smrku ztepilého (jehlice předchozího roku)



V organominerálních horizontech jsou obsahy chrómu, kadmia a zinku na nízké úrovni. Vysoké obsahy jsou zjištěny u mědi a olova.

V minerálních horizontech jsou ve vyšších polohách poněkud vyšší obsahy chromu a mědi. Jde zde o vyšší zastoupení středních a vysokých hodnot. Kadmium, olovo a zinek jsou zde na nízké úrovni.

Obsahy mědi, olova a zinku jsou zřetelně nižší ve smrčínách v porovnání s listnatými (bukovými) a smíšenými stanovišti.

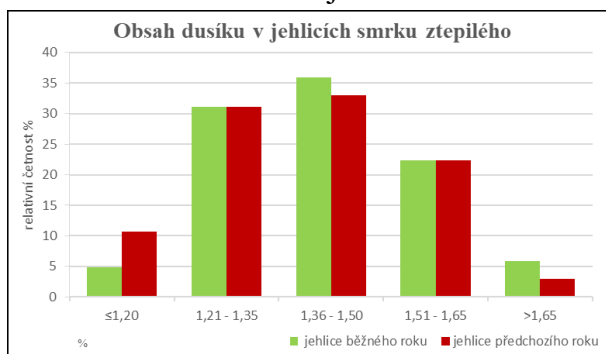
V rámci průzkumu byl dodatečně na 30 odběrných místech po celé ploše oblasti zjišťován obsah **rtuti** v nadložním organickém horizontu. Obsahy nabývaly hodnot od 0,260 do 0,699 mg.kg⁻¹. Pokud považujeme za pozadovou hodnotu v surovém humusu hodnotu 0,100 mg.kg⁻¹, (KABATA-PENDIAS, 2011) je tato koncentrace překročena na všech místech pravděpodobně díky atmosferické depozici. NOVÁKOVÁ A KOL. (2018) nás informují, že průměrný obsah v lesním humusu (nadložním organickém horizontu) byl v roce 1995 v České republice 0,66 mg.kg⁻¹. V Moravskoslezských Beskydech je podle našeho šetření průměrná hodnota 0,482 mg.kg⁻¹ a průměrná hodnota z roku 1995 zhruba odpovídá maximální zde zjištěné hodnotě. Z tohoto důvodu nepovažujeme zjištěné zatížení rtutí za významné.

3.2. Chemizmus asimilačních orgánů

3.2.1. Hodnocení poměrů živin ve výživě smrku

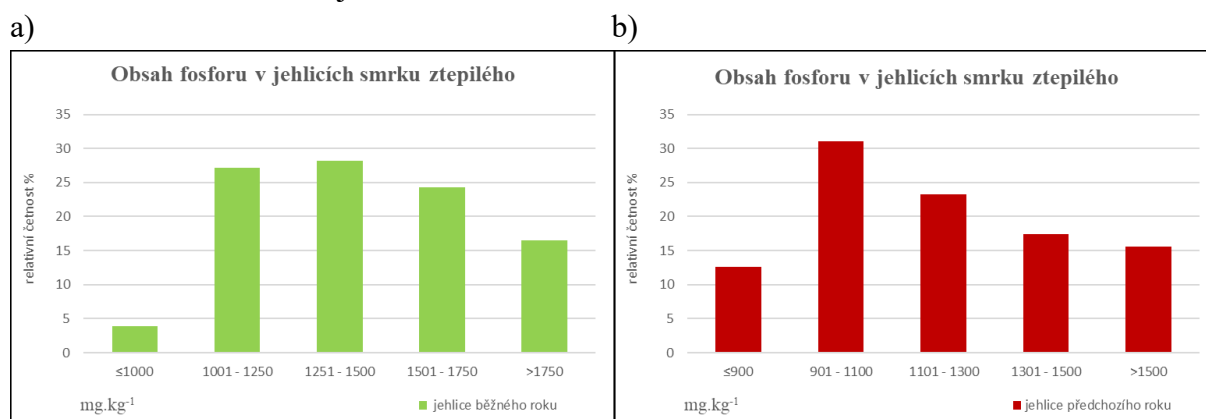
Vezmeme-li obsah **dusíku** 1,35 % jako hranici dostatečné výživy, potom je na 37 OM u běžného roku a 43 OM u předchozího roku, tedy u běžných ročníků 35,92 % a u předchozích ročníků 41,75 % z celkového počtu jehličnatých stanovišť, nevyhovující úroveň výživy.

Obr. 15: Obsah dusíku v jehlicích smrku



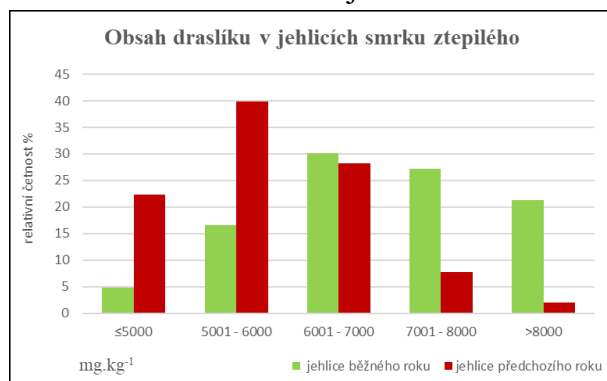
Výživa **fosforem** je nedostatečná na 31 odběrných místech, tedy na 30 % odběrných míst na kterých byly odebírány vzorky smrku. Mírně levostranné rozdělení četností s mediány 1420 mg.kg⁻¹ v jehlicích běžného a 1160 mg.kg⁻¹ v jehlicích předchozího roku je zřejmě výrazem redistribuce fosforu v místech s jeho nižší přístupností. Poměr N/P je na 51 (50 %) stanovištích větší než 10. Na těchto stanovištích dosahuje medián hodnoty fosforu 1210 mg.kg⁻¹ (tedy nízké hodnoty) a je pravděpodobným limitujícím faktorem růstu.

Obr. 16: Obsah fosforu v jehlicích smrku



V případě **draslíku** je zjištěn nedostatek ($K \leq 6000$ mg.kg⁻¹) na 22 odběrných místech. Podle poněkud menší hodnoty mediánu a mírně levostranného rozdělení četností v jehlicích předchozího roku lze usuzovat na proces retranslokace draslíku ze starších jehlic. Poměr N/K v jehlicích běžného roku odpovídá vyvážené úrovni výživy draslíkem.

Obr. 17: Obsah draslíku v jehlicích smrku



Tab. 22: Hodnocení extrahovatelných obsahů živin v půdních horizontech a ve smrkových jehlicích běžného roku podle klasifikace ÚKZÚZ - medián

	N _{tot}	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn
SM - jehlice běžného roku	1,4	1420	6990	3820	941	1000	65	575
klasifikace	3	3	3	2	3	3	2	3

N v %, ostatní prvky v mg.kg⁻¹

Hodnocení obsahů: a) pro Fe a Mn: 1 - velmi nízký; 2 - nízký; 3 - střední; 4 - vysoký; 5 - velmi vysoký;

b) pro makroživiny: 1 - nedostatečný; 2 - nízký; 3 - vyhovující; 4 - vysoký; 5 - luxusní;

Obsahy **vápníku** v běžných jehlicích jsou na nízké úrovni. Nedostatečná úroveň výživy (Ca <4500 mg.kg⁻¹) je zjištěna na 74 ze 103 smrkových stanovišť. V jehlicích předchozího roku je hodnota mediánu 5290 mg.kg⁻¹. Poměr N/Ca u jehlic běžného roku je na 76 smrkových stanovištích vyšší než 3. Výživa smrkových porostů vápníkem je tedy nízká a vzhledem k obsahu dusíku nevyvážená.

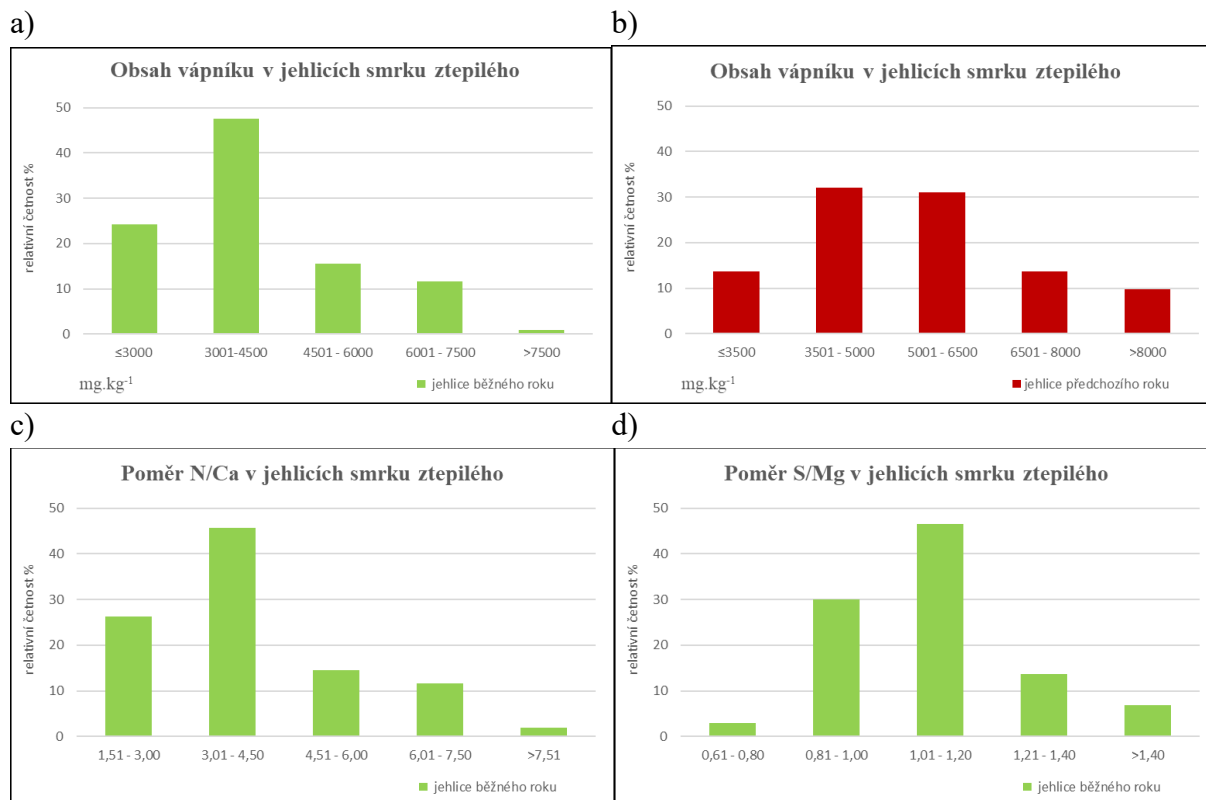
Poměr (K/Ca) je na 18 stanovištích vyšší než 2,4 a poměr (Ca/Mg) téměř na všech stanovištích převyšuje hranici 5, která je horní hranicí oblasti vyvážené výživy.

Tab. 23: Poměry mediánů obsahů živin - smrk ztepilý – jehlice běžného roku podle ŠRÁMKA

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	10,15	2,08	3,78	14,97	1,82	7,19	4,15

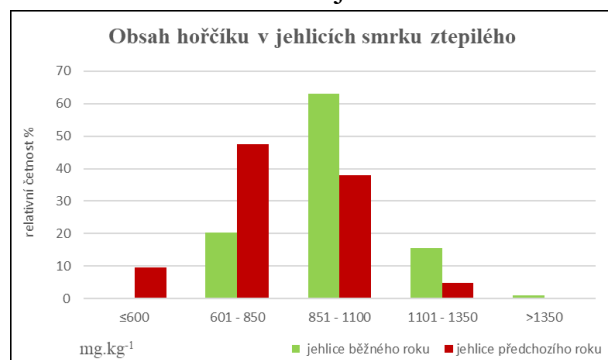
*(ŠRÁMEK et al, 2009)

Obr. 18: Obsah vápníku a poměry N/Ca a S/Mg v jehlicích smrku



Výživa **hořčíkem** je podle hodnoty mediánu v jehlicích běžného roku brána jako vyhovující. Na 17 stanovištích je vysoká ($\text{Mg} > 1100 \text{ mg.kg}^{-1}$) a na 21 stanovištích nízká ($\text{Mg} < 850 \text{ mg.kg}^{-1}$). Poměr dusíku a hořčíku se pohybuje od 10,5 do 23,0 a je tedy převážně vyšší než oblasti harmonické výživy od 8 do 14. Podobně poměr K/Mg s hodnotami od 4 do 12 ukazuje na nižší úroveň výživy hořčíkem. Poměr Ca/Mg nabývá hodnot od 2 do 7, ukazuje tedy zdánlivě vyrovnanou výživu. Vyšší hodnoty tohoto poměru byly zjištěny na stanovištích s průměrnými obsahy u Ca – 5469 mg.kg^{-1} a u Mg 931 mg.kg^{-1} , tedy na místech s vyhovující úrovní výživy těmito prvky. Vyšší obsahy vápníku na těchto stanovištích jsou doprovázeny obsahy hořčíku 6 – 7x nižšími. Těchto míst je v souboru 24 a všechna náležejí ke stanovištím živné ekologické řady.

Obr.19: Obsah hořčíku v jehlicích smrku



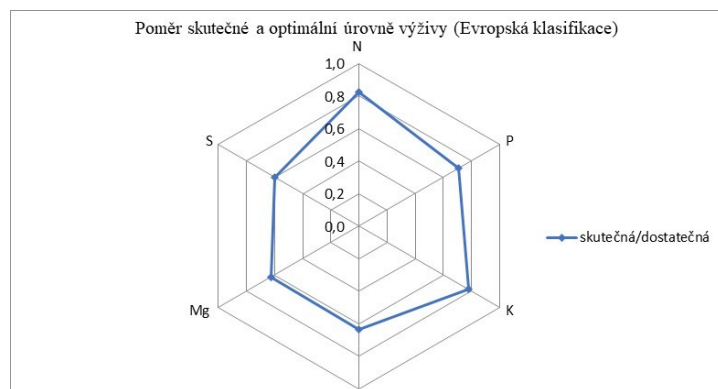
Hliník je v pletivech jehlic běžného roku obsažen ve velmi nízkém množství. V jehlicích předchozího roku je znatelné mírné hromadění tohoto prvku. Hliník může působit jako inhibitor příjmu některých živin. Vzhledem k nízkým hodnotám ve srovnání s dosavadními šetřeními (FIALA AT ALL. 2013) nepovažujeme zjištěné obsahy za škodlivé.

Tab. 24: Obsahy prvků v mg.kg^{-1} (N v %) v jehlicích běžného a předchozího roku - medián

Jehlice	Al	B	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K
Běžného roku	61,0	17,5	3820	0,14	0,27	3,27	65	6990
Předchozího roku	83,2	14,9	5290	0,13	0,28	2,79	84	5700
	Mg	Mn	N	Ni	P	Pb	S	Zn
Běžného roku	941	575	1,4	1,68	1420	0,31	1000	36,4
Předchozího roku	842	670	1,4	1,07	1160	0,44	1030	30,8

Pozn. Jehlice běžného roku jsou odebrány v témže roce, kdy vyrašily, předchozího jsou o rok starší.

Podle obsahů v jehlicích předchozího roku se potvrzuje akumulace Al, Ca, Cr a Fe a naopak retranslokace prvků ze starších do mladších pletiv v době intenzivního metabolismu – K, Mg, P, Zn, B (SCHLEPPI ET ALL. 2000, LETHO ET ALL. 2004). U těchto prvků tedy můžeme předpokládat limitovaný příjem kořeny dřevin, i když retranslokace sama o sobě není považována za příznak stresového, nebo patologického stavu, ale souvisí spíše s mobilitou prvků ve floemu. Koncentrace manganu se běžně zvyšuje s věkem (SCHLEPPI ET ALL. 2000), což je průzkumem potvrzeno.



Obr. 20: Poměr skutečné a optimální úrovně výživy

Podle poměru obsahů evropské klasifikace pro optimální úroveň výživy (FÜRST A. 2009) a mediánů skutečných obsahů v jehlicích letorostů smrku jsou obsahy makroživin přibližně na 70 % této úrovně.

Pro účel zjištění možné toxicity hliníku jsme zvolili kritérium molárního poměru Al/Ca v jehlicích letorostů smrku. V oblasti

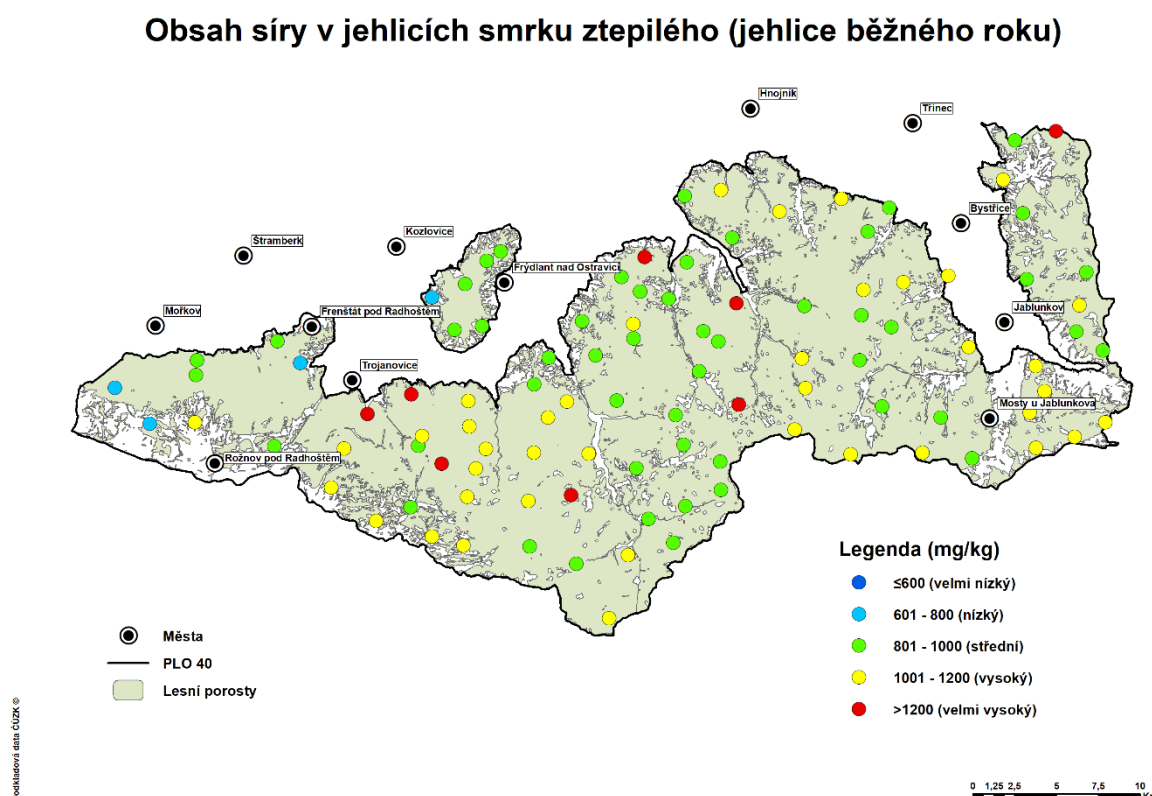
jsme nezjistili oblast s významnějším rozšířením porostů, u nichž byl poměr $\text{Al/Ca} \leq 12,5$, což je podle GIERTYCHA ET ALL.(1997) hranice Al-indukovaného stresu. Hodnoty v rozmezí 12,5 – 25,0 odpovídají nižším obsahům Ca ve vyšších částech pohoří ve smrkových porostech.

Ve smrkových jehlicích byly zjištěny obsahy **železa** na nízké až střední úrovni. Evropská klasifikace (FÜRST A. 2009) předpokládá 22,0 a 91,2 mg.kg^{-1} za hranici nízkých a vysokých obsahů v letorostech a 26,67 a 118,05 mg.kg^{-1} v jehlicích předchozího roku. Zjištěné mediány 64,9 a 84,2 podle této klasifikace odpovídají dostatečné úrovni železa z hlediska výživy.

Obsahy **boru** v jehlicích běžného roku mírně přesahují, podle hodnoty mediánu (17,5 mg.kg^{-1}), spodní hranici oblasti růstového optima (15–30 mg.kg^{-1}) (LEGRAND, 2003). Na 29 % odběrných míst je, podle stupnice ÚKZÚZ (FIALA AT ALL. 2013), výživa borem nedostačující (<15 mg.kg^{-1}). Menší obsahy v jehlicích předchozího roku mohou souviset s retranslokací boru do mladších jehlic v době růstu (LETHO ET ALL. 2004).

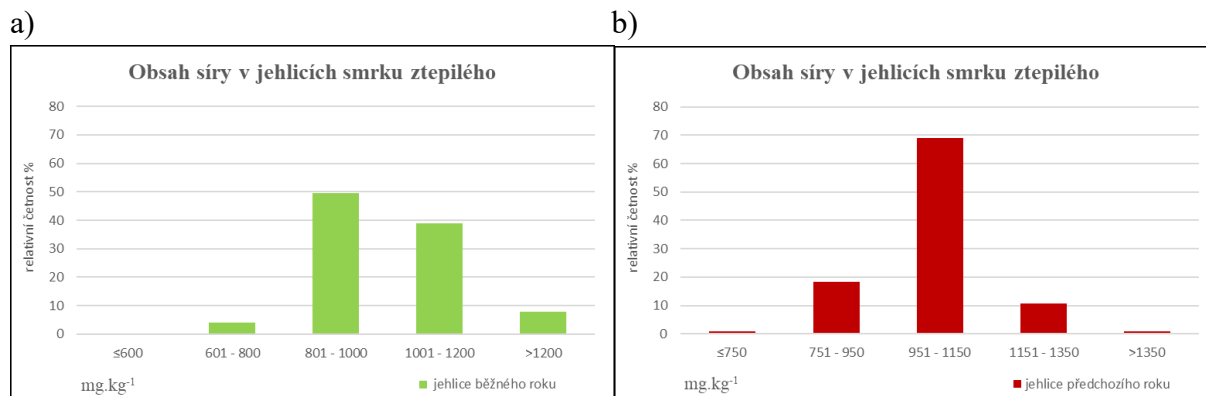
Výživa **manganem** v letorostech se pohybuje od 102 do 2580 mg.kg⁻¹, s hodnotou mediánu 575 mg.kg⁻¹. Jako hranice nedostatku je považována hodnota 20 mg.kg⁻¹ a hranice toxicity 2000 mg.kg⁻¹. V případě buku jsou tyto hodnoty 60 mg.kg⁻¹ pro nedostatek a 2500 mg.kg⁻¹ pro nadbytek. Obsahy manganu zjištěné v asimilačních pletivech obou dřevin odpovídají normální úrovni výživy. Typickým jevem u obou dřevin je zjištění většího množství vyšších hodnot v šetřeném souboru. Obsah manganu, vyšší než 1000 mg.kg⁻¹, je na 23 odběrných místech smrkových stanovišť (letorosty) a na 38 bukových stanovištích. Na stanovištích, kde byly odebrány vzorky smrku i buku, je zjištěn vysoký obsah manganu u obou těchto dřevin. Výskyt vyšších hodnot je tedy odrazem půdního chemizmu dotčených stanovišť.

Obr. 21: Obsahy síry dle odběrných míst v jehlicích smrku ztepilého (jehlice běžného roku)



Síra je v letorostech i v jehlicích předchozího roku na nízké až vyhovující úrovni. Evropská klasifikace udává hodnotu 1800 mg.kg⁻¹ jako blízkou adekvátní optimu (FÜRST A. 2009). Tato hodnota není v pletivech jehlic dosažena. Pravostranné rozdělení četností v jehlicích běžného roku je výrazem aktivního příjmu síry a rovnostranné rozdělení v jehlicích předchozího roku ukazuje na ustálený stav úrovně výživy sírou v podmínkách Moravskoslezských Beskyd. Snížení depozice dusíku a síry (H-NO_3^- , N-NH_4^+ , S-SO_4^{2-}) v letech 2000 – 2016 je statisticky významné na území Slovenské republiky i na českém území, ale zde není tak výrazné (KROUPOVÁ ET AL. 2018). Tito autoři dále zmiňují nejvyšší depozice síry ve vyšších polohách (Predná Pol'ana - 54,37 kg.ha⁻¹rok⁻¹, TANAP od 31,5 do 61,4 kg.ha⁻¹rok⁻¹). Tento poznatek se v našem průzkumu nepotvrzuje a roční spad je zde významně nižší. Na stanici Bílý Kříž je v posledních několika letech zaznamenáno množství od 18 do 54,37 kg.ha⁻¹rok⁻¹.

Obr. 22: Obsah síry v jehlicích smrku

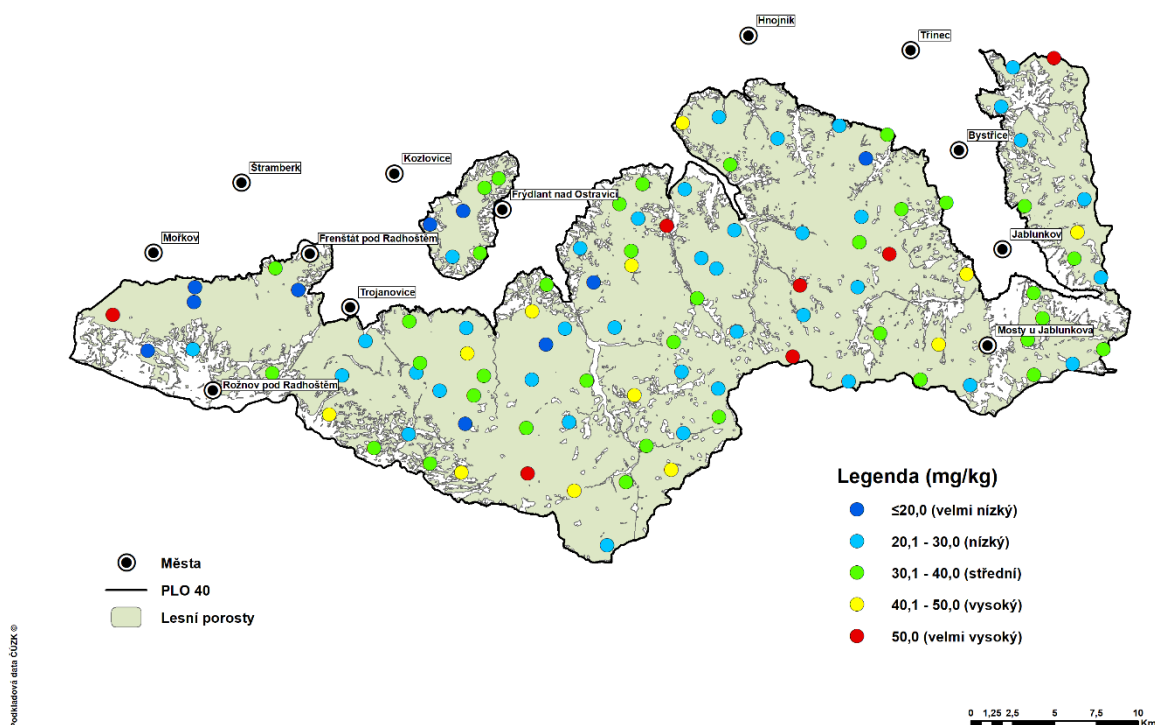


Mediány obsahů těžkých kovů, **kadmia** (0,14 mg.kg⁻¹), **chromu** (0,27 mg.kg⁻¹), **mědi** (3,27 mg.kg⁻¹) a **olova** (0,31 mg.kg⁻¹), odpovídají nízké úrovni zatížení oblasti těžkými kovy.

Zinek je v jehlicích běžného roku na střední úrovni výživy. Rozdělení četností je rovnoměrné, obsahy v jehlicích běžného a předchozího roku jsou podobné. Podle Evropské klasifikace (FÜRST A. 2009) je pod 16 mg.kg⁻¹ nízká a nad 47 mg.kg⁻¹ vysoká hodnota obsahů v jehlicích běžného roku. V průzkumu obsahy nabývají hodnot od 17 do 71 mg.kg⁻¹. Jeho vyšší obsahy mohou být způsobeny průmyslovými emisemi.

Obr. 23: Obsahy zinku dle odběrných míst v jehlicích smrku ztepilého (jehlice předchozího roku)

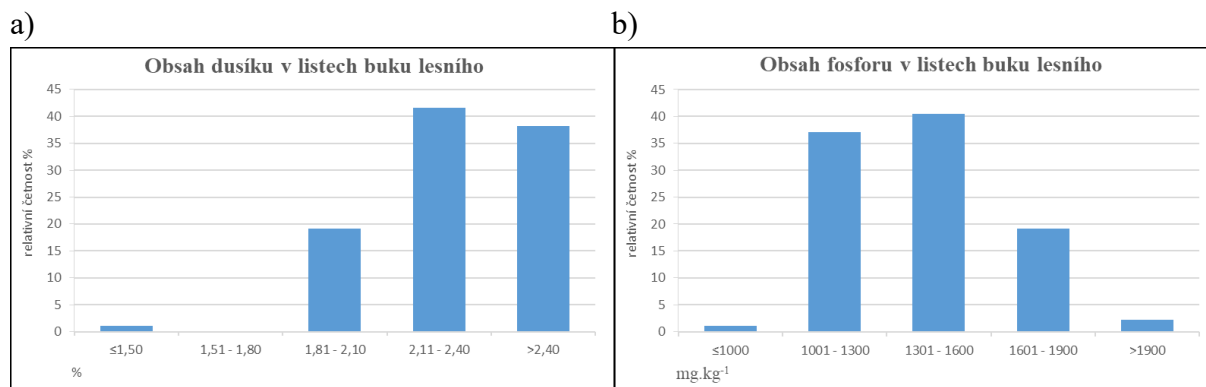
Obsah zinku v jehlicích smrku ztepilého (jehlice předchozího roku)



3.2.2. Hodnocení obsahu prvků v listech buku

Vezmeme-li obsah **dusíku** 1,8 % jako hranici dostatečné výživy, potom můžeme s výjimkou jednoho stanoviště, klasifikovat výživu jako vyhovující až luxusní (FÜRST A. 2009).

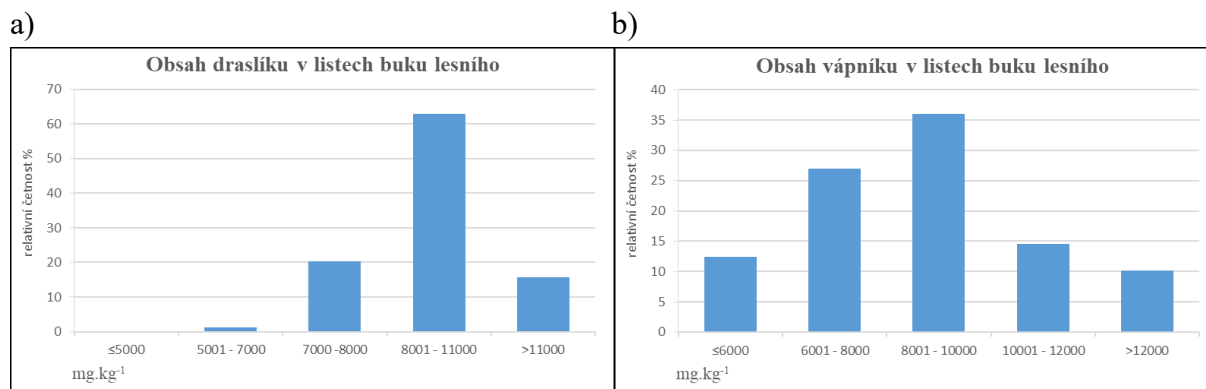
Obr. 24: Obsah dusíku a fosforu v listech buku



Výživa **fosforem** je charakterizovaná mediánem 1370 mg.kg⁻¹. Nedostatečná výživa (P <1070 mg.kg⁻¹) byla zjištěna na 3 odběrných místech, v oblasti latentního nedostatku (1100–1200 mg.kg⁻¹) je zjištěno 17 stanovišť a na 2 stanovištích je zjištěna luxusní úroveň (3200 mg.kg⁻¹) výživy fosforem.

V případě **draslíku** není zjištěna nedostatečná úroveň výživy. Hodnota mediánu 9470 mg.kg⁻¹ odpovídá optimální úrovni výživy.

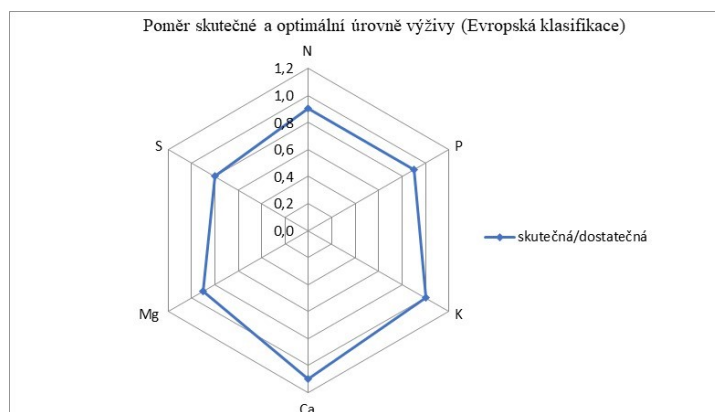
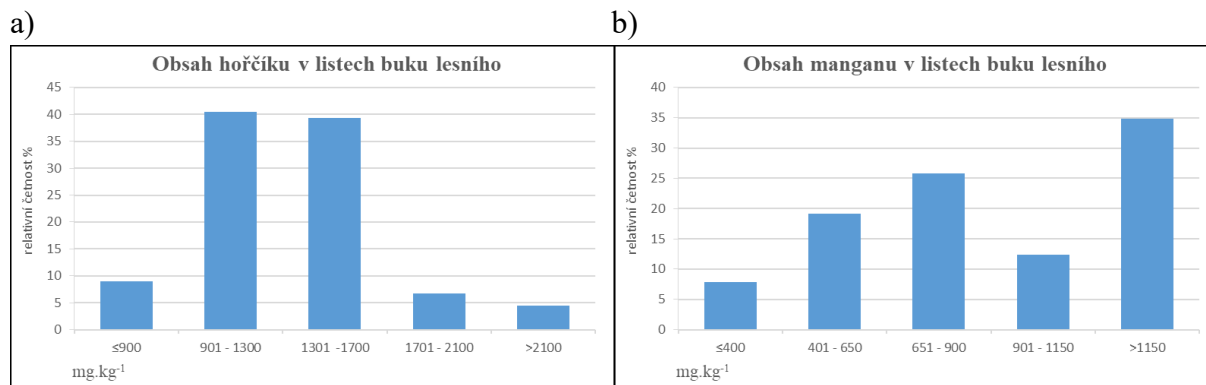
Obr. 25: Obsah draslíku a vápníku v listech buku



Obsahy **vápníku** nabývají hodnot od 3370 do 16000 mg.kg⁻¹. Na většině odběrných míst místech jsou zjištěny hodnoty blízké optimální úrovni výživy.

Výživa **hořčíkem** je na 33 (37 %) stanovištích pod hranicí nedostatku (<1200mg.kg⁻¹). Obsahy **síry** od 1320 do 1980 mg.kg⁻¹ jsou na úrovni optimální výživy pro buk.

Obr. 26: Obsah hořčíku a manganu v listech buku



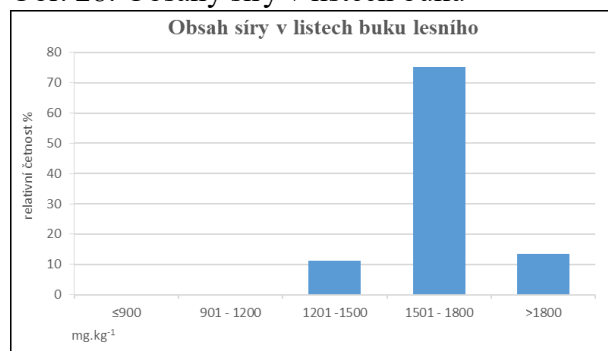
Obr. 27: Úroveň výživy buku

Podle evropské klasifikace optimální úrovně výživy (FÜRST A. 2009) a mediánů skutečných obsahů v listech buku jsou obsahy přibližně na $90 \pm 10 \%$ této úrovně.

Důležitým neesenciálním prvkem je **bor**, který je v pletivech buku obsažen v množství od 13,1 do 36,2 mg.kg⁻¹. Vezmeme-li jako hranici nedostatku hodnotu 15 mg.kg⁻¹, pak je výživa borem je s několika výjimkami na dostatečné úrovni výživy.

Obsah **manganu** je podle hodnoty mediánu (888 mg.kg⁻¹) na střední úrovni a mimo oblast vysokých obsahů (FÜRST A. 2009) s možným toxickým působením. Rozdělení četností se vyznačuje velkou početností hodnot vyšších než 1150 mg.kg⁻¹.

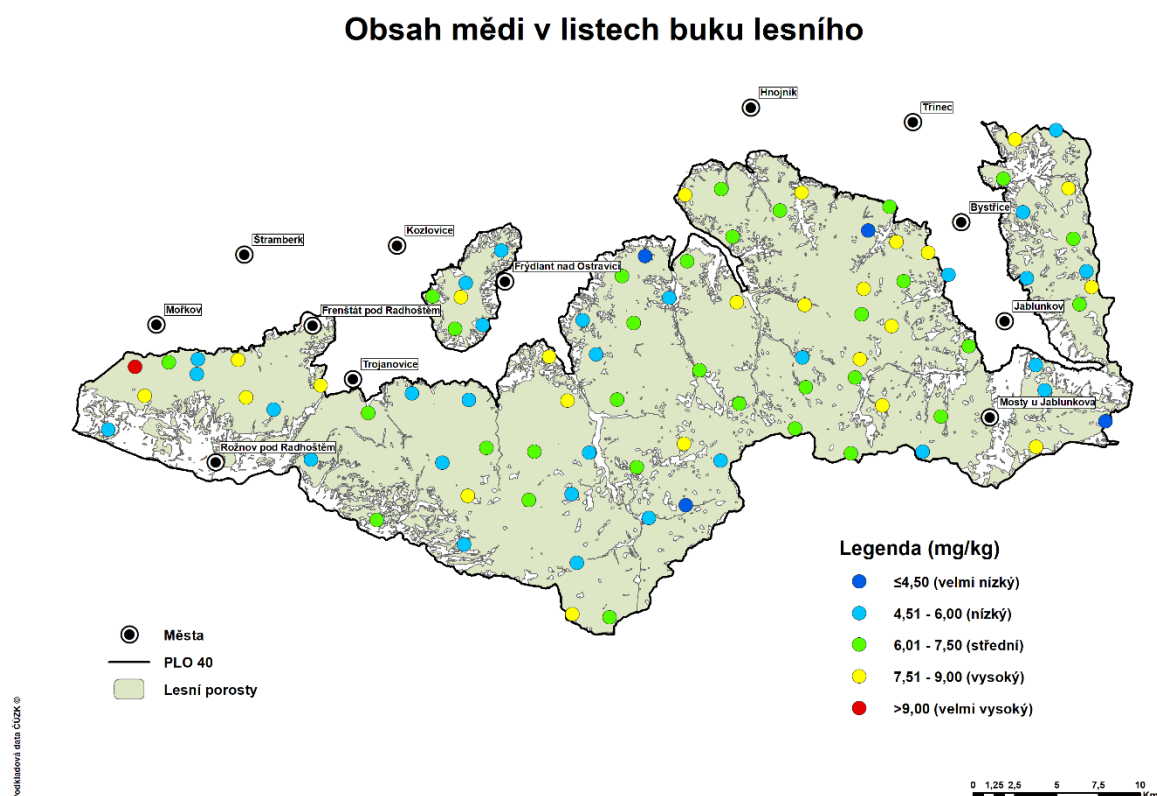
Obr. 28: Obsahy síry v listech buku



Obsahy **hliníku** jsou podle doposud zjištěných obsahů na území republiky (FIALA AT ALL. 2013) na nízké úrovni a obsahy **železa** jsou mimo obsah nedostatku (62 mg.kg⁻¹) na úrovni nízké až vyhovující.

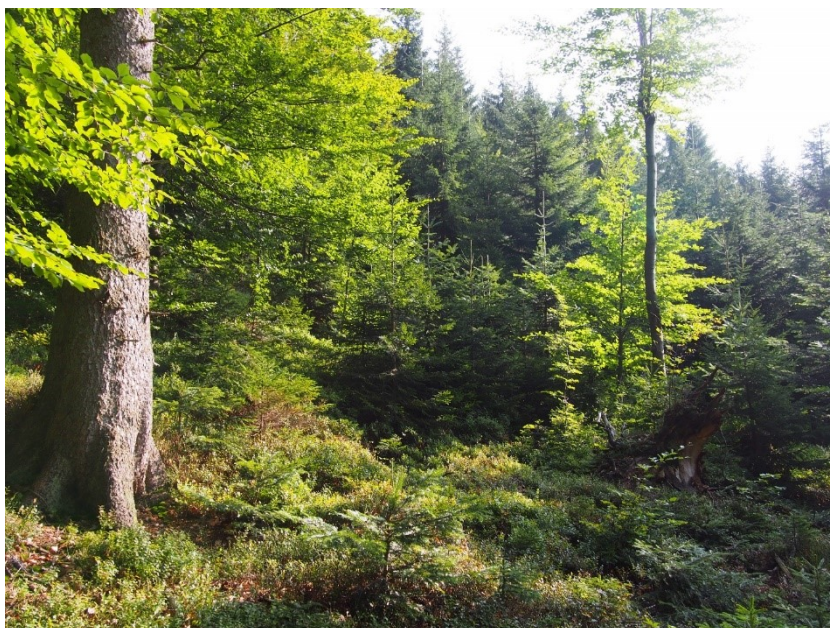
Těžké kovy **kadmium** a **chrom** jsou obsaženy v pletivech listů buku v malém množství.

Obr. 29: Obsahy mědi dle odběrných míst v listech buku lesního



Měď dosahuje na 25 stanovištích obsah vyšší než $7,5 \text{ mg.kg}^{-1}$. Tyto obsahy považujeme za vysoké, nepředpokládáme ovšem toxické působení mědi. Obsahy **olova** nabývají hodnot od $0,4$ do $2,21 \text{ mg.kg}^{-1}$. Obsahy v tomto rozpětí nepovažujeme za toxické.

Zinek je obsažen v listových pletivech v dostatečném množství. Pokud vezmeme jako hranici vysokých hodnot $54,21 \text{ mg.kg}^{-1}$ (FÜRST A. 2009), jsou vysoké obsahy přítomny na dvou místech. Nedostatek zinku pro fyziologické funkce nepředpokládáme.



4. VÝVOJ SLEDOVANÝCH PARAMETRŮ V OBDOBÍ 2004-2018

Pro účel vyhodnocení vývoje chemizmu půdy a asimilačních orgánů byly z tohoto průzkumu výživy použity analytické údaje ze stanovišť, u kterých se odběry vzorků po 15 letech opakovaly.

V nadložním organickém horizontu to bylo z 64 jehličnatých, 23 listnatých a 15 smíšených stanovišť, v organominerálním z 61 jehličnatých, 23 listnatých a 15 smíšených stanovišť a z horizontu minerálního byly k porovnání použity údaje z 63 jehličnatých, 22 listnatých a 12 smíšených stanovišť.

Tab. 25: Hodnoty mediánů půdní reakce a obsahů N a C_{ox}

nadložní organický horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	N _{tot}	C _{ox}	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	N _{tot}	C _{ox}	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	N _{tot}	C _{ox}
2004/05	4,20	3,30	1,29	37,3	4,50	3,80	1,53	38,5	4,20	3,50	1,43	35,6
2018	3,90	3,05	1,58	34,3	4,30	3,50	1,46	32,8	4,20	3,30	1,64	31,3
organominerální horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	N _{tot}	C _{ox}	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	N _{tot}	C _{ox}	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	N _{tot}	C _{ox}
2004/05	3,90	3,20	0,35	7,44	4,00	3,40	0,41	7,94	4,20	3,50	0,31	6,53
2018	4,00	3,30	0,29	4,73	4,30	3,50	0,28	4,32	4,10	3,30	0,29	4,09
minerální horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	N _{tot}	C _{ox}	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	N _{tot}	C _{ox}	pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	N _{tot}	C _{ox}
2004/05	4,30	3,80	0,15	2,98	4,40	3,80	0,21	3,04	4,40	3,90	0,25	3,33
2018	4,30	3,70	0,18	2,96	4,45	3,70	0,17	2,95	4,30	3,60	0,24	1,98

C_{ox} a N_{tot} v %

Hodnota chemické půdní reakce aktivní pH_{H2O} je nejnižší v jehličnatých porostech a nejvyšší v porostech listnatých. Nižší hodnoty byly po 14 letech zjištěny v nadložním organickém horizontu jehličnatých a listnatých porostů. Ve smíšených porostech se tato hodnota nezměnila.

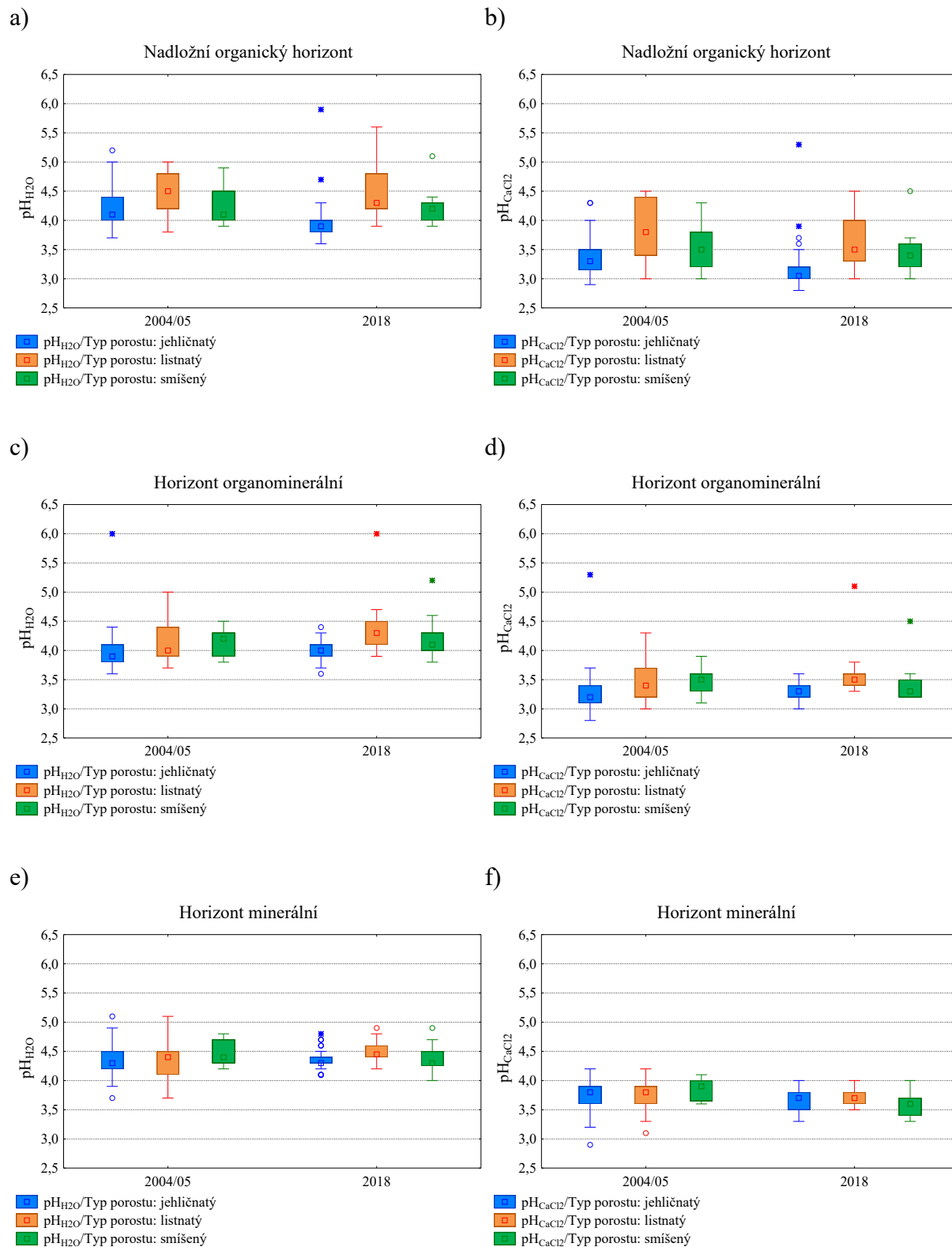
V organominerálních horizontech jehličnatých a smíšených porostů jsou změny pH_{H2O} nepatrné a v porostech listnatých je tato hodnota po 14 letech vyšší.

V minerálních horizontech je v jehličnatých porostech hodnota pH_{H2O} stabilní a v porostech listnatých vyšší a ve smíšených poněkud nižší. V organominerálních horizontech jehličnatých a listnatých stanovišť se hodnoty pH_{CaCl2} zvýšily a ve smíšených porostech klesly. Vysvětlením může být v tomto případě proměnná architektura kořenů buku, která ve smíšených porostech snižuje hustotu v horní části půdních profilů a orientuje se do větší hloubky (BOLTE AT ALL. 2004), odkud početnější jemné kořínky odebírají bazické kationty.

Hodnoty chemické půdní reakce aktivní (pH_{H2O}) nemají dlouhodobou platnost a jsou reakcí na chemismus podkorunových atmosférických srážek i opadu asimilačních orgánů a odumřelých částí dřevin, které jsou ve smrkových porostech kyselejší. Pokles kyselosti organominerálních horizontů vysvětlujeme nižším acidifikačním vstupem v tomto horizontu a zřejmě i nižším kořenovým odběrem, respektive odlišností opakovaných vzorků s výrazně

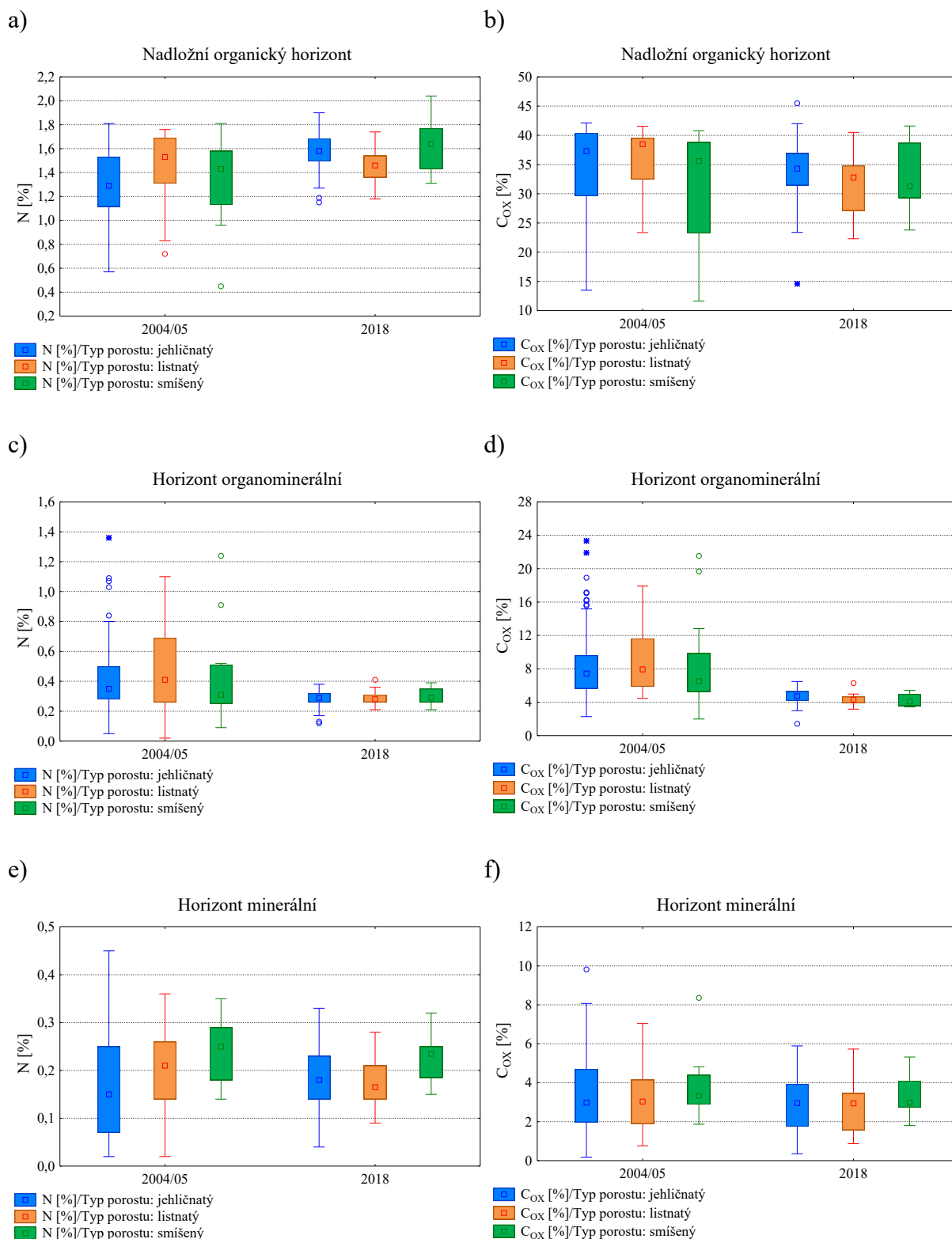
vyšším obsahem C_{ox} ve vzorcích z roku 2004/05. Nicméně zjištěné obsahy C_{ox} podobně jako N_{tot} v organominerálních horizontech považujeme za odpovídající a platné.

Obr. 30: Vývoj hodnoty pH_{H_2O} a pH_{CaCl_2} v půdních horizontech jehličnatých, listnatých a smíšených porostů



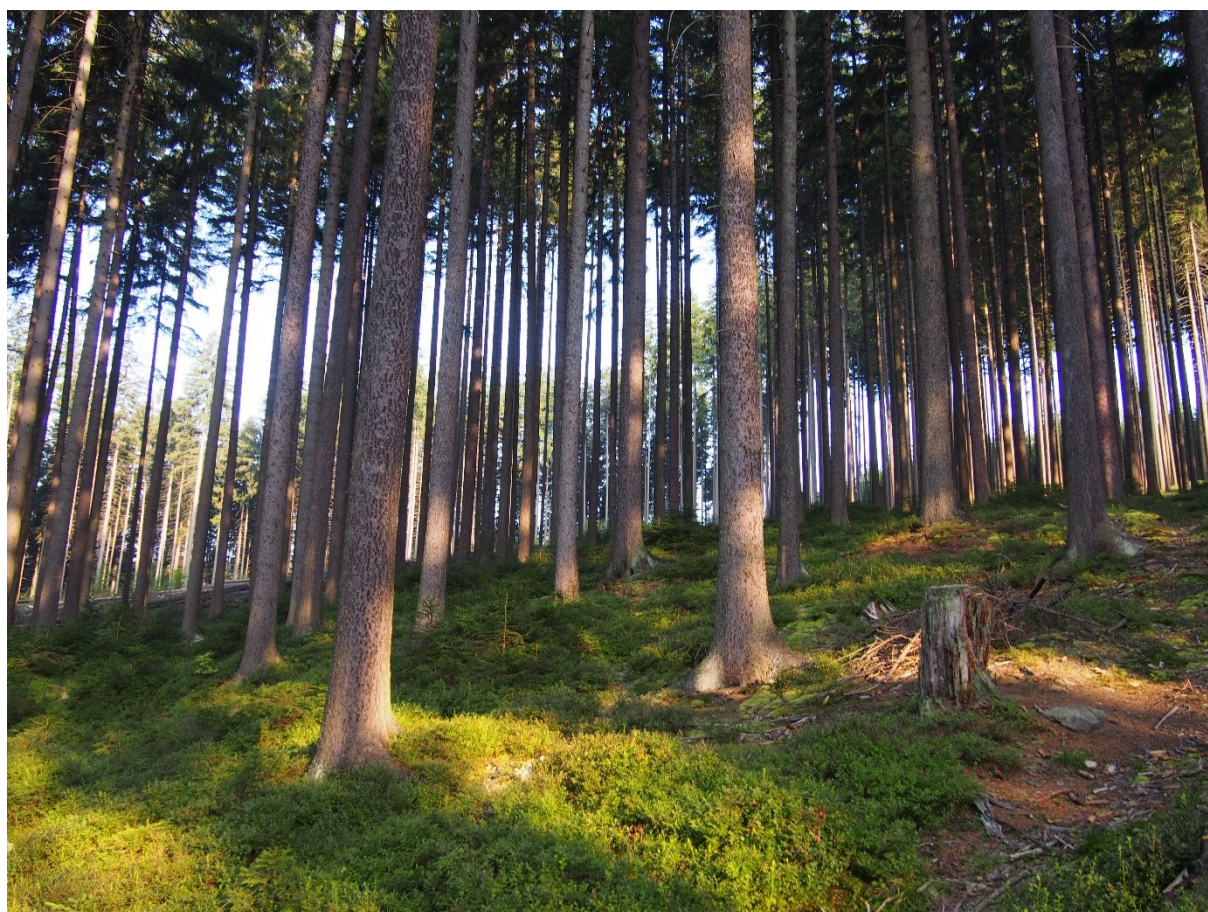
Hodnota výměnné acidity ($\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$) v organominerálních a minerálních horizontech všech porostů je v roce 2018 vyšší (tab. 28). Tato hodnota souvisí s vyšším sycením sorpčního komplexu půd kyselými kationty Al^{3+} a H^+ . Ukazuje na možnost efektivního vápnění, tedy doplnění bazických kationtů Ca^{2+} a Mg^{2+} v sorpčním komplexu půd.

Obr. 31: Vývoj obsahu N a C_{ox} v půdních horizontech jehličnatých, listnatých a smíšených porostů

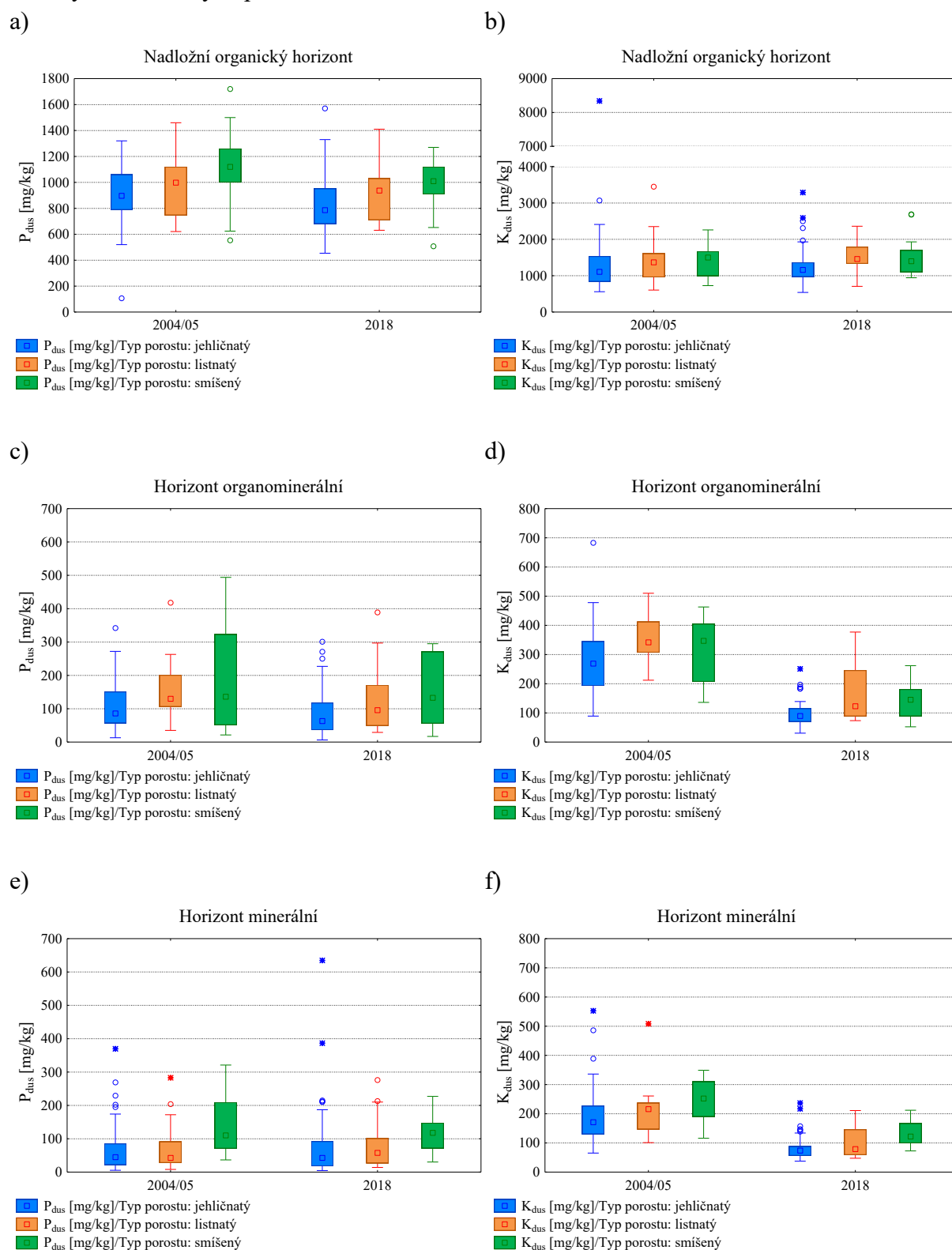


Vyšší biologická aktivita v minerálních horizontech smíšených porostů je v našem průzkumu potvrzena vyšší hodnotou N_{tot} . Zde se může rovněž uplatnit retranslokace dusíku do kořínků před opadem listů (SANTA REGINA I. AND TARAZONA T., 2001).

Pokud připustíme abiotickou fixaci dusíku, může relativně vysoká hodnota obsahu celkového dusíku v minerálních horizontech smíšených porostů souviset s přítomností $\text{NH}_4\text{-N}$, který je fixován v jílové mřížce (MATEJEK ET AL. 2010). Vzhledem k tomu, že smíšené porosty se nachází na podobných stanovištích jako porosty jehličnaté a listnaté, jedná se pravděpodobně o bioticky vázaný dusík související s hlubším prokořeněním a mykorhizou. Abiotická fixace popsaná MATEJEM ET AL. (2010) je nepravděpodobná rovněž na základě detailního šetření na smíšeném stanovišti č. 40368 kde je v minerálním horizontu vysoký podíl jílové frakce ($<0,01\text{mm} = 50,9\%$) a ($0,001\text{--}0,01 = 38,4\%$) a hodnota $N_{\text{tot}} = 0,16\%$. Na smíšeném stanovišti 40265 jsou v tomto horizontu hodnoty jílové frakce $<0,01\text{ mm} = 20,4\%$ a $0,001\text{--}0,01 = 15,8\%$ a hodnota $N_{\text{tot}} = 0,26\%$. Vyšší hodnota N_{tot} v nadložním organickém horizontu jehličnatých i smíšených porostů je zřejmě ovlivněna vyšším vlivem jehličnanů na chemizmus podkorunových srážek.



Obr. 32: Vývoj extrahovatelného obsahu P_{dus} a K_{dus} v půdních horizontech jehličnatých, listnatých a smíšených porostů



Tab. 26: Hodnoty mediánů extrahovatelných obsahů P_{dus} , K_{dus} , Ca_{dus} , Mg_{dus} ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

nadložní organický horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
Rok	P_{dus}	K_{dus}	Ca_{dus}	Mg_{dus}	P_{dus}	K_{dus}	Ca_{dus}	Mg_{dus}	P_{dus}	K_{dus}	Ca_{dus}	Mg_{dus}
2004/05	897	1105	2075	602	998	1370	4970	749	1120	1500	2830	903
2018	787	1160	1160	475	937	1460	2880	998	1010	1400	2220	957
organominerální horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
Rok	P_{dus}	K_{dus}	Ca_{dus}	Mg_{dus}	P_{dus}	K_{dus}	Ca_{dus}	Mg_{dus}	P_{dus}	K_{dus}	Ca_{dus}	Mg_{dus}
2004/05	86,1	269	169	140	130	342	350	224	136	347	247	234
2018	63,2	89,5	51,4	117	95,8	123	166	219	133	145	187	259
minerální horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
Rok	P_{dus}	K_{dus}	Ca_{dus}	Mg_{dus}	P_{dus}	K_{dus}	Ca_{dus}	Mg_{dus}	P_{dus}	K_{dus}	Ca_{dus}	Mg_{dus}
2004/05	45,0	171	86,0	142	42,6	216	96,5	204	110	253	194	301
2018	42,8	73,8	34,2	147	57,9	79,1	83,3	220	118	122	135	277

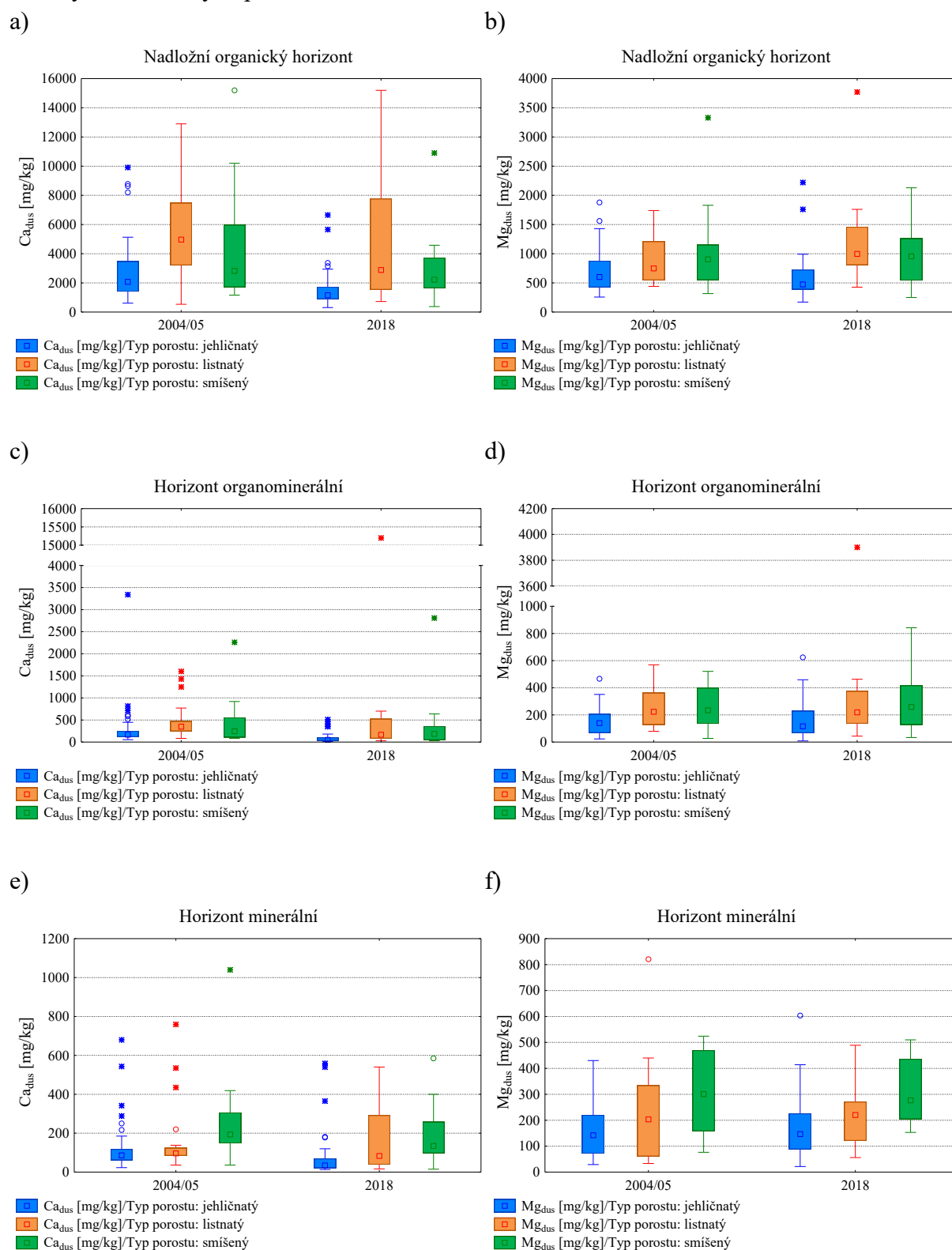
Po 14 letech jsou nižší obsahy extrahovatelného fosforu a vápníku ve všech studovaných horizontech jehličnatých porostů. Obsahy draslíku jsou nižší v organominerálních a minerálních horizontech všech typů porostů. Obsahy hořčíku jsou v organominerálních a minerálních horizontech podobné. Obsahy vápníku jsou menší v nadložních a organominerálních horizontech všech typů porostů. V minerálních jsou nižší v jehličnatých a ve smíšených porostech.

Tab. 27: Hodnoty mediánů přístupných obsahů P_{MIII} , K_{MIII} , Ca_{MIII} , Mg_{MIII} ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

organominerální horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
Rok	P_{MIII}	K_{MIII}	Ca_{MIII}	Mg_{MIII}	P_{MIII}	K_{MIII}	Ca_{MIII}	Mg_{MIII}	P_{MIII}	K_{MIII}	Ca_{MIII}	Mg_{MIII}
2004/05	5,00	87,0	91,0	27,0	13,0	124	238	49,0	7,00	87,0	125	35,0
2018	<3,5	50,1	39,2	18,6	<3,5	74,4	117	30,0	<3,5	86,1	127	33,1
minerální horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
Rok	P_{MIII}	K_{MIII}	Ca_{MIII}	Mg_{MIII}	P_{MIII}	K_{MIII}	Ca_{MIII}	Mg_{MIII}	P_{MIII}	K_{MIII}	Ca_{MIII}	Mg_{MIII}
2004/05	2,00	45,0	43,0	11,0	3,50	62,5	66,0	16,0	5,00	69,0	113	21,5
2018	<3,5	35,1	<30	<10	<3,5	40,2	58,9	14,2	<3,5	63,8	87,7	22,1

Přístupné obsahy fosforu v organominerálních horizontech všech typů porostů jsou nižší. Hodnoty draslíku a vápníku jsou nižší v jehličnatých a listnatých porostech. Obsahy přístupného hořčíku jsou bez významnější změny. V minerálních horizontech jsou přístupné obsahy nižší, především v jehličnatých porostech.

Obr. 33: Vývoj extrahovatelného obsahu Ca_{dus} a Mg_{dus} v půdních horizontech jehličnatých, listnatých a smíšených porostů



Tab. 28: Hodnoty mediánů výměnné acidity (mekv.kg^{-1}) a extrahovatelných obsahů Al_{dus} , Cr_{dus} a Cu_{dus} (mg.kg^{-1})

nadložní organický horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
Rok	v.ac.	Al_{dus}	Cr_{dus}	Cu_{dus}	v.ac.	Al_{dus}	Cr_{dus}	Cu_{dus}	v.ac.	Al_{dus}	Cr_{dus}	Cu_{dus}
2004/05	-	3880	7,60	14,6	-	3280	8,00	13,1	-	5060	10,8	18,9
2018	-	4875	8,92	9,89	-	5370	11,8	10,1	-	5350	13,4	15,6
organominerální horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
Rok	v.ac.	Al_{dus}	Cr_{dus}	Cu_{dus}	v.ac.	Al_{dus}	Cr_{dus}	Cu_{dus}	v.ac.	Al_{dus}	Cr_{dus}	Cu_{dus}
2004/05	80,0	3285	3,70	5,90	76,0	3975	4,40	8,80	68,8	3885	4,70	7,80
2018	161	3560	3,48	5,52	150	4240	4,55	7,15	144	4350	4,11	8,52
minerální horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
Rok	v.ac.	Al_{dus}	Cr_{dus}	Cu_{dus}	v.ac.	Al_{dus}	Cr_{dus}	Cu_{dus}	v.ac.	Al_{dus}	Cr_{dus}	Cu_{dus}
2004/05	58,4	3955	4,00	2,40	58,0	4410	3,85	2,90	57,6	5460	5,30	3,25
2018	108	4710	3,91	2,94	100	4960	3,76	3,95	121	5115	4,43	4,94

V nadložních organických horizontech je v roce 2018 nižší obsah Cu, Mn a Zn ve všech typech porostů.

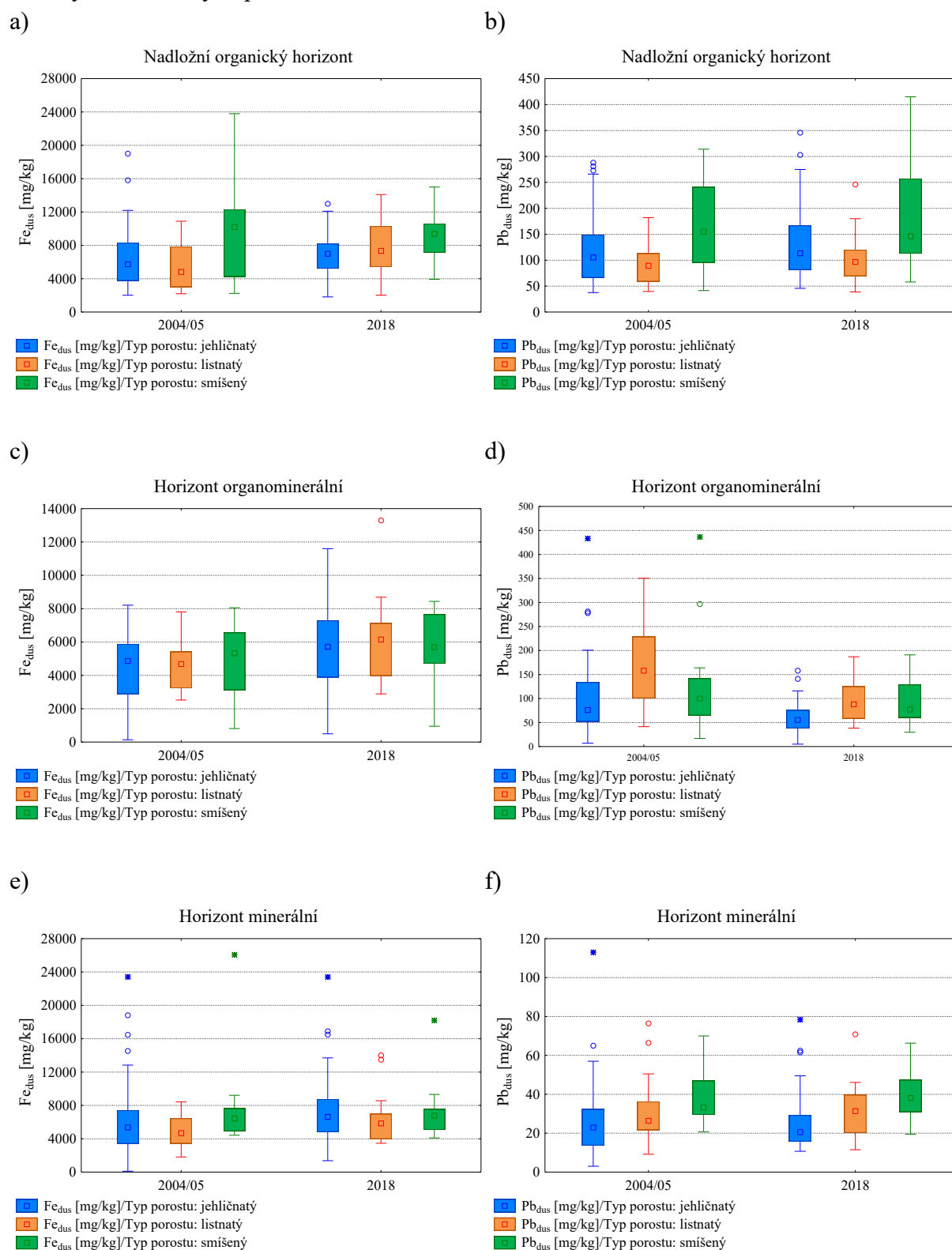
V organominerálních a minerálních horizontech všech typů porostů jsou zjištěny vyšší hodnoty výměnné acidity a vyšší obsahy Fe a Mn.

Tab. 29: Hodnoty mediánů obsahů Fe_{dus} , Mn_{dus} , Pb_{dus} , Zn_{dus} (mg.kg^{-1})

nadložní organický horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
Rok	Fe_{dus}	Mn_{dus}	Pb_{dus}	Zn_{dus}	Fe_{dus}	Mn_{dus}	Pb_{dus}	Zn_{dus}	Fe_{dus}	Mn_{dus}	Pb_{dus}	Zn_{dus}
2004/05	5735	288	106	69,8	4810	779	89,3	101	10200	406	155	105
2018	7005	165	114	61,3	7350	469	96,6	92,2	9390	300	146	85,7
organominerální horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
Rok	Fe_{dus}	Mn_{dus}	Pb_{dus}	Zn_{dus}	Fe_{dus}	Mn_{dus}	Pb_{dus}	Zn_{dus}	Fe_{dus}	Mn_{dus}	Pb_{dus}	Zn_{dus}
2004/05	4868	38,0	76,0	12,1	4676	115	158	25,8	5326	132	100	20,1
2018	5710	57,7	55,5	10,5	6150	203	88,2	21,4	5700	178	77,4	18,8
minerální horizont												
	jehličnaté porosty				listnaté porosty				smíšené porosty			
Rok	Fe_{dus}	Mn_{dus}	Pb_{dus}	Zn_{dus}	Fe_{dus}	Mn_{dus}	Pb_{dus}	Zn_{dus}	Fe_{dus}	Mn_{dus}	Pb_{dus}	Zn_{dus}
2004/05	5362	137	22,9	9,00	4661	188	26,4	13,9	6424	286	33,3	22,6
2018	6630	144	20,5	9,83	5840	281	31,4	15,4	6780	303	38,2	19,2

Zatížení půdního prostředí rizikovými prvky znázorňují změny v obsazích olova v půdním prostředí. V nadložních a minerálních horizontech jsou tyto obsahy bez větší změny. Zřetelně nižší obsahy jsou zjištěny v organominerálních horizontech, kde je olovo vázáno na půdní organický materiál. Úbytek olova, který je zde největší, považujeme za důsledek snížení atmosférických spadů. Podobné snížení je zjištěno i u ostatních rizikových prvků.

Obr. 34: Vývoj extrahovatelného obsahu Fe_{dus} a Pb_{dus} v půdních horizontech jehličnatých, listnatých a smíšených porostů



Tab. 30: Hodnoty průměrů obsahů prvků v letorostech smrku a v listech buku (N v %, ostatní v mg.kg⁻¹).

smrk ztepilý - jehlice běžného roku												
Rok	N	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	S	B	Cu	Pb	Zn
2004/05	1,53	1589	8228	3999	946	81,9	64,1	1170	18,3	3,82	0,65	39,3
2018	1,43*	1452*	6959*	4002	956	63,4*	76,6*	1022*	17,7	3,29*	0,35*	35,6*
smrk ztepilý - jehlice předchozího roku												
Rok	N	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	S	B	Cu	Pb	Zn
2004/05	1,43	1258	6308	5355	838	106	81,1	1157	17,5	2,96	1,05	36,6
2018	1,40	1211	5696*	5348	831	86,6*	96,0*	1044*	15,4*	2,81	0,47*	31,9*
Listy buku												
Rok	N	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	S	B	Cu	Pb	Zn
2004/05	1,96	1276	9677	9673	1582	104	156	1570	21,4	7,77	2,73	47,2
2018	2,34*	1445*	9973	8805	1332*	80,3*	173*	1658	24,8	7,08	1,08*	35,9*

* statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$)

V jehlicích letorostů smrku je v roce 2018 významně nižší obsah dusíku, fosforu, draslíku a síry. Obsahy rizikových prvků – hliníku, mědi, olova a zinku jsou rovněž významně nižší. Naopak vyšší je úroveň výživy železem. Průměrný obsah dusíku v jehlicích letorostů – 1,53 % v roce 2004/05 považujeme za vysoký a jeho nižší hodnota v roce 2018 odpovídá vyhovující úrovni výživy. Snížení obsahů těchto makroživin považujeme za průvodní jev spojený s nižší intenzitou růstu v podmínkách přetrvávajícího acidifikačního tlaku, především ve vyšších polohách. Pozitivním jevem je vyšší úroveň výživy železem a nižší obsahy imisních prvků – síry, jejíž obsahy jsou v roce 2018 na vyhovující až vysoké úrovni, mědi, olova a zinku.

Nižší obsahy draslíku v jehlicích předchozího roku souvisí pravděpodobně s jeho retranslokací do mladších jehlic, podobně jako u síry a boru.

Obsahy dusíku a fosforu jsou u buku na rozdíl od smrkových porostů v roce 2018 na vyšší úrovni výživy. Tento jev přisuzujeme příznivým podmínkám v nižších polohách bukových stanovišť.

5. MIKROBIOLOGICKÁ ŠETŘENÍ

Mikrobiologická šetření byla provedena na několika odběrných místech. Jsou šetřeny horní části půdních profilů, subhorizonty fermentační (F), humifikační (H) a organominerální (A_h). Vedle charakteristik popisujících skladbu organického materiálu: formy C a N, jsou hodnoceny základní funkce jako respirace a amonifikace (mikrobiální mineralizace organického dusíku na amoniak) a aktivity některých enzymů katalyzujících štěpení organických látek polymerní povahy a mineralizaci organicky vázaných prvků. Ureáza katalyzuje štěpení močoviny na CO_2 a NH_3 . Chitináza katalyzuje rozklad aminopolysacharidu – chitinu, fosfatázy (fosfomonoesteráza, fosfodiesteráza) odstraňují fosfátovou skupinu na proteinech, β -glukosidáza štěpí disacharidy a polysacharidy obsahující glukózu, arylsulfatáza – rozkládá fenolické sírany, β -xylosidáza se podílí na rozkladu xylanu a hemicelulóz.

Mikrobiologická šetření umožňují hlubší pohled do biologických procesů, které rozhodují o přístupnosti živin, např. fosforu, mnohdy více než chemické procesy.

Tab. 31: Vybrané mikrobiologické charakteristiky

Jedlová bučina svahová (5F2), stanoviště listnaté								
vzorek	C_{ext}	N_{ext}	MBC	RES	RB	RS	AMO	URE
40238F	474	237	2602	13,8	33,5	165	61,4	59,7
40238H	249	96	1149	4,09	8,68	36,9	17,4	21,5
40238 A_h	213	65	459	0,98	2,45	10,83	8,31	9,13
Svěží smrková bučina šřávelová (6S1), stanoviště jehličnaté								
vzorek	C_{ext}	N_{ext}	MBC	RES	RB	RS	AMO	URE
40233F	377	285	1986	10,9	30,5	139	69,2	40,2
40233H	258	128	1576	4,88	12,7	48,0	30,5	13,1
40233 A_h	137	41	398	1,03	2,50	8,40	5,49	4,66

Tab. 32: Hodnoty zjištěné průzkumem na území republiky

Bukové porosty								
vzorek	C_{ext}	N_{ext}	MBC	RES	RB	RS	AMO	URE
F	419	422	2375	10,4	38	293	38	61
H	174	131	1052	4,9	14	107	20	19
A_h	148	40	338	1,2	2,7	22	5	7
Smrkové porosty								
vzorek	C_{ext}	N_{ext}	MBC	RES	RB	RS	AMO	URE
F	504	272	1997	12,0	34	116	21	27
H	255	113	1230	5,5	13	45	13	9
A_h	153	26	352	1,0	2,47	10	2,3	1,6

Jednotky: C_{ext} = $\mu g \cdot g^{-1}$, extrahovatelný C (0,5 M K_2SO_4); N_{ext} = $\mu g \cdot g^{-1}$, extrahovatelný N (0,5 M K_2SO_4); MBC = $\mu g \cdot g^{-1}$; C mikrobiální biomasy; RES = $\mu g CO_2 \cdot C^{-1} \cdot g^{-1} \cdot h^{-1}$, bazální respirace; RB = $\mu g O_2 \cdot g^{-1} \cdot h^{-1}$, bazální respirace; RS = $\mu g O_2 \cdot g^{-1} \cdot h^{-1}$, substrátem indukovaná respirace; AMO = $\mu g NH_4^+ \cdot N \cdot g^{-1} \cdot d^{-1}$, anaerobní amonifikace

N_{ext} hodnoty v bukových stanovištích jsou poněkud vyšší než referenční hodnoty (FIALA A KOL. 2015), je zde také vyšší biomasa mikrobioty (MBC) a bazální respirace (RES) ve fermentačním subhorizontu. Spotřeba O_2 respirací je ve fermentačních subhorizontech

smrkových porostů poněkud nižší, než jsou hodnoty referenční. Substrátem indukovaná respirace je v bukových stanovištích nízká v porovnání s hodnotami referenčními. Předchozí výsledky prokázaly vysoce signifikantní pozitivní vztah mezi N_{ext} a RS. Hodnota aktivity ureázy je nižší ve smrčinách.

Uvedené rozdíly nejsou z hlediska výživa lesa významné. Velký rozdíl je zjištěn u RS, kde nízká hodnota spotřebovaného O_2 v bukových porostech, jako odpověď na dodaný substrát, může souviset s nízkou početností mikrobioty v šetřených horizontech.

Tab. 33: Metabolický kvocient a poměr MBC/C_{ox} .

vzorek	Druhá skladba	pH _{KCl}	C_{ox}	qCO_2	RES/RS	MBC/C_{ox}
40238F	buk	3,4	29,4	5,28	0,27	0,89
40238H		3,2	14,7	3,55	0,35	0,78
40238A _h		3,4	6,02	2,13	0,44	0,76
40233F	smrk	2,8	45,0	5,47	0,35	0,44
40233H		2,8	23,5	3,10	0,42	0,67
40233A _h		3,0	5,45	2,59	0,40	0,73

MBC – C mikrobiální biomasy, $\mu g \cdot g^{-1}$; qCO_2 -respirační kvocient, $\mu gCO_2 \cdot C \cdot mgMBC^{-1}$.

Vysoký qCO_2 při nízkém pH může být indikátorem stresu půdní mikrobiologické komunity (ANDERSON AND DOMSCH, 1993).

Hodnoty uvedené v tab. č. 33 informují o vyšší kyselosti půdního prostředí ve smrkových porostech. V bukových porostech je vyšší podíl mikrobioty na jednotku spalitelného uhlíku C_{ox} ve fermentačním (F) a humifikačním (H) subhorizontu. To ukazuje na vyšší využitelnost organických látek v těchto půdách pro syntézu mikrobiální biomasy. V organominerálních horizontech (A_h) je tato hodnota podobná.

Tab. 34: Vybrané mikrobiologické charakteristiky

Odběrné místo	Druhá skladba	AGM	B4F	BGL	SUL	XPN	X4FF
40238F	buk	858	482	1469	192	375	8726
40238H		215	380	381	325	169	4922
40238A _h		86	249	123	390	84	1738
40233F	smrk	711	547	906	104	374	4593
40233H		341	488	525	246	371	6067
40233A _h		77	225	81	180	102	1946

AGM – chitináza, B4F – fosfodiesteráza, BGL – β -glukosidáza, SUL – arylsulfatáza, XPN – β -xylosidáza, X4FF – fosfomonoesteráza; Enzymatické aktivity jsou uvedeny v nmol MUF. $g^{-1} \cdot h^{-1}$. MUF – methylubelliferon

Tab. 35: Hodnoty zjištěné průzkumem na území republiky

Horizont	Druhá skladba	AGM	B4F	BGL	SUL	XPN	X4FF
F	buk	1311	1123	1220	510	459	7952
H		772	880	646	740	304	7879
A _h		205	341	141	456	67	2315
F	smrk	1145	947	1140	161	663	10768
H		509	839	505	379	474	10089
A _h		141	336	130	185	128	3316

Enzymatické aktivity jsou uvedeny v nmol MUF. $g^{-1} \cdot h^{-1}$. MUF – methylubelliferon

Hodnoty metabolického kvocientu se významně neliší na smrkových a bukových stanovištích. Zjištěné hodnoty považujeme za přirozené. Zjištěné aktivity enzymů v bukových stanovištích byly nižší v porovnání s referenčními obsahy z území republiky. Výjimkou je aktivita BGL a X4FF ve fermentačních subhorizontech. Na stanovištích smrkových jsou zjištěny nižší hodnoty aktivity AGM, B4F a X4FF ve všech studovaných subhorizontech a BGL, SUL a XPN v subhorizontech F.

Provedená mikrobiologická šetření v PLO č. 40: Moravskoslezské Beskydy jsou součástí širšího průzkumu, prováděného na území České republiky. Uvedené zjištěné charakteristiky nepřesahují rozpětí zjišťovaných charakteristik a mikrobiálních procesů tímto průzkumem běžně zjišťovaných.



6. ZÁVĚR

Průzkum výživy lesa v PLO 40: Moravskoslezské Beskydy proběhl v souladu s rozšířením lesních vegetačních stupňů a půdních edafických kategorií tak, aby byly zachyceny vlivy přírodních stanovišť i imisního ovlivnění lesních ekosystémů. Byl brán zřetel na majetkové poměry tak, aby byly podány informace o stavu chemizmu půdního prostředí i pletiv asimilačních orgánů prostorově významným vlastníkům lesních pozemků.

Statistický soubor údajů byl rozdělen podle druhové skladby lesních porostů z důvodu postihnoutí vlivu dřevin na půdní prostředí.

Po významném snížení imisí po odsíření průmyslových zdrojů pokračuje acidifikace půdního prostředí zejména ve smrkových porostech, kde se uplatňuje vyšší podkorunový spad sloučenin dusíku i vyšší odběr živin ročním přírůstkem biomasy. Tyto porosty se rozkládají v nejvyšších polohách a jsou potenciálně ohroženy toxicitou volných forem půdního hliníku.

Stav makroživin v půdním prostředí je typický nízkými obsahy makroživin. Poněkud vyšší jsou obsahy makroživin v bukových a smíšených stanovištích.

Během 14 let je zjištěno snížení obsahů fosforu ve smrkových, bukových i smíšených stanovištích a draslíku a vápníku v porostech bukových a jehličnatých.

Úroveň výživy smrku esenciálními prvky dosahuje asi 70 % úrovně adekvátní optimálním fyziologickým potřebám, u buku odpovídá zjištěná úroveň optimální úrovni výživy.

Studium změn ukázalo pokračující okyselování půdního prostředí v nadložním organickém horizontu smrkových porostů. Byl zaznamenán úbytek extrahovatelného fosforu, vápníku a draslíku především ve smrkových porostech.

S okyselováním souvisí vyšší obsahy hliníku a železa v organominerálních a částečně minerálních horizontech a vyšší hodnota výměnné acidity, tedy výměnné formy hliníku. Snížení imisní zátěže z průmyslových zdrojů se projevilo nižšími obsahy rizikových prvků zejména v horizontech organominerálních všech typů porostů.

Ve výživě smrku byly zjištěny nižší obsahy dusíku, fosforu, draslíku a síry vzhledem k jejich fyziologickému optimu. To zřejmě souvisí s nižší zásobou přístupných forem živin a trvale kyselým půdním prostředím ve smrkových porostech. U těchto živin byl rovněž zjištěn jejich úbytek v porovnání se stavem v roce 2004. S acidifikací smrkových ekosystémů souvisí vyšší obsahy hliníku, respektive jeho poměr k vápníku. Ten sice nedosahuje kritické hodnoty, nicméně vymezuje prostorově oblasti s méně příznivým poměrem těchto prvků.

Výživa bukových porostů odpovídá fyziologickému optimu a nejsou zaznamenány významné rozdíly v porovnání s rokem 2004.

Pozitivním jevem jsou vyšší obsahy železa a naopak nižší obsahy rizikových prvků v asimilačních pletivech smrku i buku proti minulému šetření.

Průzkum výživy lesa ukázal na lokality s možným nedostatkem makroživin, vysokou kyselostí a s ní spojeným nebezpečím toxického působení hliníku, případně manganu, v půdním prostředí. Na těchto lokalitách lze provádět vápnění, případně hnojení s pozitivním účinkem.

Výsledky průzkumu lze brát nejen jako informaci o reakci jednotlivých druhů ekosystémů podle dřevinné skladby na vnější atmosférické a klimatické vlivy, ale také jako informaci o ekosystémech samotných. Bylo zjištěno kyselejší a živinami chudší půdní prostředí ve smrkových ekosystémech. Ty se významně liší od porostů bukových a smíšených,

mezi kterými nejsou rozdíly chemizmu tak významné. Z hlediska zachování trofické úrovně půdního prostředí a diverzity lesních ekosystémů podporuje zjištěný stav pěstování smrku ztepilého jako cílové dřeviny na dosavadních stanovištích s významnějším zastoupením listnatých dřevin a jedle v souladu s šetřením lesnické typologie.

7. POUŽITÁ LITERATURA

ANDERSON T.-H. AND DOMSCH K. H., 1993: The metabolic quotient for CO₂ ($q\text{CO}_2$) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils, *Soil, Biol, Biochem.* 25, pp. 393 – 395..

LETHO T., LAVOLA AS., JULKUNEN-TIITTO R., AND APHALO P. J., 2004: Boron rettranslocation in Scots pine and Norway spruce, *Tree Physiology* 24, p. 1011 – 1017.

ANDERSEN M. K., REFSGAARD A., RAULUND-RASMUNSEN K., STROBEL B. W., AND HANSEN H. C. B., 2002: Content, distribution, and solubility of cadmium in arable and forest soils, *Soil, Sci. Soc. Am. J.* 66: p. 1829 – 1824.

BERG B., 1986: Nutrient Release from Litter and Humus in Coniferous Forest Soils – a Mini Review, *Scandinavian Journal of Forest Research*, p. 359 – 369.

BERG B., STEFFEN K.T., MCCLAUGHERTY C., 2007: Litter decomposition rate is dependent on litter Mn concentrations, *Biogeochemistry*, 82. p. 29 – 39.

BOLTE A., RAHMANN T., KUHR M., POGODA P., MURACH D. & GADOW V. K., 2004: Relationships between tree dimension and coarse root biomass in mixed stands of European beech (*Fagus sylvatica* L.) and Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.)

ČERNÝ M., BERANOVÁ J., CIENCIALA E., HOLÁ Š., VOPĚNKA P., 2001: Analýza a vyhodnocení příčin chřadnutí lesů v Beskydech (VaV/620/2/00), p. 22.

FIALA P., REININGER D., SAMEK T., MALÝ S. 2015: Vybrané mikrobiologické vlastnosti lesních půd pod bukem a smrkem, *Zprávy lesnického výzkumu* 60, pp. 287 – 298.

FÜRST A. 2009: <http://www.ffcc.at> Forest Foliar Coordinating Centre (FFCC).

GANJEGUNTE G. K., CONDRON L. M., CLINTON P. W., DAVIS M. R. 2005: Effects of mixing radiata pine needles and understory litters on decomposition and nutrients release. *Biol Fertil Soils*, 41, pp. 310 - 319

GIERTYCH M.J., DE TEMMERMAN L. O., and RACHWAL L. (1997): Distribution of elements along the length of Scots pine needles in a heavily polluted and a control environment, *Tree Physiology* 17, 697 – 703.

GORDON W. S., AND JACKSON R. B. 2000: Nutrient concentration in fine roots. *Ecology* 81 (1). Pp. 275 – 280.

CULEK M., 1996. Biogeografické členění České republiky. Praha. Enigma:347

ČHMÚ, 2004. Informace o klimatu. Územní teploty a srážky. Čistota ovzduší.
<http://www.chmi.cz/meteo/ok/infklim.html>.

HAGEN-THORN A., CALLESEN I., ARMOLAITIS K., NIHLGÅRD B., 2004: The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management* 195, pp. 373 – 384.

HÜTTL R.F., SCHNEIDER B.U., 1998. Forest ecosystem degradation and rehabilitation, *Ecological Engineering* 10, p. 19 – 31.

<http://portal.chmi.cz/>

<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>

KABATA- PENDIAS A. 2011: Trace elements in soils and plants, CRC Press, London, 409 p.

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1992. Trace elements in soils and Plants. 2nd edition. London, CRC Press: 365.

KACÁLEK D., NOVÁK J., BARTOŠ J., SLODIČÁK M., BALCAR V., ČERNOHOUS V., 2010: Vlastnosti nadložního humusu a svrchní vrstvy půdy ve vztahu k druhům dřevin

KNECHT M. F., and GÖRANSSON A. 2004: Terrestrial plants require nutrients in similar proportions. *Tree Physiology*, 24: 447-460.

KRUPOVÁ D., FADRHOŇSOVÁ V., PAVLENDOVÁ H., PAVLENDÁ P., TÓTHOVÁ S., ŠRÁMEK V. 2018: Atmospheric deposition of sulphur and nitrogen in forest of the Czech and Slovak Republic, *Central European Forest Journal*, 64 p. 249 – 256.

LEGOUT A., WALTER C., NYS C. 2008: Spatial variability of nutrient stocks in humus and soils of forest massif (Fourgères, France), *Annals Forest Science*, 65. p 108_{p1} – 108_{p10}.

LEGRAND P., 2003: Carence en bore de jeunes plantations de cèdre de l'Atlas dans le Massif Cenral, *Revue Forestière Française*, LV.2. p. 123 – 128.

MALEK S. AND GRABOWSKI Ł., 2010: Content of macronutrients in needles and litterfall in Norway spruce stands of different age in the Potok Dupniański catchment, the Silesian Beskid, *Folia Forestalia polonica*, vol 52, p. 67 – 75.

MATEJEK B., HUBER C., DANNENMANN M., KOHLPAINTNER M., GASCHÉ R., GÖTTLEIN, and PAPEN H., 2010: Microbial nitrogen-turnover processes within the soil profile of a nitrogen-saturated spruce forest and their relation to the small-scale pattern of seepage-water nitrate, *Journal of Plant Nutrition Soil. Sci.*, 173 p- 224 – 236.

NOVÁKOVÁ T., NAVRÁTIL T., ROHOVEC J. 2018: Rtut' v prostředí lesních ekosystémů CHKO Brdy, *Ochrana přírody*. 2/2018.

NOŽIČKA J. 1972: Původní výskyt smrku v českých zemích, *SZN*, 177 s.

- ODUM E., 1985: Trends expected in stressed ecosystems. *BioScience* 35, p. 419 – 422.
- OOSTRA S., MAJDI H. & OLSSON M., 2006: Impact of tree species on soil carbon stocks and soil acidity in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest research*, 21. p. 364 – 371.
- VESTERDAL L. AND RAULUND-RASMUSSEN K., 1998: Forest floor chemistry under seven tree species along a soil fertility gradient. *Canadian Journal of Forest Research*, 28, p. 1636-1648
- PRŮŠA E. 1990: Přírozené lesy České republiky, SZN Praha. 248 s.
- ROTHE A., HUBER C., KREUTZER K. & WEIS W., 2002: Deposition and soil leaching in stands of Norway spruce and European Beech: Results from the Höglwald research in comparison with other European case studies, *Plant and Soil* 240., p. 33 – 45.
- ROTTER P. a kol. 2013: Rizikové prvky v lesních půdách: review, *Zprávy lesnického výzkumu*, 58, 1, s. 17 – 26.
- WOLTERS V., 1991: Biological processes in two beech forest soils treated with simulated acid rain – a laboratory experiment with *Isotoma tigrina* (Insecta, Collembola.) *Soil Biology & Biochemistry* 23, 381 – 390.
- SANTA REGINA I. AND TARAZONA T., 2001: Nutrient cycling in a natural beech forest and adjacent planted pine in northern Spain, *Forestry*, Vol. 74. No.1, p.11 – 28.
- SOUCÉMARIANADIN L., CÉCILLON L., GUENET B., CHENU C., BAUDIN F., NICOLAS M., GIRARDIN C., BARRÉ P. 2018: Environmental factors controlling soil organic carbon stability in French forest soils, *Plant Soil*, 426, pp. 267 – 286.
- SCHLEPPI P., TOBLER L., BUCHER J. B. AND WYTENBACH A. 2000: Multivariate interpretation of the foliar chemical composition of Norway spruce (*Picea abies*), *Plant and Soil* 219: p. 251 – 262.
- ŠRÁMEK V., VEJPUŠKOVÁ M., NOVOTNÝ R., HELLEBRANDOVÁ K., 2008: Yellowing of Norway spruce stands in the Silesian Beskids – damage extent and dynamics, *Journal of forest science*, 54, p. 55 – 63.
- TRUPAROVÁ S., KULHAVÝ J., 2011: Výživa smrkových porostů na vápněných plochách s různou intenzitou probírkového zásahu v Moravskoslezských Beskydech, *Zprávy lesnického výzkumu*, 56. p. 178 – 188.
- VÍCHA Z., 2019: Vyhodnocení hydrologického roku 2017 v experimentálních povodích Červík a Malá Ráztoka, *Zprávy lesnického výzkumu*, 64, p. 51 – 55.

8. PŘÍLOHY

P1: Seznam vzorkovaných porostů

OM	Vlastník	Por. sk.	LT	Zast. dřevin na OM
40001	Biskupství ostravsko-opavské	405B ₈	7S1	SM 100
40002	Biskupství ostravsko-opavské	523A ₉	5F1	BK 95, SM 5
40007	Biskupství ostravsko-opavské	519D ₂	5F1	SM 100
40020	Biskupství ostravsko-opavské	571D ₇	5S1	SM 90, BK 10
40025	Biskupství ostravsko-opavské	429B ₈	5D6	SM 95, OL 3, BK 2
40026	LČR, LS Frýdek Místek	103A ₁₁	5B2	SM 98, BK 2
40032	LČR, LS Frýdek Místek	127B ₅	5F1	SM 95, BK 5
40036	Biskupství ostravsko-opavské	410C _{1a}	5B1	SM 98, BK 2
40048	LČR, LS Frýdek Místek	216A ₈	5S1	SM 100
40055	Biskupství ostravsko-opavské	513F _{9/1b}	6S1	SM 100
40064	Biskupství ostravsko-opavské	237B ₈	5H4	SM 65, JD 35
40065	LČR, LS Frýdek Místek	233C ₇	5H4	SM 100
40067	LČR, LS Frýdek Místek	139C ₈	5S1	SM 100
40071	Biskupství ostravsko-opavské	566C ₈	6S1	SM 80, BK 20
40078	Biskupství ostravsko-opavské	247D ₉	5D6	SM 100
40082	LČR, LS Jablunkov	127E ₁₁	4K4	SM 100
40083	LČR, LS Jablunkov	125A ₈	4F1	BK 100
40087	LČR, LS Jablunkov	104C ₇	5K3	BK 80, SM 20
40092	LČR, LS Jablunkov	111D ₁₀	5F1	BK 100
40100	LČR, LS Jablunkov	818C ₉	5F2	SM 65, BK 35
40103	LČR, LS Jablunkov	701E ₈	5F2	BK 70, SM 30
40106	Fyzická osoba	11Lg ₁₁	5B1	BK 100
40108	LČR, LS Jablunkov	712B ₈	4O1	SM 100
40112	Fyzická osoba	205Ms ₁₁	4S1	SM 80, BO 20
40115	LČR, LS Jablunkov	115F ₈	5B1	BK 100
40120	Fyzická osoba	404Ah ₃	5S9	BK 100
40121	LČR, LS Jablunkov	610D ₁₅	6F3	SM 100
40123	LČR, LS Jablunkov	504B ₈	5B6	SM 75, BK 25
40127	LČR, LS Jablunkov	612D ₇	5S4	BK 100
40128	LČR, LS Jablunkov	403D ₁₀	5F2	Bk 100
40131	LČR, LS Jablunkov	417C _{10/1c}	5K5 (5N5)	BK 100
40136	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	707A ₉	4F1	BK 50, KL 50
40138	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	714B ₉	5A1	SM 50, KL 50
40140	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	713C ₈	5F1	BK 100
40142	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	723B _{8a}	5B6	BK 100
40146	Biskupství ostravsko-opavské	812E _{11/1p}	5K1	SM 100
40152	LČR, LS Frýdek Místek	570C _{9a}	5S1	SM 100
40155	LČR, LS Frýdek Místek	482C ₈	4S1	BK 60, SM 40
40157	LČR, LS Frýdek Místek	561C ₁₀	5S1	SM 100
40160	LČR, LS Frýdek Místek	243D ₈	5S1	SM 60, BK 40
40164	LČR, LS Frýdek Místek	625A ₈	5S1	SM 100
40167	Fyzická osoba	34Ed ₉	4S1	BK 100
40174	LČR, LS Frýdek Místek	129C ₉	5F2	SM 100
40179	LČR, LS Frýdek Místek	418B _{10/1p}	5B1	SM 100
40182	LČR, LS Frýdek Místek	236B _{10/1p}	6S1	SM 100

OM	Vlastník	Por. sk.	LT	Zast. dřevin na OM
40188	LČR, LS Frýdek Místek	649B ₁₀	5B6	SM 55, BK 45
40198	LČR, LS Frýdek Místek	329A ₈	5B6	SM 90, BK 10
40200	LČR, LS Frýdek Místek	206A ₉	4B1	BK 100
40201	obec Trojanovice	107Jn ₇	4S9	BK 80, SM 20
40202	Biskupství ostravsko-opavské	901E ₉	5A3 (5B1)	SM 100
40205	Biskupství ostravsko-opavské	912F ₈	5A1	SM 100
40207	Lesy obce Krhová	5C ₈	4B8	SM 100
40208	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	111B ₇	4B4	KL 60, BK 20, DBZ 20
40213	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	202A ₅	5B6	JD 70, SM 30
40214	Město Zubří	3C ₈	4B8	SM 100
40219	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	233B ₈	5F1	BK 100
40222	Městské lesy Rožnov	11E ₁₀	4S1	SM 35, BO 25, DBZ 25, MD 15
40224	Městské lesy Rožnov	15D ₉	5B6	SM 40, BK 40, MD 20
40226	Městské lesy Rožnov	21D ₉	5F1	SM 100
40233	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	417C ₇	6S1	SM 100
40238	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	426C ₈	5F2	BK 100
40240	Fyzická osoba	125Fa ₉	5N1	SM 100
40243	Biskupství ostravsko-opavské	967A ₄	4B1	SM 80, KL 20
40246	Biskupství ostravsko-opavské	959A _{10/1b}	5F1	BK 100
40251	Biskupství ostravsko-opavské	980C ₇	4B1	SM 100
40252	Biskupství ostravsko-opavské	954D _{4b}	5B1	SM 100
40258	Fyzická osoba	118Da ₈	4S1	BK 65, SM 35
40259	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	412D _{8a}	4S1	SM 100
40265	LČR, LS Frýdek Místek	548A _{17/6/3}	7F1	SM 50, BK 50
40266	Biskupství ostravsko-opavské	550B _{3b}	6S1	SM 90, BK 10
40267	Biskupství ostravsko-opavské	560C ₄	5B1	SM 100
40270	Biskupství ostravsko-opavské	107Mf ₅	4B8	BK 80, BR 20
40278	Biskupství ostravsko-opavské	401E ₈	6F1	SM 100
40286	Biskupství ostravsko-opavské	302A ₅	5K1	SM 100
40291	Biskupství ostravsko-opavské	360B ₁₂	5B1	SM 90, BK 10
40294	LČR, LS Frýdek Místek	574C ₁₀	5N1 (5F1)	SM 50, BK 50
40296	LČR, LS Frýdek Místek	116B ₈	5N4	SM 100
40297	LČR, LS Frýdek Místek	113D ₉	7F1	SM 100
40303	LČR, LS Frýdek Místek	207B _{7a}	5F1	SM 100
40309	Biskupství ostravsko-opavské	315B _{10/1b}	5H4	SM 100
40310	Biskupství ostravsko-opavské	327A ₅	5B2	SM 100
40312	Biskupství ostravsko-opavské	341A ₁₃	5D6	SM 100
40314	LČR, LS Frýdek Místek	224C _{5a}	5H4	SM 100
40320	Fyzická osoba	228Ff ₇	4S1	SM 65, BK 20, BR 15
40325	LČR, LS Frýdek Místek	411B _{14a/3a}	7Z4	SM 100
40331	LČR, LS Frýdek Místek	371A ₁₀	5S1	SM 100
40335	LČR, LS Frýdek Místek	114D ₉	5S1	SM 70, BK 30
40342	LČR, LS Frýdek Místek	101A ₁₀	5S4	SM 100
40343	Fyzická osoba	17Gg ₈	4B2	SM 55, BK 25, LP 15, BR 5
40344	LČR, LS Jablunkov	807A _{4a}	5S4	SM 100
40346	LČR, LS Jablunkov	507D _{6b}	5B2	BK 100
40351	LČR, LS Jablunkov	519C ₉	6K5	BK 55, SM 45
40356	LČR, LS Jablunkov	707A ₇	4S1 (4O1)	BK 90, OL 10
40358	Fyzická osoba	306Dn ₉	4H3	SM 100

OM	Vlastník	Por. sk.	LT	Zast. dřevin na OM
40365	LČR, LS Jablunkov	301B _{14/1b}	5K5	SM 50, BK 25, JD 25
40367	LČR, LS Jablunkov	306C _{14/1a}	5K5	SM 100
40368	LČR, LS Jablunkov	102A _{5a}	5B6	SM 70, BK 30
40369	LČR, LS Jablunkov	226B _{10/1p}	4B8	SM 100
40370	LČR, LS Jablunkov	228A ₉	4B1	SM 100
40371	LČR, LS Jablunkov	223F ₉	5B2	SM 100
40372	LČR, LS Jablunkov	323D _{10/1a}	4S1	SM 100
40374	LČR, LS Jablunkov	314E _{3a}	4B8	SM 100
40501	Biskupství ostravsko-opavské	802A ₄	4S9	SM 100
40502	obec Zašová	103C ₆	4O5	SM 100
40503	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	214A ₆	5B6	BK 80, SM 20
40504	Fyzická osoba	616Gb ₁₂	4S1	SM 45, BO 20, JD 20, BK 15
40505	Biskupství ostravsko-opavské	957C ₆	5A1(5V3)	BK 100
40506	Biskupství ostravsko-opavské	969B ₈	5F1(5B1)	SM 100
40507	LČR, LS Jablunkov	327C ₁₃	5H1	SM 70, JR 20, BR 10
40508	LČR, LS Jablunkov	221F ₃	4S1	SM 100
40509	LČR, LS Jablunkov	218E ₆	4K4	SM 100
40510	LČR, LS Jablunkov	215C ₅	5K5	SM 90, BK 10
40511	LČR, LS Jablunkov	118E ₁₂	5B1	BK 100
40512	LČR, LS Frýdek Místek	357B ₇	5S1	SM 100
40513	LČR, LS Frýdek Místek	559A ₅	5B6	SM 100
40514	LČR, LS Frýdek Místek	557A _{14a}	6A3	BK 100
40515	LČR, LS Frýdek Místek	149E ₇	5S1	SM 100
40516	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	421B ₇	5S1	BK 80, SM 20
40517	LČR, LS Rožnov pod Radhoštěm	401D ₈	4S1	BK 50, SM 50
40518	obec Horní Bečva	124B ₁₂	5N1	SM 65, JD 30, MD 5
40519	Fyzická osoba	109Ke ₈	3H5	DBZ 35, SM 25, BO 20, BK 20