

**Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský**  
**Oddělení půdy a lesnictví**



Central Institute for Supervising  
and Testing in Agriculture  
ISO 9001 certified

**Analýza a vyhodnocení účinnosti a kvality leteckého  
vápnění v Krušných horách  
„Kraslice 2“  
pět let po vápnění**

dle specifikace činností spojených s řešením úkolů, které pro MZe – úsek lesního hospodářství provádí ÚKZÚZ  
Brno

**Závěrečná zpráva**

**Zpracovali:** Dr. Ing. Přemysl Fiala  
Ing. Dušan Reininger, Ph.D.  
Bc. Petra Morávková  
Ing. Tomáš Svoboda



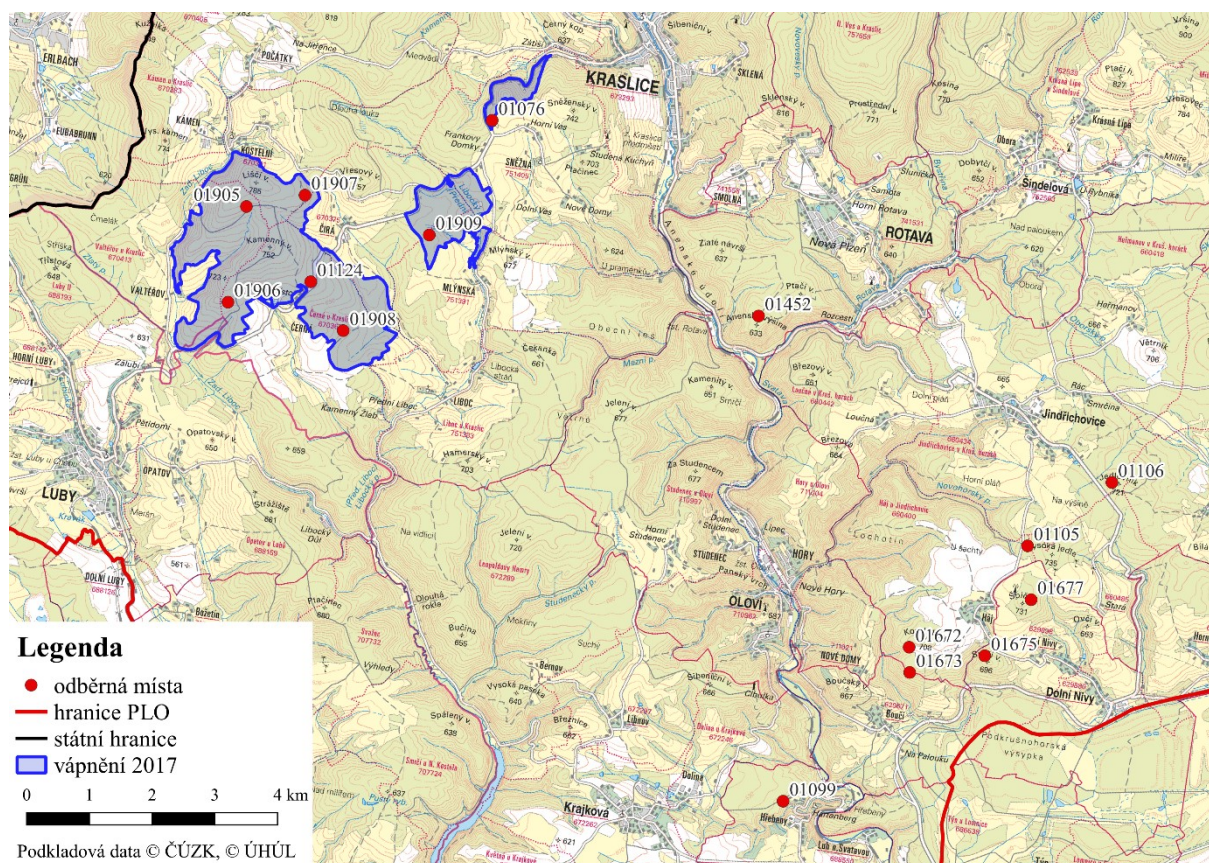
## Obsah

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. ÚVOD .....</b>                                                 | <b>5</b>  |
| <b>2. METODIKA .....</b>                                             | <b>6</b>  |
| <b>3. POPIS ODBĚRNÝCH MÍST .....</b>                                 | <b>7</b>  |
| <b>4. VÝSLEDKY .....</b>                                             | <b>10</b> |
| <b>4.1. Půda.....</b>                                                | <b>10</b> |
| 4.1.1. Nadložní organický materiál .....                             | 10        |
| 4.1.2. Půdní chemická reakce.....                                    | 10        |
| 4.1.3. Dusík .....                                                   | 11        |
| 4.1.4. Spalitelný uhlík .....                                        | 12        |
| 4.1.5. Poměr C/N .....                                               | 12        |
| 4.1.6. Fosfor .....                                                  | 12        |
| 4.1.7. Draslík.....                                                  | 14        |
| 4.1.8. Vápník.....                                                   | 15        |
| 4.1.9. Hořčík .....                                                  | 16        |
| 4.1.10. Mangan .....                                                 | 17        |
| 4.1.11. Železo .....                                                 | 18        |
| 4.1.12. Hliník .....                                                 | 19        |
| 4.1.13. Bór.....                                                     | 19        |
| 4.1.14. Zinek .....                                                  | 20        |
| 4.1.15. Kadmium, chróm, měď a olovo .....                            | 20        |
| 4.1.16. Půdní sorpční komplex.....                                   | 20        |
| <b>4.2. Hodnocení obsahu prvků v jehlicích smrku ztepilého .....</b> | <b>23</b> |
| 4.2.1. Dusík .....                                                   | 24        |
| 4.2.2. Fosfor .....                                                  | 24        |
| 4.2.3. Draslík.....                                                  | 24        |
| 4.2.4. Vápník.....                                                   | 25        |
| 4.2.5. Hořčík .....                                                  | 25        |
| 4.2.6. Síra .....                                                    | 26        |
| 4.2.7. Hliník .....                                                  | 26        |
| 4.2.8. Železo .....                                                  | 26        |
| 4.2.9. Zinek .....                                                   | 27        |
| 4.2.10. Bór.....                                                     | 27        |
| 4.2.11. Mangan .....                                                 | 27        |
| 4.2.12. Chrom, měď a nikl .....                                      | 28        |
| <b>5. ZÁVĚR .....</b>                                                | <b>29</b> |
| <b>6. LITERATURA .....</b>                                           | <b>30</b> |
| <b>7. PŘÍLOHY .....</b>                                              | <b>31</b> |

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>7.1. Popisné statistiky .....</b>                 | <b>31</b> |
| 7.1.1. Nadložní organický horizont .....             | 31        |
| 7.1.2. Horizont organominerální .....                | 33        |
| 7.1.3. Horizont minerální .....                      | 35        |
| 7.1.4. Smrk ztepilý – jehlice běžného roku .....     | 37        |
| 7.1.5. Smrk ztepilý – jehlice předchozího roku ..... | 38        |
| <b>7.2. Kartogramy .....</b>                         | <b>39</b> |
| 7.2.1. pH <sub>H2O</sub> .....                       | 39        |
| 7.2.2. Vápník.....                                   | 40        |
| 7.2.3. Hořčík .....                                  | 44        |
| 7.2.3. Draslík.....                                  | 48        |

# 1. ÚVOD

Ke kontrole účinnosti vápnění po pěti letech od aplikace byly použity výsledky ze sedmi porostů povápněných v roce 2017 a z osmi porostů kontrolních (nevápněných). Vzorky z vápněných porostů byly odebrány v letech 2017, 2019 a 2022, vzorky z kontrolních porostů v letech 2017, 2019 a 2021. Vápnění v lokalitě „Kraslice 2“ proběhlo opakovaně. Z dostupných databází vyplývá, že porost 01909 byl povápněn i v roce 2000.



Obr. 1: Umístění odběrných míst (OM)

## 2. METODIKA

- Odběr půdních vzorků a vzorků asimilačních orgánů, skladování a předávání vzorků bylo provedeno podle zásad zakotvených v příslušném metodickém pokynu, který je součástí řízené dokumentace ÚKZÚZ
- Vzorky byly analyzovány v laboratořích NRL ÚKZÚZ
- Ke statistickému zpracování byl použit software Microsoft Excel, software StatSoft, Inc. (2013), STATISTICA (data analysis software system), version 12 a software QGIS 3.28.5.
- Pro hodnocení statisticky významného rozdílu mezi vápněnými a kontrolními porosty bylo použito schéma uvedené v tabulce 1. Pro slovní hodnocení obsahu prvků byla u kartogramů použita klasifikace ÚKZÚZ (Fiala et al., 2013)

Tab. 1: Hodnocení statisticky významných rozdílů v datech

|        |           |      | Porost  |      |      |           |      |      |
|--------|-----------|------|---------|------|------|-----------|------|------|
|        |           |      | Vápněný |      |      | Kontrolní |      |      |
|        |           |      | 2017    | 2019 | 2022 | 2017      | 2019 | 2021 |
| Porost | Vápněný   | 2017 |         | Ano  | Ano  | Ano       |      |      |
|        |           | 2019 | Ano     |      | Ano  |           | Ano  |      |
|        |           | 2022 | Ano     | Ano  |      |           |      | Ano  |
|        | Kontrolní | 2017 | Ano     |      |      |           | Ano  | Ano  |
|        |           | 2019 |         | Ano  |      | Ano       |      | Ano  |
|        |           | 2021 |         |      | Ano  | Ano       | Ano  |      |



### 3. POPIS ODBĚRNÝCH MÍST

Porosty na vápněných i kontrolních stanovištích jsou zařazeny do kategorie hospodářského lesa vysokokmenného tvaru. Nejsou zde zařazeny náhradní porosty. Věkově spadají do druhé poloviny mýtního věku a jsou srovnatelné z hlediska korunové klenby a tedy toku živin a energie. Tři vápněná stanoviště jsou řazena do edafické kategorie „M“ – chudá. Ve výběru kontrolních stanovišť se tato kategorie nevyskytuje, a proto mohou být poněkud „bohatší“. Nicméně uvedené soubory ekosystémů považujeme za srovnatelné.

Tab. 2: Seznam odběrných míst

| Vápněná   | Vlastník                 | Por. sk.            | Zastoupení dřevin       | Věk porostu | Lesní typ | Hosp. soubor | Geologické podloží |
|-----------|--------------------------|---------------------|-------------------------|-------------|-----------|--------------|--------------------|
| 01076     | LČR LS Kraslice          | 333C <sub>11</sub>  | SM 90, BO 10            | 109         | 5K1       | 531          | fylit              |
| 01124     | LČR LS Františkovy Lázně | 7E <sub>10</sub>    | SM 100, BR +, BO +      | 99          | 5M1       | 531          | fylit              |
| 01905     | LČR LS Františkovy Lázně | 8A <sub>7</sub>     | SM 100                  | 70          | 6K1       | 531          | fylit              |
| 01906     | LČR LS Františkovy Lázně | 10B <sub>8</sub>    | SM 100, BR +            | 77          | 5K1       | 531          | fylit              |
| 01907     | LČR LS Františkovy Lázně | 2E <sub>8</sub>     | SM 100                  | 75          | 6K1       | 531          | fylit              |
| 01908     | LČR LS Františkovy Lázně | 5F <sub>7</sub>     | SM 100, BO +            | 61          | 5M1       | 531          | kvarcit            |
| 01909     | LČR LS Kraslice          | 331D <sub>8</sub>   | BO 57, SM 43            | 72          | 5M1       | 433          | fylit              |
| Kontrolní | Vlastník                 | Por. sk.            | Zastoupení dřevin       | Věk porostu | Lesní typ | Hosp. soubor | Geologické podloží |
| 01099     | LČR LS Kraslice          | 644C <sub>11a</sub> | SM 85, BO 5, MD 5, BK 5 | 105         | 4F1/5I2   | 431          | svor               |
| 01105     | LČR LS Kraslice          | 608B <sub>12d</sub> | SM 100                  | 119         | 5K1       | 531          | svor               |
| 01106     | LČR LS Kraslice          | 465C <sub>8a</sub>  | SM 100                  | 77          | 6K1       | 531          | granit             |
| 01452     | LČR LS Kraslice          | 430B <sub>11</sub>  | SM 64, BO 30, MD 6      | 105         | 5K2       | 433          | fylit              |
| 01672     | LČR LS Kraslice          | 614B <sub>8</sub>   | SM 100, BK +            | 73          | 5K1       | 531          | svor               |
| 01673     | LČR LS Kraslice          | 613B <sub>13a</sub> | SM 100                  | 128         | 5K1       | 433          | svor               |
| 01675     | LČR LS Kraslice          | 612C <sub>13</sub>  | SM 88, BO 6, BK 3, BR 3 | 122         | 5N4       | 501          | svor               |
| 01677     | LČR LS Kraslice          | 611C <sub>10</sub>  | SM 100                  | 91          | 5K1       | 531          | svor               |

Geologicky jsou vápněná stanoviště situovaná především na chudších fylitech a kvarcitech z původních pískovců. Podloží kontrolních stanovišť je na amfibolitech z původních bazických hornin – granit až granodiorit (01106) a svorech z původních pelitů.

Tab. 3: Popis půdního prostředí vápněných stanovišť

| Vápněné | Nadložní organický horizont                                  | Organominerální horizont                                                                                | Minerální horizont                                                                            |
|---------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01076   | F+H, F vrstevnatý, H krémovitý, přechod ostrý                | 10YR5/6, hnědá, mírně humózní, hlinitá, mírně vlhká, drobtovitá, drobivá                                | 7.5YR6/8, načervenalá, jílovitá, hrubě hranolovitá, vazká                                     |
| 01124   | převládá F filcovitý, H krémovitý, přechod ostrý             | 2.5Y5/4, hnědá, dole vysvětlená, hlinitá, drobtovitá, drobivá                                           | 2.5Y5/3, hnědá, přechází do světle hnědé, místy nazelenalá, jílovito-hlinitá, vazká           |
| 01905   | převládá F, H krémovitý, přechod hladký                      | 10YR5/6 hnědá, 10YR4/2 shora silně humózní, vlhká, kyprá, prachovito-hlinitá                            | 7.5YR7/6, světle hnědá, vlhká, místy 10YR7/4, soudržná až vazká, oglejení                     |
| 01906   | F+H, F světlejší, přechod ostrý                              | 10YR4/2 hnědá, shora tmavá humózní, vespod vysvětlená 10YR6/6, jílovito-hlinitá, drobtovitá             | 10YR6/8, světle hnědá, žlutavá, náznaky oglejení, jílová, vazká soudržná                      |
| 01907   | převládá F, filcovitý, H krémovitý, přechod hladký           | 7.5YR6/4, světle hnědá, shora humózní, hlinitá, hrudkovitá, drobivá až kyprá                            | 7.5YR7/6, světle hnědá, žlutavá, vespod rezivá, hranolovitá, soudržná-vazká, hlinito-jílovitá |
| 01908   | převládá F, filcovitý, H krémovitý, přechod ostrý            | 10YR5/6, skořicově hnědá, shora mírně humózní, prachovito-hlinitá s příměsí písku, hrudkovitá, soudržná | 10YR6/8, světle hnědá, hlinito-jílovitá, hranolovitá, vazká                                   |
| 01909   | převládá F filcovitý, vrstevnatý, H krémovitý, přechod ostrý | 7.5YR4/4, hnědá, shora humózní, jílovito-hlinitá, hrudkovitá, kyprá                                     | červenožlutá 7.5YR6/6 až 7.5YR7/8, jílovito-hlinitá, hrubě hranolovitá, soudržná až vazká     |

Tab. 4: Popis půdního prostředí kontrolních stanovišť

| Kontrolní | Nadložní organický horizont                            | Organominerální horizont                                                                                                  | Minerální horizont                                                           |
|-----------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 01099     | velice mocný, morová forma, dominuje H, přechod vlnitý | 7.5YR4/6, hnědá, místy vybělená, hrudkovitá, soudržná, písčito hlinitá                                                    | 7.5YR5/6, tmavě hnědá až rezivá, drobtovitá, vazká, písčito-jílovito-hlinitá |
| 01105     | F+H, mocnost vyrovnaná, filcovitý, krémovitý           | hnědá vespod narůžovělá, prachovito-hlinitá, drobtovitá, kyprá                                                            | narezavělá, jílovito-hlinitá, hrubě hranolovitá, vazká                       |
| 01106     | F+H, filcovitý, H krémovitý, přechod ostrý, mocný      | 7.5YR3/2, hnědá, středně humózní, hlinito-písčité, hrudkovitá, kyprá                                                      | 10YR4/6, hnědá, rezivá, hlinito-písčité, hrubě hranolovitá, soudržná         |
| 01452     | F+H, zřetelně vyvinut, filcovitý, přechod ostrý        | 7.5YR3/2, hnědá, shora humózní, místy redukční horizont, písčito-hlinitá, místy výrazná podzolizace, drobivá, místy vazká | 7.5YR4/6, rezivá, prachovito-hlinito-jílovitá, hranolovitá, vazká            |
| 01672     | převládá F, přechod ostrý, sypký                       | 10YR3/2, tmavě hnědá, shora humózní, hlinitá, krupnatá, drobtovitá, sypká                                                 | 10YR4/4, tmavě žlutohnědá, hlinitá, hrudkovitá, sypká                        |
| 01673     | převládá F, H filcovitý, přechod ostrý                 | 10YR3/3, hnědá, místy silně humózní, s vybělenými zrny slídy, prachovito-hlinitá, hrudkovitá, sypká                       | 10YR6/4, světle hnědá, hlinitá, hranolovitá sypká                            |
| 01675     | převládá F, filcovitý, H místy drobivý, přechod hladký | 7.5YR3/2, tmavě hnědá, místy silně humózní, prachovito-hlinitá, drobtovitá, drobivá                                       | 7.5YR5/6, skořicově hnědá, prachovito-hlinitá, hranolovitá, soudržná         |
| 01677     | F+H, filcovitý, převládá H, přechod ostrý              | 7.5YR3/3, tmavě hnědá, hlinito-písčité, krupnatá, sypká                                                                   | 7.5YR5/6, světle hnědá, přechod nevýrazný, prachovito-hlinitá, krupnatá      |

Tab. 5: Hodnocení shody mocnosti půdních horizontů vzorkovaných v letech 2017, 2019, 2021 a 2022 (cm)

| Vápněné       |                             |      |      |                          |      |      |                    |      |      |
|---------------|-----------------------------|------|------|--------------------------|------|------|--------------------|------|------|
| Odběrné místo | Nadložní organický horizont |      |      | Organominerální horizont |      |      | Minerální horizont |      |      |
|               | 2017                        | 2019 | 2022 | 2017                     | 2019 | 2022 | 2017               | 2019 | 2022 |
| 01076         | 8                           | 8    | 9    | 8                        | 10   | 6    | 12                 | 17   | 14   |
| 01124         | 8                           | 8    | 8    | 8                        | 11   | 8    | 12                 | 15   | 10   |
| 01905         | 5                           | 7    | 8    | 8                        | 14   | 15   | 12                 | 26   | 12   |
| 01906         | 6                           | 7    | 7    | 12                       | 9    | 10   | 20                 | 13   | 16   |
| 01907         | 7                           | 7    | 8    | 8                        | 9    | 8    | 12                 | 16   | 15   |
| 01908         | 5                           | 6    | 5    | 8                        | 8    | 10   | 12                 | 16   | 10   |
| 01909         | 7                           | 8    | 8    | 8                        | 10   | 8    | 12                 | 18   | 12   |
| průměr        | 6,6                         | 7,3  | 7,6  | 8,6                      | 10,1 | 9,3  | 13,1               | 17,3 | 12,7 |
| Kontrolní     |                             |      |      |                          |      |      |                    |      |      |
| Odběrné místo | Nadložní organický horizont |      |      | Organominerální horizont |      |      | Minerální horizont |      |      |
|               | 2017                        | 2019 | 2021 | 2017                     | 2019 | 2021 | 2017               | 2019 | 2021 |
| 01099         | 10                          | 11   | 9    | 12                       | 8    | 9    | 23                 | 14   | 13   |
| 01105         | 6                           | 7    | 8    | 12                       | 13   | 4    | 23                 | 11   | 18   |
| 01106         | 9                           | 10   | 9    | 13                       | 15   | 12   | 23                 | 13   | 7    |
| 01452         | 11                          | 11   | 9    | 11                       | 13   | 7    | 24                 | 12   | 7    |
| 01672         | 3                           | 6    | 4    | 21                       | 22   | 22   | 14                 | 15   | 10   |
| 01673         | 8                           | 9    | 8    | 11                       | 12   | 16   | 24                 | 16   | 14   |
| 01675         | 10                          | 12   | 11   | 12                       | 9    | 10   | 23                 | 15   | 11   |
| 01677         | 6                           | 7    | 7    | 14                       | 10   | 8    | 21                 | 16   | 13   |
| průměr        | 7,9                         | 9,1  | 8,1  | 13,3                     | 12,8 | 11,0 | 21,9               | 14,0 | 11,6 |

V časovém měřítku je mocnost nadložních organických horizontů na vápněných i na kontrolních stanovištích přibližně stejná (Tab. 5). Pokud srovnáme vápněná a kontrolní stanoviště, jsou mocnosti přibližně stejné a pro účel hodnocení změn porovnatelné. Mocnosti minerálních horizontů se liší v roce 2017 (před vápněním) a po dvou letech od vápnění (2019). Variabilitu chemických vlastností v těchto hloubkách nepovažujeme za významnou z hlediska porovnatelnosti chemizmu směsných vzorků.

## 4. VÝSLEDKY

### 4.1. Půda

#### 4.1.1. Nadložní organický materiál

Množství nadložního organického materiálu na vápněných i kontrolních stanovištích je po dobu šetření stabilní bez významných výkyvů.

#### 4.1.2. Půdní chemická reakce

Pro hodnocení účinnosti vápnění lesa je důležitou vlastností hodnota chemické půdní reakce aktivní –  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  (Tab. 6). Tato hodnota je odrazem celé řady reakcí v půdách (chemických, biochemických) a informuje o koncentraci (aktivitě) protonů v půdním roztoku. Tato hodnota měřená v nadložních organických horizontech vápněných stanovišť se významně zvyšuje po dobu pozorování na vápněných stanovištích. Na kontrolních stanovištích se mění pouze nevýznamně, ale v roce 2021 je její hodnota významně nižší než na plochách vápněných v roce 2022.

V horizontech organominerálních ( $A_h$ ) a minerálních ( $A+B$ ) vápněných stanovišť se hodnota  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  nemění, ale na kontrolních stanovištích se mezi lety 2019 a 2021 významně snižuje (Obr. 2). Toto snižování je odrazem pokračujícího okyselování lesních půd v Krušných horách. Popsaný průběh změn potvrzuje očekávaný účinek vápnění lesa – tlumení půdní acidifikace. (Nilsson et al., 2001).

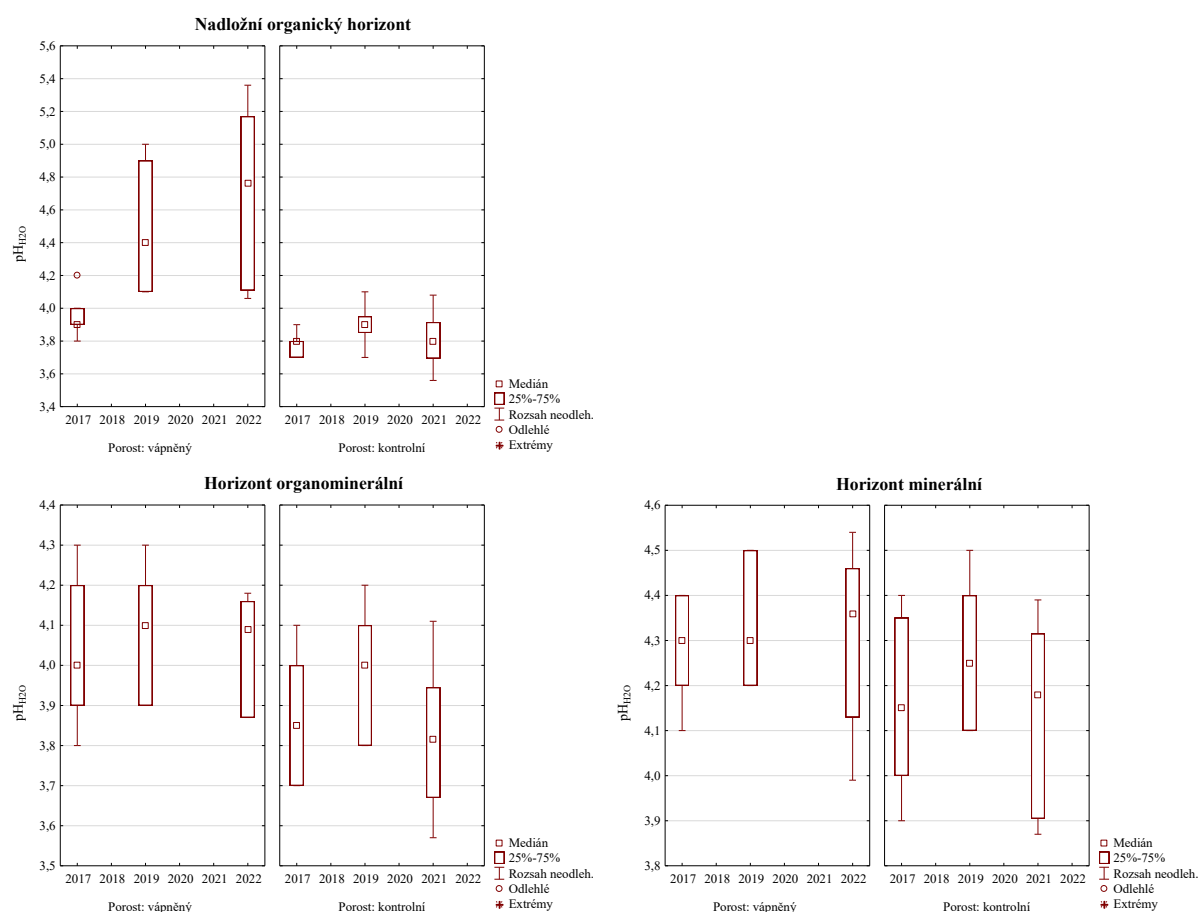
Tab. 6: Průměrné hodnoty půdní chemické reakce v šetřených horizontech

|                                  | Vápněná stanoviště |      |      | Kontrolní stanoviště |      |      |
|----------------------------------|--------------------|------|------|----------------------|------|------|
|                                  | 2017               | 2019 | 2022 | 2017                 | 2019 | 2021 |
| Horizont nadložní organický      |                    |      |      |                      |      |      |
| $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$      | 3,03               | 3,74 | 4,13 | 2,98                 | 3,05 | 2,91 |
| $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ | 3,96               | 4,49 | 4,71 | 3,78                 | 3,90 | 3,81 |
| Horizont organominerální         |                    |      |      |                      |      |      |
| $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$      | 3,39               | 3,31 | 3,32 | 3,26                 | 3,24 | 3,21 |
| $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ | 4,04               | 4,09 | 4,04 | 3,86                 | 3,98 | 3,82 |
| Horizont minerální               |                    |      |      |                      |      |      |
| $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$      | 3,84               | 3,83 | 3,72 | 3,63                 | 3,68 | 3,59 |
| $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ | 4,29               | 4,34 | 4,31 | 4,16                 | 4,26 | 4,13 |

Chemická půdní reakce výměnná ( $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ ) je výsledkem koncentrace nejen volných ale i sorbovaných protonů, případně disociovatelných protonů (Čurlík, 2011). Vývoj hodnoty chemické půdní reakce výměnné v nadložních horizontech potvrzuje očekávaný a ve sledovaném období trvalý účinek vápnění. Na vápněných stanovištích se její hodnota významně zvyšuje. Na kontrolních plochách kolísá a v roce 2021 je významně nižší než na plochách vápněných v roce 2022 (Tab. 6).

V organominerálních horizontech není, podobně jako u  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ , účinek vápnění pozorován a v minerálních horizontech ukazuje klesající hodnota  $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$  na vápněných i kontrolních stanovištích na účinek pokračující acidifikace. Ta je potvrzena i vyšší produkcí protonů ( $\text{Al}+\text{H}$ )

na těchto plochách. Acidifikace zde může být zesílena zvýšenou nitrifikací způsobenou mikrobiologickou aktivitou po vápnění. Vzhledem k vyššímu sycení bazickými kationty na těchto stanovištích, předpokládáme dočasnost tohoto stavu.



Obr. 2: Půdní reakce aktivní ( $pH_{H_2O}$ ) v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

#### 4.1.3. Dusík

Obsah dusíku se v nadložních horizontech vápněných i kontrolních porostů významně snižuje (Tab. 7). Souvislost s vápněním není tedy v tomto případě zřejmá. Obsahy dusíku souvisí obecně s obsahy spalitelného uhlíku ( $C_{ox}$ ) v půdách. Ten se po vápnění v nadložních horizontech poněkud snižuje, ovšem na konci šetření v roce 2022 je opět na původní úrovni. Kolísání v inverzní podobě je zjištěno na kontrolních plochách.

Kolísání obsahů dusíku je zaznamenáno v organominerálních horizontech. Zde by zpočátku mohlo souviset s vyšším odběrem při vyšších hodnotách pH a přičíst účinku vápnění, pokud by ovšem nebyl zjištěn pokles i na plochách kontrolních. Podobný průběh změn v obsahu dusíku nastal i v minerálních horizontech a souvislost s vápněním nelze tedy s určitostí vyslovit. Pokles obsahu celkového dusíku přičítáme rozvoji neutrofilní bakteriální flóry a následnému zvýšení rozkladu organického materiálu. Dřívější zkušenosti z vápnění v Krušných horách ukázaly, že snížení obsahů N a  $C_{ox}$  může být pozorováno už po jednom roce od vápnění (Lettl, 1991)

Tab. 7: Průměrný obsah uhlíku, dusíku a poměr C/N v šetřených horizontech

|                             | Vápněná stanoviště |      |      | Kontrolní stanoviště |      |      |
|-----------------------------|--------------------|------|------|----------------------|------|------|
|                             | 2017               | 2019 | 2022 | 2017                 | 2019 | 2021 |
| Horizont nadložní organický |                    |      |      |                      |      |      |
| C <sub>ox</sub> (%)         | 36,2               | 33,8 | 35,8 | 31,5                 | 33,4 | 30,2 |
| N (%)                       | 1,46               | 1,38 | 1,30 | 1,36                 | 1,41 | 1,26 |
| C/N                         | 24,7               | 24,5 | 27,5 | 23,1                 | 23,6 | 23,9 |
| Horizont organominerální    |                    |      |      |                      |      |      |
| C <sub>ox</sub> (%)         | 3,20               | 2,98 | 3,31 | 3,11                 | 2,89 | 3,08 |
| N (%)                       | 0,22               | 0,19 | 0,21 | 0,23                 | 0,20 | 0,20 |
| C/N                         | 14,3               | 15,3 | 15,8 | 12,9                 | 14,3 | 15,3 |
| Horizont minerální          |                    |      |      |                      |      |      |
| C <sub>ox</sub> (%)         | 1,07               | 0,98 | 1,33 | 1,54                 | 1,05 | 1,38 |
| N (%)                       | 0,13               | 0,12 | 0,13 | 0,16                 | 0,13 | 0,13 |
| C/N                         | 8,50               | 7,75 | 10,6 | 8,66                 | 7,59 | 8,94 |

#### 4.1.4. Spalitelný uhlík

V nadložních organických horizontech vápněných stanovišť se podíl C<sub>ox</sub> po dvou letech od vápnění nepatrně snižuje a po pěti letech nabývá původní hodnoty (Tab. 7). Dočasné snížení zřejmě souvisí s intenzivním bakteriálním rozkladem ve fermentačním subhorizontu, při vyšší hodnotě pH. Návrat na původní hodnotu je výsledkem příjmu z opadanky. Na plochách kontrolních není dočasné snížení zaznamenáno.

V organominerálních i minerálních horizontech jsou hodnoty obsahu C<sub>ox</sub> srovnatelné se situací před vápněním v roce 2017, a to jak u vápněných, tak i u kontrolních porostů.

#### 4.1.5. Poměr C/N

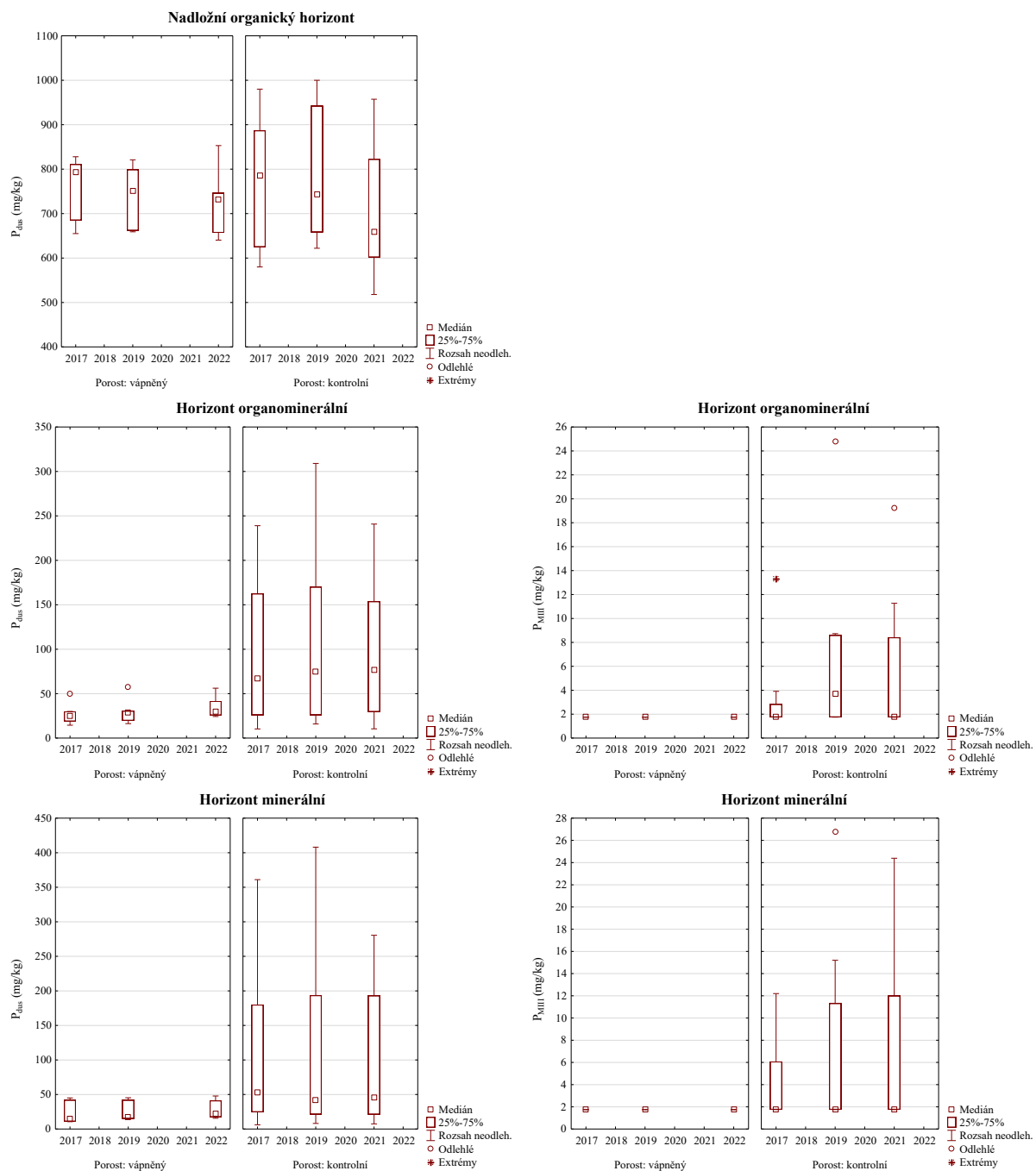
Významně vyšší hodnota C/N v nadložních organických horizontech vápněných ploch na konci šetření je výsledkem nižšího podílu celkového dusíku na vápněných plochách. Vyšší hodnota poměru C/N ukazuje na rychlejší úbytek N po vápnění. Na kontrolních stanovištích nejsou změny v poměru C/N významné.

V organominerálních horizontech (A<sub>h</sub>) jsou poměry C/N na vápněných plochách stabilní a v minerálních horizontech (A+B) se na významně vyšším poměru C/N podílí vyšší hodnota C<sub>ox</sub> přemístěného z horní části půdních profilů.

#### 4.1.6. Fosfor

V nadložních organických horizontech vápněných stanovišť není zjištěna významná změna, která by souvisela s vápněním. Na kontrolních stanovištích se hodnota obsahu extrahovatelného fosforu významně snižuje (Tab. 8, Obr. 3).

V organominerálních a minerálních horizontech nejsou zjištěny změny v hodnotách extrahovatelných obsahů. Obsahy přístupného fosforu (P<sub>MIII</sub>) jsou na vápněných plochách pod hranicí detekce, na kontrolních jsou vyšší a bez významných změn. Nízké hodnoty v půdách vápněných porostů jsou pravděpodobně dány stanovištěm a nesouvisí s vápněním lesa. Možnost snížení příjmu fosforu po vápnění vylučuje v tomto případě zvyšující se úroveň výživy lesa popsaná v hodnocení chemizmu jehlic.



Obr. 3: Extrahovatelný ( $P_{\text{dus}}$ ) a přístupný ( $P_{\text{min}}$ ) obsah fosforu v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

Tab. 8: Průměrný obsah makroprvků v šetřených horizontech

|                                            | Vápněná stanoviště |       |       | Kontrolní stanoviště |      |      |
|--------------------------------------------|--------------------|-------|-------|----------------------|------|------|
|                                            | 2017               | 2019  | 2022  | 2017                 | 2019 | 2021 |
| Nadložní organický horizont (O)            |                    |       |       |                      |      |      |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)                   | 762                | 735   | 722   | 769                  | 789  | 705  |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)                   | 1510               | 1346  | 1223  | 1043                 | 1145 | 1096 |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg)                  | 1235               | 5390  | 8324  | 1072                 | 1149 | 1105 |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg)                  | 652                | 3226  | 4444  | 737                  | 831  | 863  |
| Organominerální horizont (A <sub>h</sub> ) |                    |       |       |                      |      |      |
| P <sub>MIII</sub> (mg/kg)                  | < 3,5              | < 3,5 | < 3,5 | < 3,5                | 6,83 | --   |
| K <sub>MIII</sub> (mg/kg)                  | 51,4               | 46,6  | 53,7  | 40,4                 | 41,2 | 48,7 |
| Ca <sub>MIII</sub> (mg/kg)                 | 45,2               | 76,9  | 87,9  | < 30                 | 32,8 | --   |
| Mg <sub>MIII</sub> (mg/kg)                 | 38,9               | 63,3  | 101   | 19,9                 | 22,9 | 22,6 |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)                   | 26,5               | 29,1  | 34,3  | 95,0                 | 108  | 96,5 |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)                   | 82,0               | 83,3  | 81,0  | 83,9                 | 102  | 107  |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg)                  | 59,0               | 114   | 107   | 68,9                 | 78,8 | 71,2 |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg)                  | 95,3               | 138   | 171   | 318                  | 370  | 334  |
| Minerální horizont (A+B)                   |                    |       |       |                      |      |      |
| P <sub>MIII</sub> (mg/kg)                  | < 3,5              | < 3,5 | < 3,5 | 4,14                 | 7,28 | --   |
| K <sub>MIII</sub> (mg/kg)                  | 36,5               | 36,1  | 40,2  | 31,6                 | 30,5 | 35,7 |
| Ca <sub>MIII</sub> (mg/kg)                 | < 30               | < 30  | 39,5  | < 30                 | < 30 | < 30 |
| Mg <sub>MIII</sub> (mg/kg)                 | 13,0               | 22,2  | 33,3  | 11,6                 | 11,8 | 13,8 |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)                   | 22,4               | 25,5  | 26,8  | 110                  | 116  | 101  |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)                   | 68,3               | 76,5  | 69,8  | 80,5                 | 96,1 | 112  |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg)                  | 22,4               | 34,6  | 47,1  | 65,1                 | 77,4 | 65,3 |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg)                  | 71,0               | 94,3  | 99,7  | 341                  | 403  | 412  |

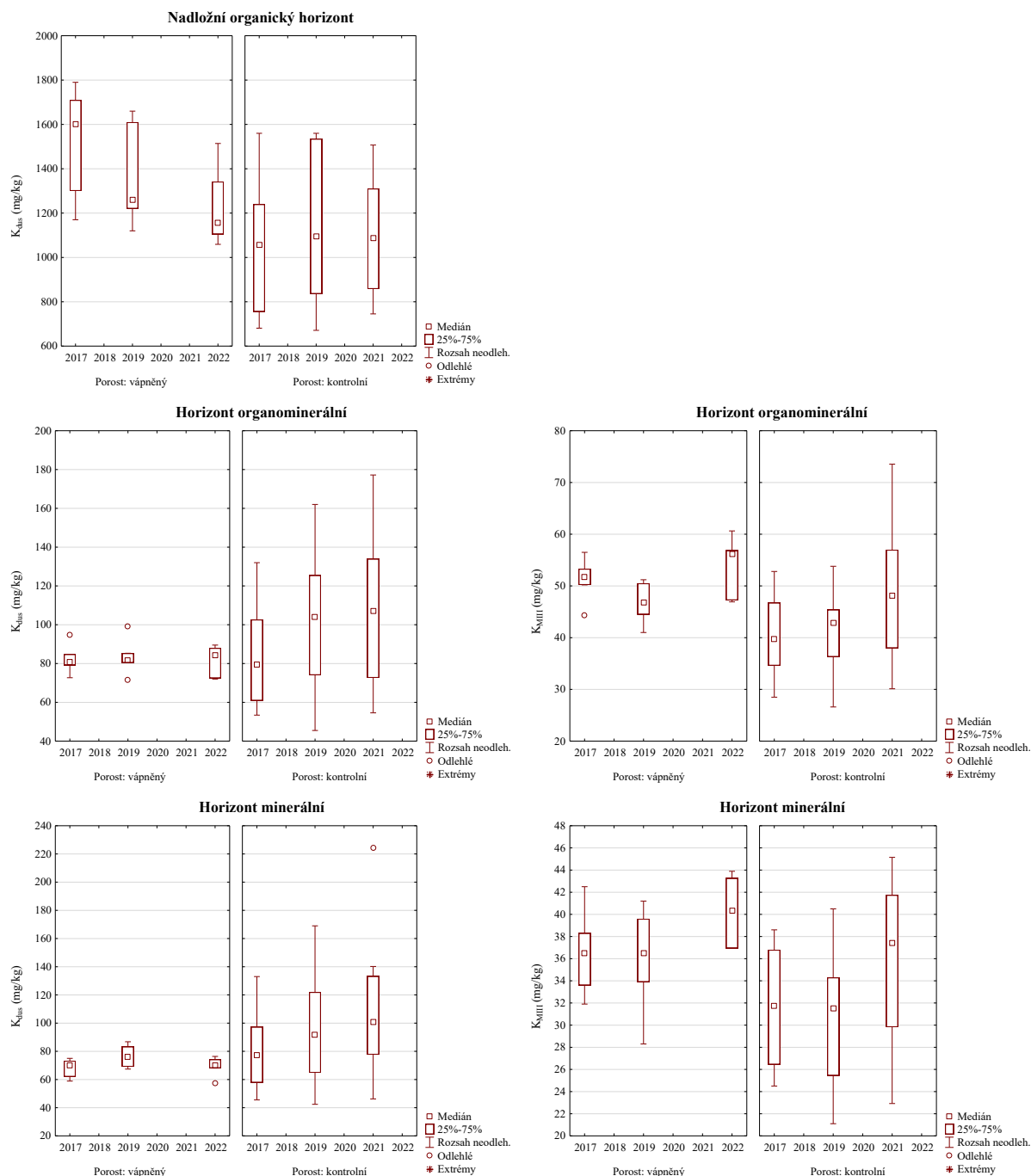
-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

#### 4.1.7. Draslík

Extrahovatelné obsahy draslíku se v nadložních horizontech vápněných stanovišť významně snižují (Tab. 8, Obr. 4).

V organominerálních horizontech vápněných porostů jsou obsahy extrahovatelného (K<sub>dus</sub>) i přístupného (K<sub>MIII</sub>) stabilní a na kontrolních plochách se významně zvyšují. V minerálních horizontech vápněných stanovišť jsou podobně jako v organominerálních horizontech extrahovatelné obsahy stabilní a na kontrolních stanovištích se zvyšují. U přístupných obsahů (K<sub>MIII</sub>) je v minerálních horizontech obou srovnávaných stanovišť zaznamenáno významné zvýšení (Obr. 4).

Úbytek extrahovatelného obsahu draslíku v nadložních organických horizontech se výrazněji neprojevuje v obsahu draslíku v organominerálních i minerálních horizontech vápněných porostů. V těchto porostech ovšem pozorujeme zlepšení úrovně výživy draslíkem v jehlicích, tudíž draslík uvolněný z nadložních organických horizontů je pravděpodobně příčinou zlepšené úrovně výživy v těchto porostech.



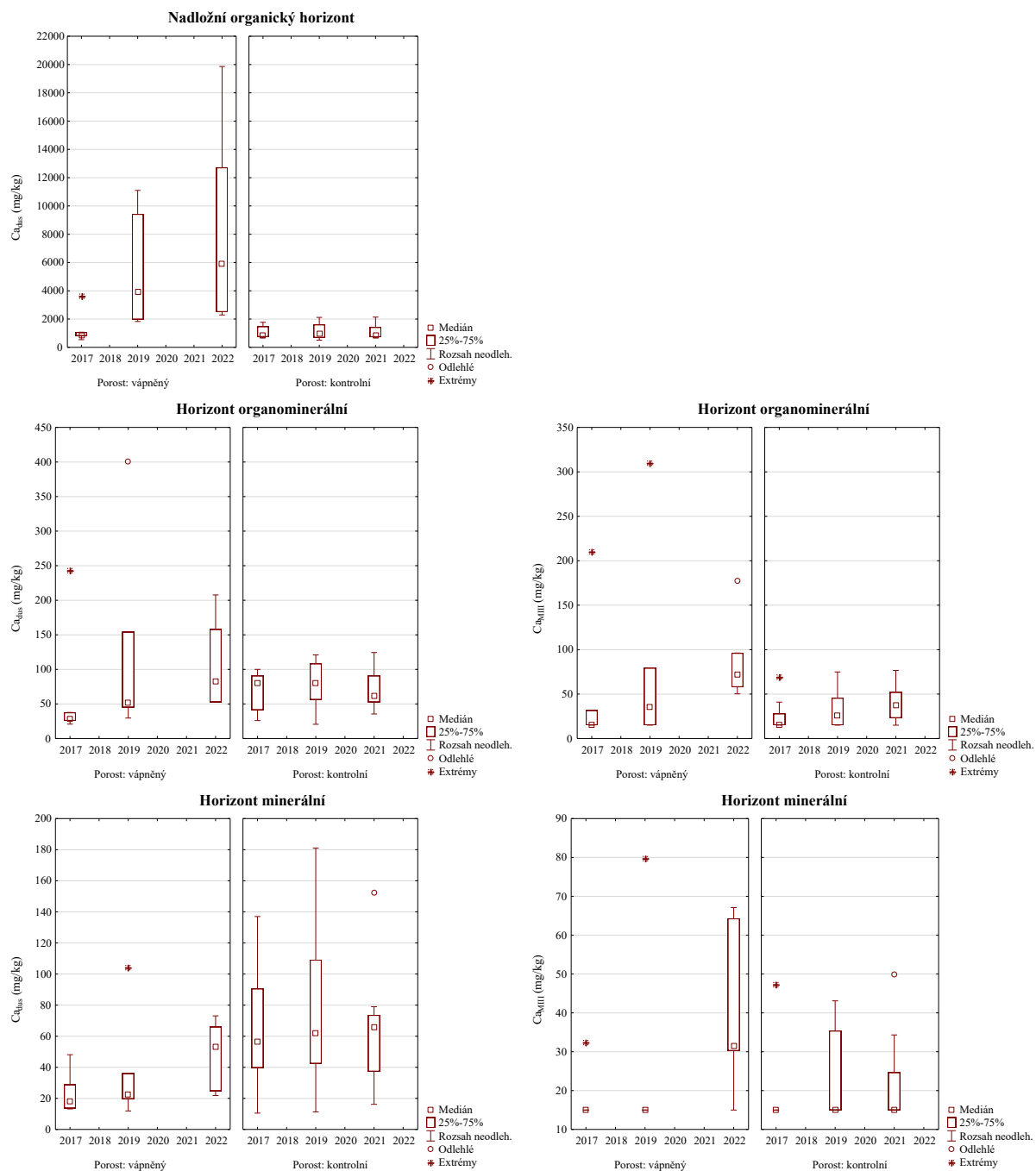
Obr. 4: Extrahovatelný ( $K_{dus}$ ) a přístupný ( $K_{MIII}$ ) obsah draslíku v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

#### 4.1.8. Vápník

V nadložních organických a pod nimi položených organominerálních horizontech vápněných stanovišť (Tab. 8) se významně zvyšuje obsah extrahovatelného vápníku ( $Ca_{dus}$ ).

V organominerálních horizontech (Obr. 5) se vápnění projevuje také zvýšením přístupné formy ( $Ca_{MIII}$ ) a to po dvou i pěti letech od vápnění. Ve spodních horizontech je zvýšení této formy vápníku zjištěno až po pěti letech od vápnění. Stabilní obsahy  $Ca_{dus}$  i  $Ca_{MIII}$  na plochách kontrolních potvrzují účinek vápnění. Postupné zvyšování obsahů vápníku na vápněných

plochách svědčí o kvalitním rozmetání dolomitického vápence i o jeho příznivé rozpustnosti a průniku půdním profilem.

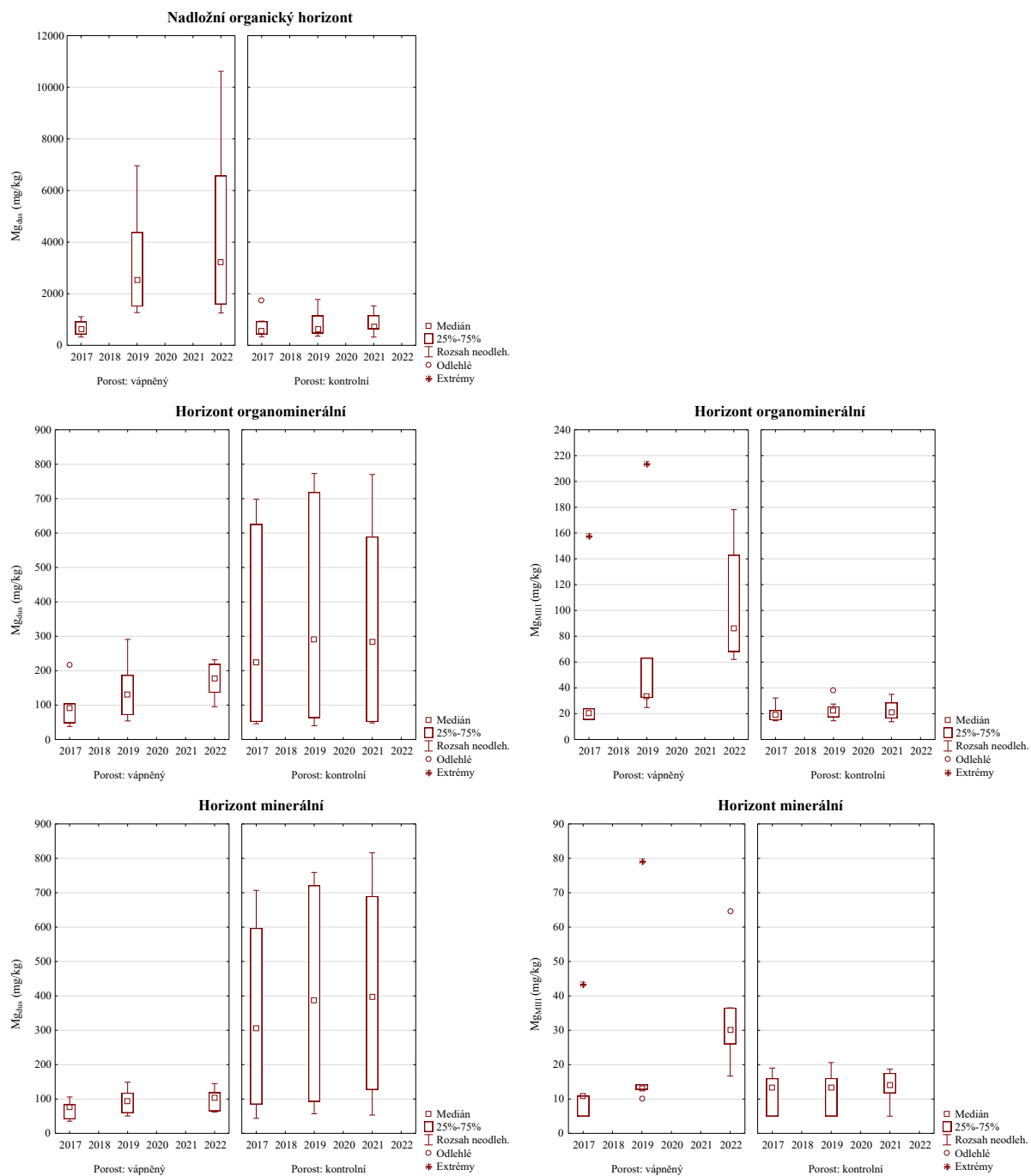


Obr. 5: Extrahovatelný ( $Ca_{dus}$ ) a přístupný ( $Ca_{MIII}$ ) obsah vápníku v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

#### 4.1.9. Hořčík

Postupné významné zvyšování obsahů extrahovatelného hořčíku ( $Mg_{dus}$ ) je zjištěno v horizontech nadložních (Obr. 6) i organominerálních na vápněných stanovištích. Ve spodních minerálních horizontech se  $Mg_{dus}$  zvyšuje pouze nevýznamně. Postupné významné zvyšování

je zaznamenáno také u přístupné formy ( $Mg_{MIII}$ ) v organominerálních i minerálních horizontech. Stabilní obsahy  $Mg_{dus}$  i  $Mg_{MIII}$  na plochách kontrolních potvrzují účinek vápnění.



Obr. 6: Extrahovatelný ( $Mg_{dus}$ ) a přístupný ( $Mg_{MIII}$ ) obsah hořčíku v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

#### 4.1.10. Mangan

Vápnění dočasně ovlivnilo v nadložním horizontu obsahy extrahovatelného manganu ( $Mn_{dus}$ ), které se po vápnění významně snížily a následně v roce 2022 opět vyrovnaly

na původní obsah (Tab. 9). V horizontech organominerálních a minerálních nebyly zjištěny v obsazích manganu významné změny.

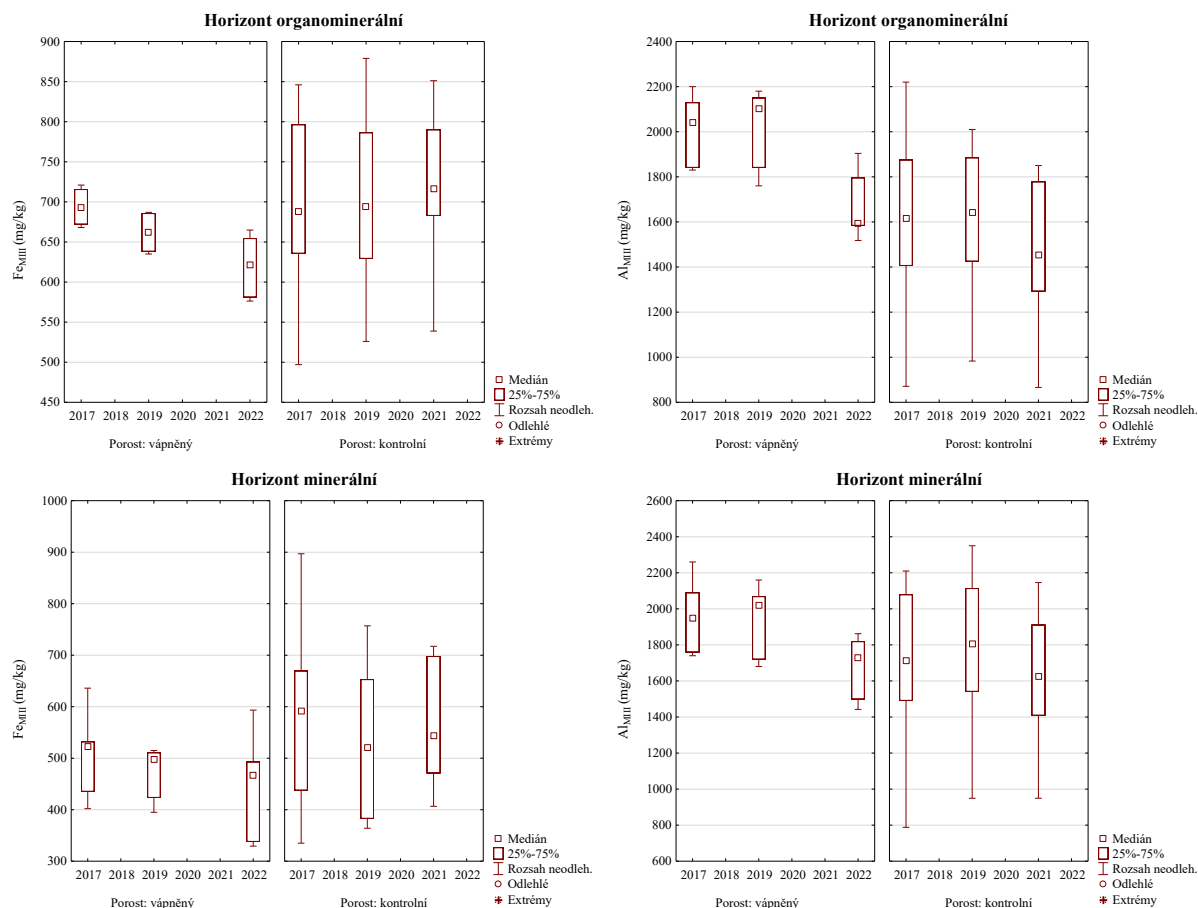
Tab. 9: Průměrný obsah hliníku, bóru, kadmia, chromu, mědi, železa, manganu, olova, síry a zinku v šetřených horizontech

|                                            | Vápněná stanoviště |       |       | Kontrolní stanoviště |       |       |
|--------------------------------------------|--------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
|                                            | 2017               | 2019  | 2022  | 2017                 | 2019  | 2021  |
| Nadložní organický horizont (O)            |                    |       |       |                      |       |       |
| Al <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 5329               | 6207  | 5024  | 6391                 | 7225  | 7111  |
| B <sub>du</sub> (mg/kg)                    | 3,13               | 2,24  | 3,14  | 3,34                 | 3,41  | 3,14  |
| Cd <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 0,23               | 0,19  | 0,17  | 0,20                 | 0,19  | 0,14  |
| Cr <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 6,58               | 6,95  | 4,89  | 8,06                 | 9,08  | 9,07  |
| Cu <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 10,9               | 10,2  | 8,93  | 18,1                 | 17,8  | 16,8  |
| Fe <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 7023               | 9647  | 7517  | 6894                 | 8698  | 8745  |
| Mn <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 311                | 228   | 311   | 240                  | 264   | 247   |
| Pb <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 75,6               | 74,7  | 55,1  | 70,0                 | 68,3  | 59,7  |
| Zn <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 31,4               | 29,1  | 26,2  | 34,4                 | 37,1  | 37,2  |
| Organominerální horizont (A <sub>h</sub> ) |                    |       |       |                      |       |       |
| Al <sub>MIII</sub> (mg/kg)                 | 2004               | 2007  | 1680  | 1610                 | 1612  | 1470  |
| B <sub>MIII</sub> (mg/kg)                  | < 0,5              | < 0,5 | < 0,5 | 0,50                 | < 0,5 | < 0,5 |
| Fe <sub>MIII</sub> (mg/kg)                 | 692                | 662   | 619   | 698                  | 703   | 721   |
| S <sub>MIII</sub> (mg/kg)                  | 35,2               | 31,0  | 32,1  | 38,3                 | 37,6  | 29,7  |
| Al <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 4783               | 5244  | 4708  | 3623                 | 3995  | 3666  |
| Cd <sub>du</sub> (mg/kg)                   | < 0,2              | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2                | < 0,2 | < 0,2 |
| Cr <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 4,38               | 4,87  | 4,33  | 3,96                 | 4,48  | 4,15  |
| Cu <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 4,52               | 5,16  | 4,64  | 5,14                 | 4,97  | 4,92  |
| Fe <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 7854               | 8826  | 8864  | 6285                 | 7131  | 6417  |
| Mn <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 214                | 199   | 240   | 165                  | 181   | 152   |
| Pb <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 47,8               | 50,4  | 49,2  | 34,7                 | 37,3  | 35,5  |
| Zn <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 6,92               | 6,31  | 6,60  | 12,5                 | 12,3  | 11,6  |
| Minerální horizont (A+B)                   |                    |       |       |                      |       |       |
| Al <sub>MIII</sub> (mg/kg)                 | 1963               | 1954  | 1683  | 1696                 | 1777  | 1623  |
| B <sub>MIII</sub> (mg/kg)                  | < 0,5              | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5                | < 0,5 | < 0,5 |
| Fe <sub>MIII</sub> (mg/kg)                 | 511                | 469   | 446   | 579                  | 529   | 569   |
| S <sub>MIII</sub> (mg/kg)                  | 98,7               | 98,8  | 70,4  | 61,5                 | 64,5  | 43,6  |
| Al <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 4841               | 5393  | 4822  | 4324                 | 4958  | 4517  |
| Cd <sub>du</sub> (mg/kg)                   | < 0,2              | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2                | < 0,2 | < 0,2 |
| Cr <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 4,41               | 4,92  | 4,20  | 4,39                 | 4,78  | 4,48  |
| Cu <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 3,77               | 4,33  | 3,77  | 4,73                 | 4,17  | 4,42  |
| Fe <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 7009               | 7570  | 7353  | 7174                 | 7453  | 6754  |
| Mn <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 325                | 355   | 319   | 214                  | 223   | 204   |
| Pb <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 21,7               | 21,7  | 25,0  | 21,8                 | 20,3  | 20,9  |
| Zn <sub>du</sub> (mg/kg)                   | 6,88               | 7,60  | 7,32  | 13,9                 | 13,4  | 13,7  |

#### 4.1.11. Železo

Extrahovatelný obsah železa (Fe<sub>du</sub>) v nadložním organickém horizontu vápněných porostů značně kolísá, ale nevykazuje statisticky významnou odlišnost od porostů kontrolních (Tab. 9). Podobně se tato forma železa chová v horizontech organominerálních i minerálních.

Přístupná forma (Fe<sub>MIII</sub>) se v organominerálních i minerálních horizontech zřejmě důsledkem vápnění významně snižuje po pěti letech od vápnění (Obr. 7). Zde by se mohlo jednat o nepříznivý účinek vápnění, pokud by tento pokles vedl ke zhoršení úrovně výživy železem, což v našem případě nenastalo.



Obr. 7: Přístupný obsah železa ( $Fe_{MIII}$ ) a hliníku ( $Al_{MIII}$ ) v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

#### 4.1.12. Hliník

Extrahovatelné obsahy hliníku ( $Al_{dus}$ ) v půdních horizontech vápněných i kontrolních porostů ve sledovaném období výrazně kolísají. Vzhledem k podobnému průběhu ve vápněných i kontrolních porostech, není toto kolísání způsobeno leteckým vápněním.

Přístupné obsahy ( $Al_{MIII}$ ) se v půdních horizontech vápněných porostů snižují. Vzhledem ke stabilním obsahům na plochách kontrolních lze usuzovat na snížení přístupností hliníku vyvolaném vápněním (Obr. 7).

#### 4.1.13. Bór

Extrahovatelné obsahy boru ( $B_{dus}$ ) se v nadložních horizontech po vápnění významně snižují a následně se dostávají na původní úroveň. Zde se zřejmě jedná o tvorbu hůře extrahovatelného boritanu vápenatého po vápnění a následné uvolnění boru z organických vazeb mikrobiologickým rozkladem.

Zjištěné obsahy přístupného boru jsou v minerálních fázích půdních profilů velmi nízké v obou horizontech srovnávaných stanovišť (Tab. 9).

#### 4.1.14. Zinek

Obsahy Zn se v nadložních organických horizontech vápněných stanovišť významně snižují (Tab. 9). Vzhledem ke stabilním obsahům na plochách kontrolních považujeme toto snížení za důsledek vápnění.

V minerálních fázích půdních profilů ( $A_h$ ) a ( $A+B$ ) nejsou zjištěny významné změny. Vápněná stanoviště jsou na obsahy Zn znatelně chudší.

#### 4.1.15. Kadmium, chrom, měď a olovo

Obsahy kadmia ( $Cd_{dus}$ ) se významně snižují v nadložních horizontech vápněných i kontrolních stanovišť (Tab. 9). Jedná se zřejmě o reakci na nižší atmosferické spady bez návaznosti na vápnění. V minerálních fázích půdních profilů jsou obsahy Cd velmi nízké.

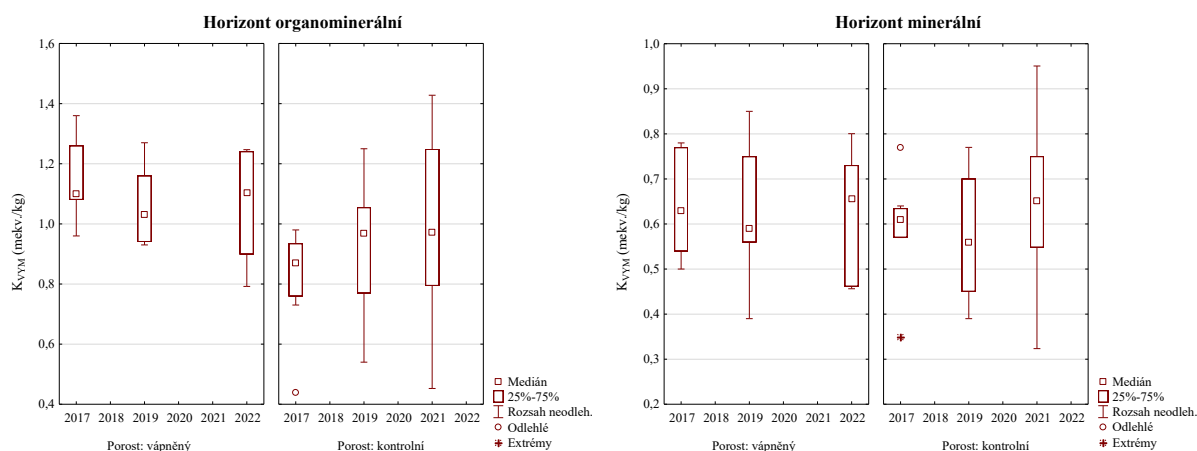
Obsahy chromu ( $Cr_{dus}$ ) se v nadložních horizontech vápněných ploch významně snižují v pátém roce po vápnění. V porovnání s kontrolními porosty se ovšem obsah chromu v nadložním organickém horizontu mezi vápněnými a kontrolními porosty významně neliší. Vliv vápnění na uvolnění Cr není tedy jednoznačně potvrzen.

Obsahy mědi jsou v půdním profilu srovnávaných ploch stabilní (Tab. 9).

Obsahy olova se po pěti letech od vápnění významně snižují v nadložních organických horizontech vápněných stanovišť (Tab. 9). Toto snížení by mohlo ukazovat na nežádoucí uvolnění olova z organických vazeb. Vzhledem ke stabilním obsahům v níže položených horizontech a především k významnému paralelnímu snížení obsahů na kontrolních plochách lze považovat vliv vápnění za nepravděpodobný.

#### 4.1.16. Půdní sorpční komplex

Sycení půdního sorpčního komplexu kationtem draslíku ( $K^+$ ) v šetřených půdních horizontech vápněných stanovišť je v prvních pěti letech od vápnění stabilní a nejsou zřejmé neblahé vlivy vápnění (Tab. 10, Obr. 8).



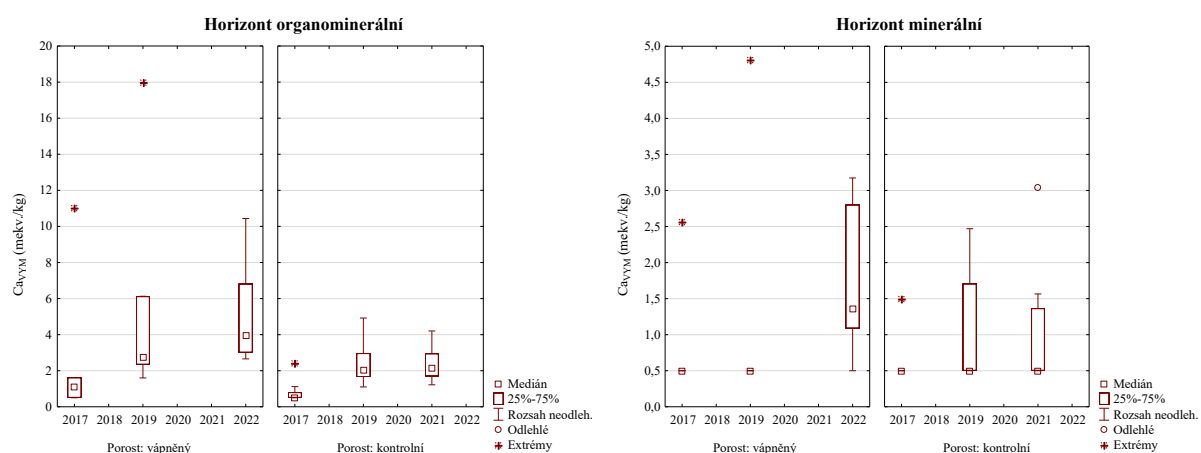
Obr. 8: Obsah výměnných kationtů draslíku ( $K_{VYM}$ ) v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

Tab. 10: Šetření hodnot půdního sorpčního komplexu (průměrné hodnoty)

|                                    | Vápněná stanoviště |      |      | Kontrolní stanoviště |      |      |
|------------------------------------|--------------------|------|------|----------------------|------|------|
|                                    | 2017               | 2019 | 2022 | 2017                 | 2019 | 2021 |
| Organominerální horizont ( $A_h$ ) |                    |      |      |                      |      |      |
| (Al+H) $_{VYM}$ (mekv./kg)         | 115                | 122  | 111  | 81,6                 | 88,8 | 83,6 |
| K $_{VYM}$ (mekv./kg)              | 1,15               | 1,07 | 1,08 | 0,82                 | 0,92 | 0,99 |
| Ca $_{VYM}$ (mekv./kg)             | 2,41               | 5,26 | 5,37 | < 1,0                | 2,41 | 2,38 |
| Mg $_{VYM}$ (mekv./kg)             | 3,14               | 5,44 | 8,72 | 1,45                 | 1,75 | 1,68 |
| Na $_{VYM}$ (mekv./kg)             | 0,25               | 0,28 | 0,27 | 0,22                 | 0,25 | 0,21 |
| Mn $_{VYM}$ (mekv./kg)             | 1,51               | 1,17 | 1,38 | 0,54                 | 0,68 | 0,50 |
| Al $_{VYM}$ (mekv./kg)             | 96,4               | 104  | 97,5 | 66,0                 | 73,1 | 74,5 |
| Fe $_{VYM}$ (mekv./kg)             | 5,91               | 6,06 | 6,15 | 4,80                 | 5,05 | 3,43 |
| CEC (mekv./kg)                     | 122                | 134  | 127  | 85,2                 | 94,2 | 88,9 |
| BS (%)                             | 5,37               | 8,83 | 12,2 | 4,55                 | 6,10 | 6,32 |
| Bc $_{VYM}$ /Al $_{VYM}$           | 0,07               | 0,12 | 0,16 | 0,05                 | 0,08 | 0,07 |
| Minerální horizont (A+B)           |                    |      |      |                      |      |      |
| (Al+H) $_{VYM}$ (mekv./kg)         | 61,5               | 60,4 | 74,3 | 59,2                 | 59,3 | 60,8 |
| K $_{VYM}$ (mekv./kg)              | 0,65               | 0,62 | 0,61 | 0,59                 | 0,57 | 0,65 |
| Ca $_{VYM}$ (mekv./kg)             | < 1,0              | 1,12 | 1,78 | < 1,0                | 1,05 | --   |
| Mg $_{VYM}$ (mekv./kg)             | 1,00               | 1,71 | 2,50 | 0,83                 | 0,82 | 0,85 |
| Na $_{VYM}$ (mekv./kg)             | 0,19               | 0,19 | 0,20 | 0,17                 | 0,14 | 0,14 |
| Mn $_{VYM}$ (mekv./kg)             | 1,46               | 1,28 | 1,54 | 0,55                 | 0,64 | 0,46 |
| Al $_{VYM}$ (mekv./kg)             | 58,2               | 54,9 | 69,7 | 51,9                 | 54,0 | 58,0 |
| Fe $_{VYM}$ (mekv./kg)             | 1,03               | 0,68 | --   | 2,43                 | 1,79 | 1,58 |
| CEC (mekv./kg)                     | 64,5               | 64,4 | 79,3 | 61,9                 | 62,2 | 63,7 |
| BS (%)                             | 5,13               | 6,17 | 7,44 | 4,89                 | 5,30 | 5,45 |
| Bc $_{VYM}$ /Al $_{VYM}$           | 0,04               | 0,06 | 0,08 | 0,05                 | 0,05 | 0,05 |

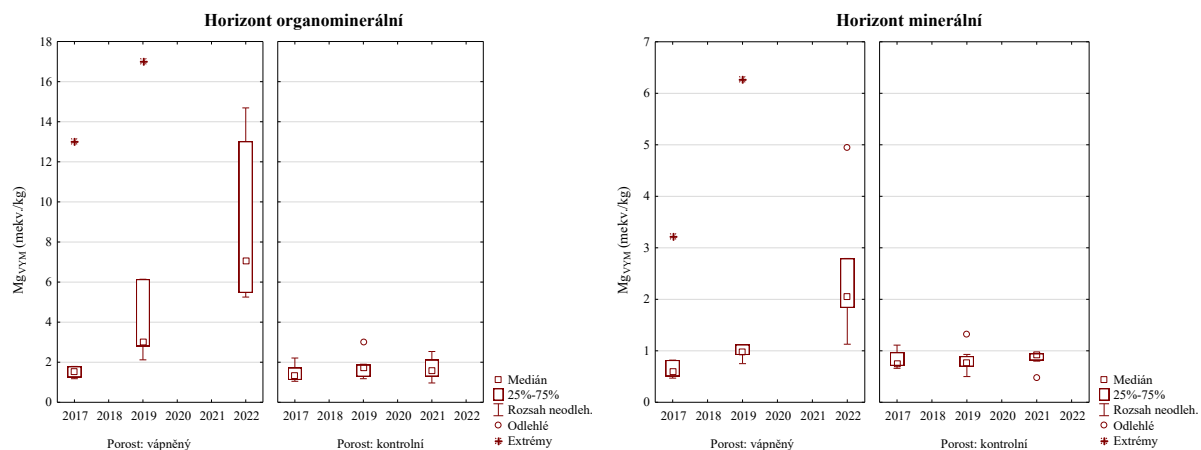
-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

Předpokládaný kladný vliv vápnění se projevuje v sycení půdního sorpčního komplexu kationtem vápníku ( $Ca^{2+}$ ) (Obr. 9). V organominerálních a minerálních horizontech vápněných stanovišť je zjištěno významné zvýšení přítomnosti kationtu  $Ca^{2+}$  na vápněných plochách. Na plochách kontrolních je zjištěno nevýznamné zvýšení v roce 2019 a posléze je stav stabilní.



Obr. 9: Obsah výměnných kationtů vápníku ( $Ca_{VYM}$ ) v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

Podobný trend jako v případě vápníku je zaznamenán v sycení sorpčního komplexu kationtem hořčíku  $Mg^{2+}$  (Obr. 10). Rychlejší pohyb kationtu hořčíku se projevil výraznějším zvýšením v organominerálních horizontech vápněných stanovišť. Na kontrolních stanovištích je sycení hořčíkem relativně stabilní.



Obr. 10: Obsah výměnných kationtů hořčíku ( $Mg_{VYM}$ ) v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

V případě obsahu výměnných kationtů Mn, Na, Al a Fe nebyly v organominerálních ani v minerálních půdních horizontech zaznamenány výraznější změny ve srovnání se situací před vápněním.

Jako pozitivní vliv vápnění bereme významně vyšší hodnotu kationtové výměnné kapacity (CEC) v organominerálních horizontech po dvou a v minerálních po pěti letech od vápnění. Dále významně vyšší obsazení sorpčního komplexu bazickými kationty (BS) a snížení možného toxického působení hliníku, vyjádřeného významně vyšším poměrem  $Bc_{VYM}/Al_{VYM}$  na vápněných stanovištích (Tab. 10).

## 4.2. Hodnocení obsahu prvků v jehlicích smrku ztepilého

Lesní porosty na vápněných stanovištích jsou podle hodnocení v tabulce 11 ohroženy nedostatkem síry. Ostatní živiny se pohybují v prostoru blízkému optimální úrovni výživy. V kontrolních (nevápněných) porostech je vedle nedostatečné úrovně síry zjištěna také nedostatková úroveň výživy dusíkem. Podle tohoto hodnocení můžeme uvažovat o zlepšení příjmu dusíku, jako hlavní makroživiny v příznivějších podmínkách, při vyšší hodnotě pH půdního prostředí.

Tab. 11: Hodnocení průměrného obsahu prvků v jehlicích běžného roku

|                  | N (%) | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | Mg (mg/kg) | S (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Fe (mg/kg) | Zn (mg/kg) | B (mg/kg) |
|------------------|-------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| Nedostatek       | 1,20  | 1000      | 3500      | 1500       | 600        | 1100      | 20         | 20         | 20         | 15        |
| nadbytek         | 1,70  | 2000      | 9000      | 6000       | 1500       | 1800      | 2000       | 200        | 60         | 30        |
| Vápněné (2022)   | 1,28  | 1191      | 4786      | 3880       | 1294       | 887       | 1047       | 44,8       | 33,9       | 15,8      |
| Kontrolní (2021) | 1,15  | 1138      | 4216      | 3796       | 909        | 775       | 933        | 44,4       | 27,8       | 15,4      |

Tab. 12: Hodnocení průměrného obsahu prvků v jehlicích běžného roku na vápněných a kontrolních plochách podle hodnot na konci šetření.

|                  | N (%) | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Fe (mg/kg) | Zn (mg/kg) | B (mg/kg) |
|------------------|-------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Vápněné (2022)   | 1,28  | 1191      | 4786      | 3880       | 1294       | 44,8       | 33,9       | 15,8      |
| hodnocení        | 2     | 2         | 1         | 2          | 4          | 1          | 3          | 2         |
| Kontrolní (2021) | 1,15  | 1138      | 4216      | 3796       | 909        | 44,4       | 27,8       | 15,4      |
| hodnocení        | 1     | 2         | 1         | 2          | 3          | 1          | 2          | 2         |

Hodnocení podle klasifikace ÚKZÚZ, Fiala et al., (2013). 1 – velmi nízký, 2 – nízký, 3 – střední, 4 – vysoký, 5 – velmi vysoký

Tab. 13: Průměrný obsah prvků v jehlicích běžného roku (letorostů)

|            | Vápněná stanoviště |      |      | Kontrolní stanoviště |        |        |
|------------|--------------------|------|------|----------------------|--------|--------|
|            | 2017               | 2019 | 2022 | 2017                 | 2019   | 2021   |
| N (%)      | 1,13               | 1,16 | 1,28 | 1,31                 | 1,24   | 1,15   |
| P (mg/kg)  | 993                | 965  | 1191 | 1401                 | 1179   | 1138   |
| K (mg/kg)  | 3629               | 3821 | 4786 | 5794                 | 4224   | 4216   |
| Ca (mg/kg) | 2586               | 3427 | 3880 | 2571                 | 3338   | 3796   |
| Mg (mg/kg) | 809                | 1034 | 1294 | 856                  | 896    | 909    |
| Al (mg/kg) | 87,0               | 74,1 | 86,6 | 64,7                 | 84,0   | 88,3   |
| B (mg/kg)  | 17,7               | 14,3 | 15,8 | 15,8                 | 17,6   | 15,4   |
| Cd (mg/kg) | 0,04               | 0,04 | 0,05 | 0,06                 | 0,06   | 0,06   |
| Cr (mg/kg) | 0,21               | 0,17 | 0,19 | 0,16                 | 0,19   | 0,26   |
| Cu (mg/kg) | 2,30               | 2,10 | 2,38 | 3,12                 | 2,22   | 2,07   |
| Fe (mg/kg) | 32,6               | 37,2 | 44,8 | 36,4                 | 49,3   | 44,4   |
| Mn (mg/kg) | 1059               | 1174 | 1047 | 938                  | 993    | 933    |
| Ni (mg/kg) | 1,76               | 1,33 | 1,23 | 1,76                 | 1,15   | 1,27   |
| Pb (mg/kg) | 0,23               | 0,21 | 0,25 | < 0,20               | < 0,20 | < 0,20 |
| S (mg/kg)  | 829                | 774  | 887  | 942                  | 873    | 775    |
| Zn (mg/kg) | 21,7               | 29,0 | 33,9 | 24,4                 | 26,7   | 27,8   |

Tab. 14: Průměrný obsah prvků v jehlicích předchozího roku

|            | Vápněná stanoviště |      |      | Kontrolní stanoviště |      |        |
|------------|--------------------|------|------|----------------------|------|--------|
|            | 2017               | 2019 | 2022 | 2017                 | 2019 | 2021   |
| N (%)      | 1,13               | 1,16 | 1,17 | 1,30                 | 1,24 | 1,13   |
| P (mg/kg)  | 929                | 904  | 998  | 1062                 | 1050 | 1033   |
| K (mg/kg)  | 3084               | 3270 | 3830 | 4103                 | 3705 | 3785   |
| Ca (mg/kg) | 3696               | 4363 | 5263 | 4349                 | 4349 | 4792   |
| Mg (mg/kg) | 677                | 898  | 1335 | 760                  | 737  | 742    |
| Al (mg/kg) | 125                | 103  | 113  | 99,3                 | 106  | 126    |
| B (mg/kg)  | 16,0               | 13,0 | 15,6 | 19,3                 | 16,4 | 15,0   |
| Cd (mg/kg) | 0,04               | 0,03 | 0,05 | 0,05                 | 0,05 | 0,05   |
| Cr (mg/kg) | 0,25               | 0,19 | 0,22 | 0,23                 | 0,21 | 0,24   |
| Cu (mg/kg) | 1,96               | 1,47 | 1,86 | 2,05                 | 1,64 | 1,49   |
| Fe (mg/kg) | 43,3               | 49,9 | 55,1 | 51,9                 | 62,1 | 64,6   |
| Mn (mg/kg) | 1309               | 1450 | 1401 | 1589                 | 1120 | 1080   |
| Ni (mg/kg) | 1,44               | 1,07 | 0,96 | 1,01                 | 0,77 | 0,90   |
| Pb (mg/kg) | 0,27               | 0,24 | 0,27 | 0,27                 | 0,23 | < 0,20 |
| S (mg/kg)  | 880                | 818  | 851  | 989                  | 892  | 846    |
| Zn (mg/kg) | 19,2               | 24,1 | 30,7 | 20,2                 | 21,3 | 24,3   |

#### 4.2.1. Dusík

Obsahy dusíku v jehlicích letorostů smrku ztepilého se na vápněných plochách nevýznamně zvyšují až na úroveň 1,28 %, což odpovídá nízké úrovni výživy, ovšem na plochách kontrolních je úroveň obsahu dusíku velmi nízká (1,15 %) a po dobu šetření klesá (Tab. 13).

V jehlicích o rok starších jsou na vápněných plochách obsahy stabilní (Tab. 14). Nepředpokládáme tedy významnou relokaci do mladších pletiv v období intenzivního metabolismu. Na stanovištích kontrolních se ve starších jehlicích obsahy významně snižují.

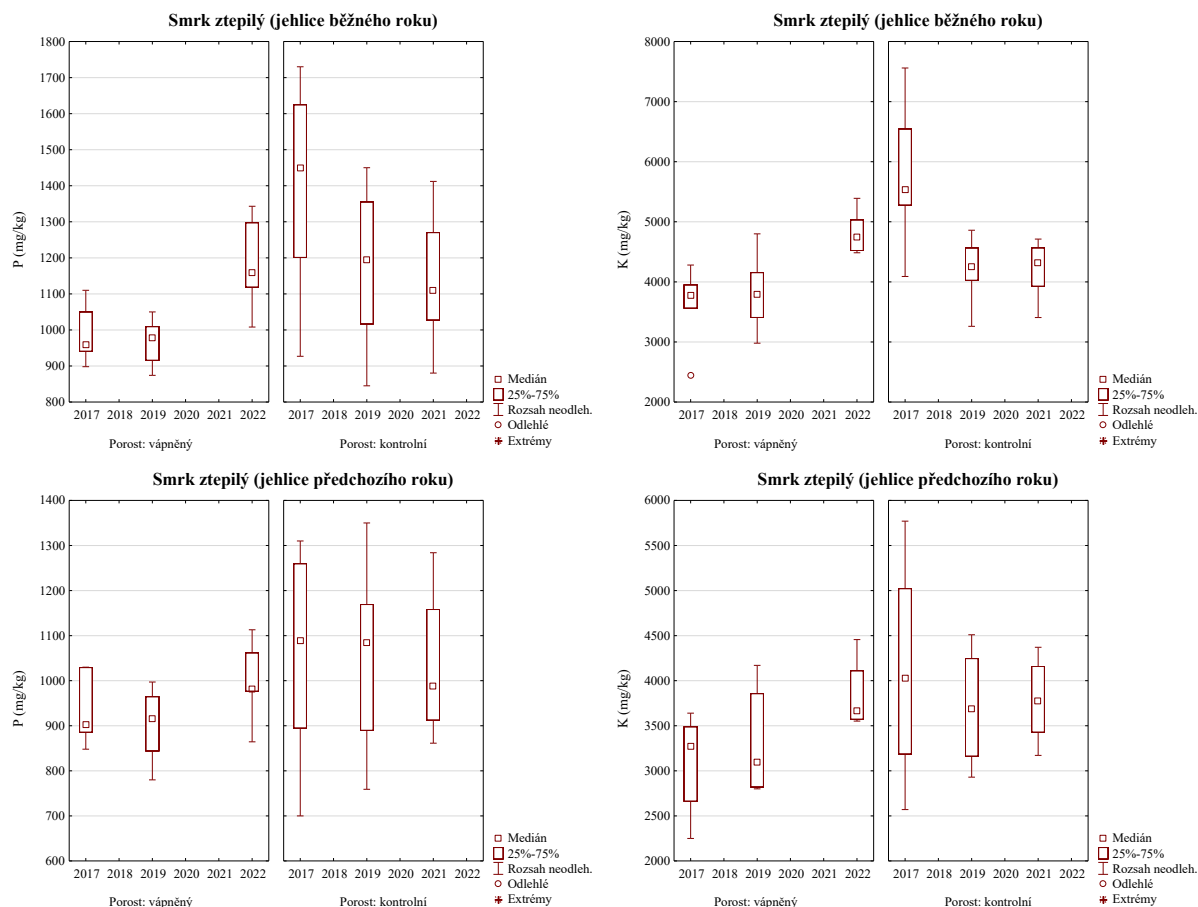
#### 4.2.2. Fosfor

Výživa fosforem není negativně ovlivněna vápněním lesa. Na vápněných stanovištích se obsah fosforu v jehlicích letorostů (Obr. 11) za sledovaného období významně zvyšuje, kdežto v jehlicích kontrolních porostů zaznamenáváme významný pokles. Zvýšení úrovně výživy zřejmě souvisí s příznivějšími podmínkami pro příjem živin vyvolanými vápněním. Vyšší obsahy na kontrolních plochách (ve srovnání s vápněnými), zřejmě souvisí s geologickým podložím a bohatostí stanoviště. V jehlicích o rok starších jsou obsahy stabilní. Nepředpokládáme relokaci do mladších pletiv na vápněných plochách.

#### 4.2.3. Draslík

Významné zvyšování obsahů draslíku v jehlicích letorostů i o rok starších jehlicích na vápněných stanovištích vylučuje možnost možného negativního vlivu vápnění na příjem draslíku (Obr. 11). Na kontrolních stanovištích je zjištěn významný pokles a následná stabilizace podobně jako v případě fosforu. Vyšší obsahy na kontrolních plochách souvisí

s geologickým podkladem a bohatostí stanoviště. Významné zvyšování obsahů draslíku v obou věkových třídách přisuzujeme příznivějšímu půdnímu prostředí po vápnění lesa.



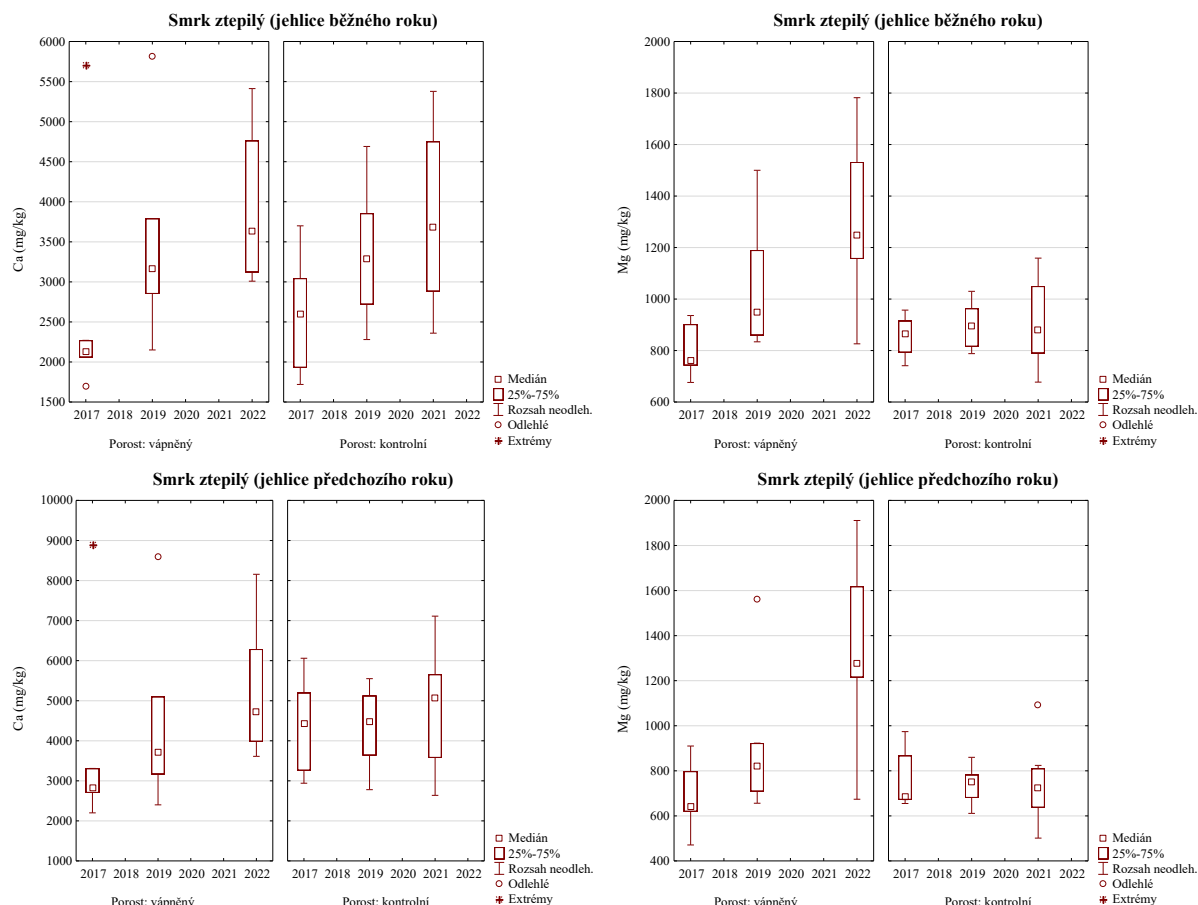
Obr. 11: Obsah fosforu (P) a draslíku (K) v jehlicích smrku ztepilého vápněných a kontrolních porostů

#### 4.2.4. Vápník

Významné zvýšení obsahů vápníku v jehlicích předchozího roku na vápněných stanovištích je přepokládaným důsledkem vápnění lesa (Obr. 12). Významné zvýšení je zaznamenáno i v jehlicích běžného roku, a to i na stanovištích kontrolních. Ve starších jehlicích jsou na kontrolních stanovištích obsahy stabilní. Souvislost s vápněním vidíme ve zvyšující se úrovni výživy vápníkem v obou věkových třídách na vápněných plochách.

#### 4.2.5. Hořčík

Znatelně se účinek vápnění projevuje v obsazích hořčíku v jehlicích běžného i předchozího roku (Obr. 12). V roce 2017 (tedy před vápněním) se obsah hořčíku v jehlicích běžného roku pohyboval na nízké úrovni, po pěti letech od vápnění už je úroveň obsahu hořčíku v jehlicích hodnocena jako vysoká. Na kontrolních stanovištích jsou obsahy hořčíku stabilní.



Obr. 12: Obsah vápníku (Ca) a hořčíku (Mg) v jehlicích smrku ztepilého vápněných a kontrolních porostů

#### 4.2.6. Síra

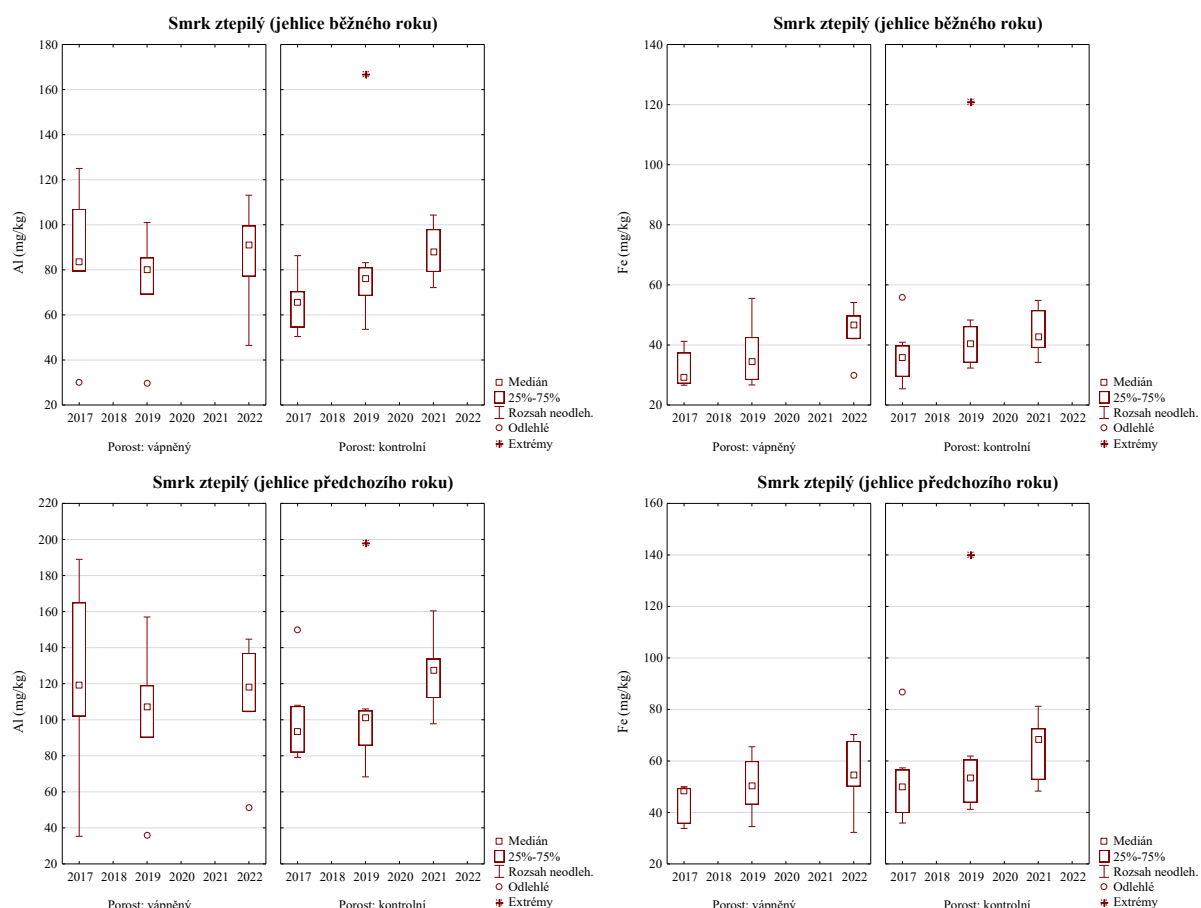
Obsahy síry jsou po dobu pozorování stabilní bez zřejmého ovlivnění vápněním.

#### 4.2.7. Hliník

Obsahy hliníku v jehlicích nejví reakci na vápnění lesa (Obr. 13). Vyšší obsahy ve starších jehlicích zřejmě souvisí s akumulací ve starších pletivech.

#### 4.2.8. Železo

Obsahy železa v jehlicích letorostů se významně zvyšují na konci pětiletého období pozorování (Obr. 13). V jehlicích o rok starších je na vápněných plochách zvýšení sice nevýznamné, ovšem vylučuje možnost relokace ze starších do mladších pletiv. Vyššími obsahy na vápněných plochách je také minimalizována možnost negativního vlivu vápnění na příjem železa.



Obr. 13: Obsah hliníku (Al) a železa (Fe) v jehlicích smrku ztepilého vápněných a kontrolních porostů

#### 4.2.9. Zinek

Obsahy zinku v jehlicích letorostů vápněných porostů dosahují průměrně  $33,9 \text{ mg.kg}^{-1}$ , což odpovídá střední úrovni výživy. Za sledované období se obsah zinku v jehlicích na vápněných plochách významně zvýšil. Stabilní obsahy na kontrolních stanovištích potvrzují příznivý vliv vápnění na příjem zinku.

#### 4.2.10. Bór

Obsahy boru v jehlicích letorostů jak na vápněných, tak i na kontrolních plochách kolísají. Ve starších jehlicích (Tab. 14) je ve vápněných porostech zaznamenán podobný průběh jako v letorostech, v tomto případě bez statistické významnosti. Na kontrolních stanovištích se obsahy ve starších jehlicích významně snižují.

#### 4.2.11. Mangan

U obsahů manganu není pozorován vliv vápnění.

#### **4.2.12. Chrom, měď a nikl**

V případě rizikových prvků chromu a mědi v jehlicích předchozího roku se obsah těchto prvků pohybuje na úrovni zjištěné před vápněním.

U niklu došlo k poklesu obsahu v jehlicích letorostů na vápněných i kontrolních plochách a ve starších jehlicích k výraznému poklesu na vápněných plochách a nevýznamnému na kontrolních plochách. Vzhledem k podobnému průběhu na kontrolních i vápněných plochách a nevýznamnému rozdílu mezi oběma typy stanovišť nedáváme tyto změny do souvislosti s vápněním.

## 5. ZÁVĚR

Pro zhodnocení účinnosti vápnění byly použity údaje o chemických vlastnostech půdního prostředí a asimilačních orgánů na vápněných a kontrolních plochách. Vybrané plochy, na kterých probíhalo šetření, odpovídají svým charakterem (lesním typem, druhovou skladbou, věkem i způsobem hospodaření) uvedenému účelu.

Srovnání vývoje chemických vlastností na vápněných plochách v období pěti let od vápnění (2017 – 2022) potvrdilo očekávanou kladnou odpověď tj. snížení kyselosti na vápněných plochách, zvýšení obsahů extrahovatelné i přístupné formy vápníku a hořčíku v půdním prostředí. Možné negativní účinky (snížení přístupností draslíku) nebyly zjištěny a naopak díky zlepšenému půdnímu prostředí jsou tyto obsahy na konci šetření významně vyšší.

Podobné je i hodnocení kvality půdního sorpčního komplexu, kde se významně zvyšuje sycení bazickými kationty a snižuje pravděpodobnost toxického působení hliníku na vápněných stanovištích.

Intenzivnější rozklad organického půdního materiálu a snížení obsahů celkového dusíku byl zaznamenán jen dočasně ve dvou letech po vápnění a to ve statisticky nevýznamné míře.

Na srovnávaných stanovištích nebyl zjištěn významný vliv vápnění na obsahy rizikových prvků s možným toxickým znečištěním půdního prostředí.

Uvedené chemické vlastnosti půdního prostředí se promítly i do výživy hlavní dřeviny – smrku ztepilého, zvýšením úrovně obsahu makroživin a to nejen vápníku a hořčíku, ale také fosforu, draslíku a železa, jejichž obsahy se zvyšují na konci šetřeného období díky příznivějším podmínkám v méně kyselém půdním prostředí.

Možným problémem týkajícím se celé PLO Krušné hory je nízká úroveň obsahu boru v jehlicích. Souvislost s vápněním ovšem není v případě boru zřejmá.

## 6. LITERATURA

ČURLÍK J., 2011. Potenciálne toxické stopové prvky a ich distribúcia v podách Slovenska. Prírodovedecká fakulta University Komenského v Bratislave, 462 s.

FIALA P., REININGER D., SAMEK T., NĚMEC P., SUŠIL A. 2013: Průzkum výživy lesa v České republice 1996 – 2011. Brno, ÚKZÚZ: 148 s.

LETTL A. 1991. Akutní a dlouhodobý vliv vápnění a hnojení na půdní mikroflóru lesních porostů. I. Vápnění smrkových porostů bez přízemní vegetace. Lesnictví, 37, č. 8 – 9 . str. 655 – 662.

NILSSON S.I., ANDERSSON S., VALEUR I., PERSSON T., BERGHOLM J., WIRÉN A. 2001. Influence of dolomite lime on leaching and storage of C, N and S in Spodosol under Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). Forest Ecology and Management (146), pp. 55 – 73).

## 7. PŘÍLOHY

### 7.1. Popisné statistiky

#### 7.1.1. Nadložní organický horizont

Popisné statistiky – nadložní organický horizont – kontrolní porosty (2021)

|                           | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|---------------------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| Nad. humus (t/ha)         | 8 | 132    | 134    | 74,2    | 171     | 114           | 157           |
| pH <sub>CaCl2</sub>       | 8 | 2,91   | 2,86   | 2,60    | 3,33    | 2,77          | 3,06          |
| pH <sub>H2O</sub>         | 8 | 3,81   | 3,80   | 3,56    | 4,08    | 3,70          | 3,92          |
| N (%)                     | 8 | 1,26   | 1,31   | 1,09    | 1,39    | 1,14          | 1,37          |
| C <sub>OX</sub> (%)       | 8 | 30,2   | 31,2   | 23,6    | 34,6    | 26,6          | 33,9          |
| C/N                       | 8 | 23,9   | 24,0   | 21,7    | 26,2    | 22,5          | 25,0          |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg) | 8 | 7111   | 6217   | 4859    | 10530   | 5191          | 9343          |
| B <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 8 | 3,14   | 3,01   | 2,32    | 4,27    | 2,78          | 3,50          |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg) | 8 | 1105   | 856    | 674     | 2139    | 728           | 1431          |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg) | 8 | 0,14   | 0,12   | 0,07    | 0,23    | 0,11          | 0,16          |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg) | 8 | 9,07   | 9,70   | 4,52    | 14,3    | 6,39          | 10,8          |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg) | 8 | 16,8   | 17,9   | 8,39    | 22,6    | 13,8          | 20,1          |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg) | 8 | 8745   | 8530   | 4085    | 14760   | 5674          | 11355         |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 8 | 1096   | 1089   | 745     | 1507    | 858           | 1311          |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg) | 8 | 863    | 726    | 321     | 1531    | 642           | 1156          |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg) | 8 | 247    | 162    | 60,8    | 484     | 112           | 442           |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 8 | 705    | 660    | 518     | 957     | 602           | 822           |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg) | 8 | 59,7   | 57,5   | 40,4    | 78,5    | 50,3          | 71,5          |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg) | 8 | 37,2   | 35,2   | 25,8    | 53,0    | 30,1          | 44,1          |

## Popisné statistiky – nadložní organický horizont – vápněné porosty (pět let po vápnění, 2022)

|                           | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|---------------------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| Nad. humus (t/ha)         | 7 | 70,9   | 69,7   | 46,2    | 97,8    | 49,0          | 94,6          |
| pH <sub>CaCl2</sub>       | 7 | 4,13   | 4,23   | 3,37    | 4,86    | 3,42          | 4,65          |
| pH <sub>H2O</sub>         | 7 | 4,71   | 4,76   | 4,06    | 5,36    | 4,11          | 5,17          |
| N (%)                     | 7 | 1,30   | 1,30   | 1,19    | 1,40    | 1,25          | 1,37          |
| C <sub>ox</sub> (%)       | 7 | 35,8   | 35,7   | 32,8    | 38,5    | 33,2          | 37,7          |
| C/N                       | 7 | 27,5   | 27,5   | 26,1    | 28,9    | 26,6          | 28,4          |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 5024   | 4793   | 3789    | 6534    | 4437          | 5915          |
| B <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 7 | 3,14   | 2,98   | 2,06    | 3,82    | 2,79          | 3,77          |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 8324   | 5929   | 2291    | 19860   | 2503          | 12720         |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 0,17   | 0,16   | 0,14    | 0,24    | 0,14          | 0,21          |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 4,89   | 5,33   | 3,30    | 5,99    | 3,80          | 5,56          |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 8,93   | 8,54   | 6,67    | 12,3    | 7,16          | 10,2          |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 7517   | 7243   | 4266    | 10400   | 6406          | 9086          |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 7 | 1223   | 1156   | 1059    | 1514    | 1105          | 1342          |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 4444   | 3236   | 1255    | 10620   | 1593          | 6570          |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 311    | 256    | 147     | 699     | 201           | 383           |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 7 | 722    | 731    | 640     | 853     | 657           | 746           |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 55,1   | 59,3   | 44,3    | 64,4    | 44,7          | 64,1          |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 26,2   | 26,0   | 23,0    | 30,2    | 24,1          | 28,0          |

### 7.1.2. Horizont organominerální

Popisné statistiky – horizont organominerální – kontrolní porosty (2021)

|                                      | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|--------------------------------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| pH <sub>CaCl2</sub>                  | 8 | 3,21   | 3,21   | 2,97    | 3,55    | 3,03          | 3,33          |
| pH <sub>H2O</sub>                    | 8 | 3,82   | 3,82   | 3,57    | 4,11    | 3,67          | 3,95          |
| Vým. Acidita (mekv./kg)              | 8 | 153    | 142    | 101     | 210     | 129           | 186           |
| C <sub>OX</sub> (%)                  | 8 | 3,08   | 3,07   | 1,31    | 4,57    | 1,97          | 4,36          |
| N (%)                                | 8 | 0,20   | 0,19   | 0,14    | 0,31    | 0,15          | 0,24          |
| C/N                                  | 8 | 15,3   | 15,3   | 9,36    | 22,9    | 12,3          | 17,6          |
| Al <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 8 | 1470   | 1453   | 866     | 1850    | 1293          | 1779          |
| P <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 8 | --     | < 3,5  | < 3,5   | 19,2    | < 3,5         | 8,42          |
| K <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 8 | 48,7   | 48,1   | 30,1    | 73,6    | 38,0          | 57,0          |
| Ca <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 8 | --     | 37,5   | < 30    | 76,6    | < 30          | 52,1          |
| Mg <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 8 | 22,6   | 21,0   | 13,7    | 35,0    | 16,5          | 28,6          |
| B <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 8 | < 0,5  | < 0,5  | < 0,5   | 0,57    | < 0,5         | < 0,5         |
| Fe <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 8 | 721    | 716    | 539     | 851     | 683           | 790           |
| S <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 8 | 29,7   | 27,8   | 16,5    | 45,3    | 24,0          | 36,1          |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 8 | 96,5   | 77,0   | 10,5    | 241     | 29,7          | 154           |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 8 | 107    | 107    | 54,6    | 177     | 72,6          | 134           |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 8 | 334    | 284    | 48,4    | 770     | 51,5          | 589           |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 8 | 71,2   | 61,4   | 35,5    | 124     | 52,9          | 90,7          |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 8 | 3666   | 4078   | 1656    | 4901    | 2806          | 4503          |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 8 | < 0,2  | < 0,2  | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2         | < 0,2         |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 8 | 4,15   | 3,40   | 1,86    | 7,00    | 2,21          | 6,56          |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 8 | 4,92   | 3,80   | 2,92    | 8,17    | 3,05          | 7,29          |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 8 | 6417   | 5723   | 4189    | 10430   | 4774          | 7862          |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 8 | 152    | 108    | 14,1    | 540     | 46,4          | 177           |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 8 | 35,5   | 36,3   | 25,3    | 41,7    | 31,4          | 40,6          |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 8 | 11,6   | 10,6   | 3,30    | 25,4    | 4,90          | 16,7          |
| (Al+H) <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 8 | 83,6   | 85,2   | 45,9    | 116     | 72,9          | 95,5          |
| K <sub>VYM</sub> (mekv./kg)          | 8 | 0,99   | 0,97   | 0,45    | 1,43    | 0,79          | 1,25          |
| Ca <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 8 | 2,38   | 2,14   | 1,22    | 4,20    | 1,71          | 2,95          |
| Mg <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 8 | 1,68   | 1,58   | 0,97    | 2,54    | 1,29          | 2,12          |
| Na <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 8 | 0,21   | 0,21   | 0,14    | 0,30    | 0,17          | 0,25          |
| Mn <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 8 | 0,50   | 0,36   | < 0,1   | 1,43    | 0,19          | 0,70          |
| Al <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 8 | 74,5   | 74,1   | 44,4    | 102     | 60,5          | 90,4          |
| Fe <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 8 | 3,43   | 3,20   | < 0,3   | 6,42    | 2,52          | 4,73          |
| CEC (mekv./kg)                       | 8 | 88,9   | 90,4   | 51,3    | 120     | 79,1          | 100           |
| BS (%)                               | 8 | 6,32   | 5,89   | 3,48    | 10,5    | 4,60          | 7,81          |
| Bc <sub>VYM</sub> /Al <sub>VYM</sub> | 8 | 0,07   | 0,07   | 0,04    | 0,12    | 0,05          | 0,10          |

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

## Popisné statistiky – horizont organominerální – vápněné porosty (pět let po vápnění, 2022)

|                                      | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|--------------------------------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| pH <sub>CaCl2</sub>                  | 7 | 3,32   | 3,36   | 3,15    | 3,50    | 3,15          | 3,43          |
| pH <sub>H2O</sub>                    | 7 | 4,04   | 4,09   | 3,87    | 4,18    | 3,87          | 4,16          |
| Vým. Acidita (mekv./kg)              | 7 | 154    | 157    | 126     | 184     | 138           | 168           |
| C <sub>OX</sub> (%)                  | 7 | 3,31   | 3,62   | 1,97    | 4,07    | 2,84          | 3,82          |
| N (%)                                | 7 | 0,21   | 0,20   | 0,19    | 0,25    | 0,19          | 0,23          |
| C/N                                  | 7 | 15,8   | 16,6   | 10,2    | 19,1    | 13,5          | 18,3          |
| Al <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 1680   | 1593   | 1518    | 1904    | 1583          | 1796          |
| P <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | < 3,5  | < 3,5  | < 3,5   | < 3,5   | < 3,5         | < 3,5         |
| K <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | 53,7   | 56,2   | 46,9    | 60,6    | 47,2          | 56,8          |
| Ca <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 87,9   | 72,3   | 50,3    | 178     | 57,9          | 96,2          |
| Mg <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 101    | 86,0   | 62,1    | 178     | 68,2          | 143           |
| B <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | < 0,5  | < 0,5  | < 0,5   | < 0,5   | < 0,5         | < 0,5         |
| Fe <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 619    | 622    | 576     | 665     | 581           | 655           |
| S <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | 32,1   | 29,9   | 18,8    | 63,2    | 20,8          | 34,5          |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 7 | 34,3   | 29,4   | 24,3    | 56,2    | 25,8          | 41,7          |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 7 | 81,0   | 84,3   | 72,0    | 89,5    | 72,5          | 88,0          |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 171    | 179    | 95,2    | 232     | 136           | 219           |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 107    | 82,2   | 52,4    | 208     | 52,9          | 158           |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 4708   | 4639   | 3980    | 5360    | 4051          | 5350          |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | < 0,2  | < 0,2  | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2         | < 0,2         |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 4,33   | 4,57   | 2,80    | 5,55    | 3,37          | 5,41          |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 4,64   | 4,54   | 2,71    | 6,42    | 3,64          | 5,91          |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 8864   | 8350   | 6131    | 11200   | 7675          | 11190         |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 240    | 197    | 67,9    | 809     | 74,2          | 224           |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 49,2   | 47,1   | 42,8    | 57,3    | 43,5          | 55,0          |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 6,60   | 6,80   | 5,23    | 8,01    | 5,29          | 7,55          |
| (Al+H) <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 7 | 111    | 124    | 79,2    | 128     | 92,5          | 127           |
| K <sub>VYM</sub> (mekv./kg)          | 7 | 1,08   | 1,10   | 0,79    | 1,25    | 0,90          | 1,24          |
| Ca <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 5,37   | 3,97   | 2,66    | 10,4    | 3,01          | 6,81          |
| Mg <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 8,72   | 7,06   | 5,25    | 14,7    | 5,47          | 13,0          |
| Na <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 0,27   | 0,27   | 0,22    | 0,36    | 0,22          | 0,31          |
| Mn <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 1,38   | 0,94   | 0,26    | 4,28    | 0,39          | 1,67          |
| Al <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 97,5   | 102    | 72,4    | 113     | 84,6          | 109           |
| Fe <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 6,15   | 6,82   | 1,55    | 9,81    | 2,71          | 9,74          |
| CEC (mekv./kg)                       | 7 | 127    | 135    | 96,5    | 153     | 105           | 145           |
| BS (%)                               | 7 | 12,2   | 11,7   | 7,08    | 17,9    | 8,26          | 17,3          |
| B <sub>CVYM</sub> /Al <sub>VYM</sub> | 7 | 0,16   | 0,14   | 0,09    | 0,24    | 0,10          | 0,24          |

### 7.1.3. Horizont minerální

Popisné statistiky – horizont minerální – kontrolní porosty (2021)

|                                  | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|----------------------------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| pH <sub>CaCl2</sub>              | 8 | 3,59   | 3,69   | 3,29    | 3,84    | 3,36          | 3,75          |
| pH <sub>H2O</sub>                | 8 | 4,13   | 4,18   | 3,87    | 4,39    | 3,91          | 4,32          |
| Vým. Acidita (mekv./kg)          | 8 | 104    | 91,6   | 75,2    | 160     | 83,2          | 122           |
| C <sub>OX</sub> (%)              | 8 | 1,38   | 1,74   | < 0,35  | 2,49    | < 0,35        | 2,27          |
| N (%)                            | 8 | 0,13   | 0,15   | 0,07    | 0,17    | 0,10          | 0,17          |
| C/N                              | 8 | 8,94   | 11,2   | 1,67    | 16,0    | 2,22          | 13,6          |
| Al <sub>III</sub> (mg/kg)        | 8 | 1623   | 1626   | 949     | 2146    | 1408          | 1911          |
| P <sub>III</sub> (mg/kg)         | 8 | --     | < 3,5  | < 3,5   | 24,4    | < 3,5         | 12,0          |
| K <sub>III</sub> (mg/kg)         | 8 | 35,7   | 37,4   | 22,9    | 45,2    | 29,8          | 41,7          |
| Ca <sub>III</sub> (mg/kg)        | 8 | < 30   | < 30   | < 30    | 49,9    | < 30          | 24,7          |
| Mg <sub>III</sub> (mg/kg)        | 8 | 13,8   | 14,0   | < 10    | 18,7    | 11,7          | 17,5          |
| B <sub>III</sub> (mg/kg)         | 8 | < 0,5  | < 0,5  | < 0,5   | < 0,5   | < 0,5         | < 0,5         |
| Fe <sub>III</sub> (mg/kg)        | 8 | 569    | 544    | 407     | 717     | 471           | 698           |
| SM <sub>III</sub> (mg/kg)        | 8 | 43,6   | 44,1   | 23,5    | 61,2    | 31,2          | 56,9          |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)         | 8 | 101    | 45,2   | 7,49    | 281     | 21,3          | 193           |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)         | 8 | 112    | 101    | 46,2    | 225     | 77,6          | 133           |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg)        | 8 | 412    | 397    | 53,3    | 816     | 127           | 690           |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg)        | 8 | 65,3   | 65,9   | 16,2    | 153     | 37,3          | 73,6          |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg)        | 8 | 4517   | 4488   | 1757    | 6032    | 3882          | 5805          |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg)        | 8 | < 0,2  | < 0,2  | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2         | < 0,2         |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg)        | 8 | 4,48   | 4,09   | 1,89    | 7,43    | 2,95          | 6,24          |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg)        | 8 | 4,42   | 4,43   | 1,42    | 6,52    | 3,06          | 6,24          |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg)        | 8 | 6754   | 6319   | 3855    | 10390   | 4879          | 8694          |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg)        | 8 | 204    | 155    | 33,8    | 632     | 58,2          | 271           |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg)        | 8 | 20,9   | 21,4   | 13,4    | 27,3    | 16,9          | 25,1          |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg)        | 8 | 13,7   | 12,8   | 3,17    | 22,5    | 7,73          | 21,5          |
| (Al+H) <sub>VYM</sub> (mekv./kg) | 8 | 60,8   | 54,1   | 31,1    | 112     | 45,1          | 72,5          |
| K <sub>VYM</sub> (mekv./kg)      | 8 | 0,65   | 0,65   | 0,32    | 0,95    | 0,55          | 0,75          |
| Ca <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 8 | --     | < 1,0  | < 1,0   | 3,04    | < 1,0         | 1,37          |
| Mg <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 8 | 0,85   | 0,92   | 0,47    | 0,95    | 0,82          | 0,95          |
| Na <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 8 | 0,14   | 0,15   | 0,08    | 0,17    | 0,13          | 0,16          |
| Mn <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 8 | 0,46   | 0,44   | < 0,1   | 1,23    | 0,18          | 0,57          |
| Al <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 8 | 58,0   | 50,8   | 30,2    | 107     | 45,1          | 67,4          |
| Fe <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 8 | 1,58   | 0,85   | < 0,3   | 4,36    | 0,43          | 2,78          |
| CEC (mekv./kg)                   | 8 | 63,7   | 56,7   | 35,5    | 114     | 47,8          | 75,4          |
| BS (%)                           | 8 | 5,45   | 4,42   | 2,56    | 12,3    | 3,86          | 6,11          |
| B <sub>CVYM/AlVYM</sub>          | 8 | 0,05   | 0,04   | 0,02    | 0,14    | 0,03          | 0,06          |

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

## Popisné statistiky – horizont minerální – vápněné porosty (pět let po vápnění, 2022)

|                                      | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|--------------------------------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| pH <sub>CaCl2</sub>                  | 7 | 3,72   | 3,75   | 3,34    | 3,93    | 3,55          | 3,90          |
| pH <sub>H2O</sub>                    | 7 | 4,31   | 4,36   | 3,99    | 4,54    | 4,13          | 4,46          |
| Vým. Acidita (mekv./kg)              | 7 | 123    | 134    | 87,2    | 181     | 93,6          | 137           |
| C <sub>OX</sub> (%)                  | 7 | 1,33   | 1,43   | < 0,35  | 1,96    | 1,15          | 1,70          |
| N (%)                                | 7 | 0,13   | 0,13   | 0,10    | 0,16    | 0,12          | 0,13          |
| C/N                                  | 7 | 10,6   | 11,9   | 1,75    | 15,6    | 7,19          | 14,8          |
| Al <sub>III</sub> (mg/kg)            | 7 | 1683   | 1730   | 1442    | 1862    | 1499          | 1820          |
| P <sub>III</sub> (mg/kg)             | 7 | < 3,5  | < 3,5  | < 3,5   | < 3,5   | < 3,5         | < 3,5         |
| K <sub>III</sub> (mg/kg)             | 7 | 40,2   | 40,4   | 37,0    | 43,9    | 37,0          | 43,3          |
| Ca <sub>III</sub> (mg/kg)            | 7 | 39,5   | 31,4   | < 30    | 67,1    | 30,3          | 64,3          |
| Mg <sub>III</sub> (mg/kg)            | 7 | 33,3   | 30,0   | 16,7    | 64,7    | 26,0          | 36,5          |
| B <sub>III</sub> (mg/kg)             | 7 | < 0,5  | < 0,5  | < 0,5   | < 0,5   | < 0,5         | < 0,5         |
| Fe <sub>III</sub> (mg/kg)            | 7 | 446    | 468    | 329     | 593     | 338           | 493           |
| SM <sub>III</sub> (mg/kg)            | 7 | 70,4   | 62,6   | 22,3    | 155     | 29,3          | 94,0          |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 7 | 26,8   | 21,7   | 15,6    | 47,8    | 17,5          | 41,3          |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 7 | 69,8   | 69,7   | 57,6    | 76,4    | 68,1          | 74,3          |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 99,7   | 104    | 61,8    | 145     | 65,4          | 118           |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 47,1   | 52,9   | 21,8    | 73,1    | 24,8          | 66,0          |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 4822   | 4946   | 3937    | 5367    | 4382          | 5271          |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | < 0,2  | < 0,2  | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2         | < 0,2         |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 4,20   | 3,87   | 3,19    | 5,29    | 3,25          | 5,11          |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 3,77   | 3,70   | 2,33    | 6,50    | 2,61          | 4,43          |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 7353   | 6421   | 5578    | 9679    | 6034          | 9237          |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 319    | 282    | 43,8    | 786     | 118           | 415           |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 25,0   | 25,8   | 16,0    | 32,1    | 19,5          | 29,4          |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 7,32   | 8,08   | 4,69    | 9,06    | 5,22          | 8,53          |
| (Al+H) <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 7 | 74,3   | 83,0   | 34,2    | 132     | 40,0          | 97,1          |
| K <sub>VYM</sub> (mekv./kg)          | 7 | 0,61   | 0,66   | 0,46    | 0,80    | 0,46          | 0,73          |
| Ca <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 1,78   | 1,35   | < 1,0   | 3,17    | 1,09          | 2,80          |
| Mg <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 2,50   | 2,05   | 1,13    | 4,96    | 1,84          | 2,79          |
| Na <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 0,20   | 0,20   | 0,12    | 0,29    | 0,19          | 0,21          |
| Mn <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 1,54   | 1,48   | 0,17    | 3,01    | 0,73          | 3,00          |
| Al <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 69,7   | 79,6   | 31,3    | 120     | 37,1          | 92,1          |
| Fe <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | --     | 0,60   | < 0,3   | 5,21    | < 0,3         | 1,15          |
| CEC (mekv./kg)                       | 7 | 79,3   | 87,3   | 38,3    | 136     | 45,7          | 103           |
| BS (%)                               | 7 | 7,44   | 5,60   | 3,50    | 12,5    | 4,88          | 10,8          |
| Bc <sub>VYM</sub> /Al <sub>VYM</sub> | 7 | 0,08   | 0,06   | 0,04    | 0,15    | 0,05          | 0,13          |

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

#### 7.1.4. Smrk ztepilý – jehlice běžného roku

Popisné statistiky – smrk ztepilý (jehlice běžného roku) – kontrolní porosty (2021)

|            | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| Al (mg/kg) | 8 | 88,3   | 87,8   | 72,1    | 104     | 79,1          | 98,0          |
| B (mg/kg)  | 8 | 15,4   | 15,5   | 9,70    | 19,3    | 13,4          | 18,1          |
| Ca (mg/kg) | 8 | 3796   | 3680   | 2360    | 5378    | 2883          | 4751          |
| Cd (mg/kg) | 8 | 0,06   | 0,05   | 0,03    | 0,14    | 0,04          | 0,08          |
| Cr (mg/kg) | 8 | 0,26   | 0,18   | 0,14    | 0,81    | 0,15          | 0,24          |
| Cu (mg/kg) | 8 | 2,07   | 2,08   | 1,84    | 2,25    | 2,03          | 2,13          |
| Fe (mg/kg) | 8 | 44,4   | 42,7   | 34,2    | 54,8    | 39,0          | 51,5          |
| K (mg/kg)  | 8 | 4216   | 4315   | 3407    | 4713    | 3923          | 4567          |
| Mg (mg/kg) | 8 | 909    | 879    | 677     | 1159    | 790           | 1050          |
| Mn (mg/kg) | 8 | 933    | 810    | 401     | 1657    | 540           | 1354          |
| N (%)      | 8 | 1,15   | 1,13   | 1,06    | 1,27    | 1,08          | 1,21          |
| Ni (mg/kg) | 8 | 1,27   | 1,16   | 0,72    | 1,95    | 0,94          | 1,64          |
| P (mg/kg)  | 8 | 1138   | 1109   | 880     | 1412    | 1027          | 1271          |
| Pb (mg/kg) | 8 | < 0,20 | < 0,20 | < 0,20  | 0,27    | < 0,20        | < 0,20        |
| S (mg/kg)  | 8 | 775    | 778    | 733     | 799     | 766           | 790           |
| Zn (mg/kg) | 8 | 27,8   | 27,8   | 19,6    | 38,8    | 21,2          | 33,1          |

Popisné statistiky – smrk ztepilý (jehlice běžného roku) – vápněné porosty (pět let po vápnění, 2022)

|            | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| Al (mg/kg) | 7 | 86,6   | 90,9   | 46,5    | 113     | 77,2          | 99,6          |
| B (mg/kg)  | 7 | 15,8   | 16,8   | 10,9    | 18,0    | 14,5          | 17,6          |
| Ca (mg/kg) | 7 | 3880   | 3638   | 3009    | 5413    | 3123          | 4761          |
| Cd (mg/kg) | 7 | 0,05   | 0,05   | 0,03    | 0,07    | 0,05          | 0,07          |
| Cr (mg/kg) | 7 | 0,19   | 0,20   | 0,13    | 0,23    | 0,17          | 0,20          |
| Cu (mg/kg) | 7 | 2,38   | 2,38   | 2,26    | 2,56    | 2,27          | 2,49          |
| Fe (mg/kg) | 7 | 44,8   | 46,8   | 30,0    | 54,1    | 42,1          | 49,7          |
| K (mg/kg)  | 7 | 4786   | 4738   | 4485    | 5391    | 4515          | 5033          |
| Mg (mg/kg) | 7 | 1294   | 1248   | 826     | 1782    | 1156          | 1532          |
| Mn (mg/kg) | 7 | 1047   | 1069   | 266     | 2179    | 392           | 1299          |
| N (%)      | 7 | 1,28   | 1,30   | 1,17    | 1,39    | 1,22          | 1,32          |
| Ni (mg/kg) | 7 | 1,23   | 1,22   | 0,28    | 2,37    | 0,60          | 1,71          |
| P (mg/kg)  | 7 | 1191   | 1160   | 1008    | 1343    | 1118          | 1298          |
| Pb (mg/kg) | 7 | 0,25   | 0,27   | < 0,20  | 0,34    | 0,21          | 0,32          |
| S (mg/kg)  | 7 | 887    | 888    | 805     | 1027    | 832           | 922           |
| Zn (mg/kg) | 7 | 33,9   | 37,3   | 24,7    | 40,6    | 27,3          | 39,0          |

### 7.1.5. Smrk ztepilý – jehlice předchozího roku

Popisné statistiky – smrk ztepilý (jehlice předchozího roku) – kontrolní porosty (2021)

|            | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| Al (mg/kg) | 8 | 126    | 128    | 97,8    | 160     | 112           | 134           |
| B (mg/kg)  | 8 | 15,0   | 16,3   | 7,18    | 20,5    | 10,6          | 19,2          |
| Ca (mg/kg) | 8 | 4792   | 5061   | 2638    | 7112    | 3574          | 5657          |
| Cd (mg/kg) | 8 | 0,05   | 0,04   | 0,03    | 0,11    | 0,03          | 0,06          |
| Cr (mg/kg) | 8 | 0,24   | 0,22   | 0,18    | 0,33    | 0,19          | 0,28          |
| Cu (mg/kg) | 8 | 1,49   | 1,41   | 1,13    | 1,97    | 1,22          | 1,78          |
| Fe (mg/kg) | 8 | 64,6   | 68,4   | 48,3    | 81,2    | 52,7          | 72,6          |
| K (mg/kg)  | 8 | 3785   | 3780   | 3171    | 4371    | 3426          | 4163          |
| Mg (mg/kg) | 8 | 742    | 723    | 501     | 1094    | 637           | 810           |
| Mn (mg/kg) | 8 | 1080   | 821    | 487     | 2051    | 615           | 1617          |
| N (%)      | 8 | 1,13   | 1,13   | 1,06    | 1,22    | 1,09          | 1,18          |
| Ni (mg/kg) | 8 | 0,90   | 0,76   | 0,54    | 1,38    | 0,64          | 1,24          |
| P (mg/kg)  | 8 | 1033   | 988    | 861     | 1284    | 912           | 1159          |
| Pb (mg/kg) | 8 | < 0,20 | < 0,20 | < 0,20  | 0,33    | < 0,20        | < 0,20        |
| S (mg/kg)  | 8 | 846    | 816    | 775     | 1060    | 791           | 858           |
| Zn (mg/kg) | 8 | 24,3   | 23,7   | 13,7    | 41,0    | 17,6          | 28,6          |

Popisné statistiky – smrk ztepilý (jehlice předchozího roku) – vápněné porosty (pět let po vápnění, 2022)

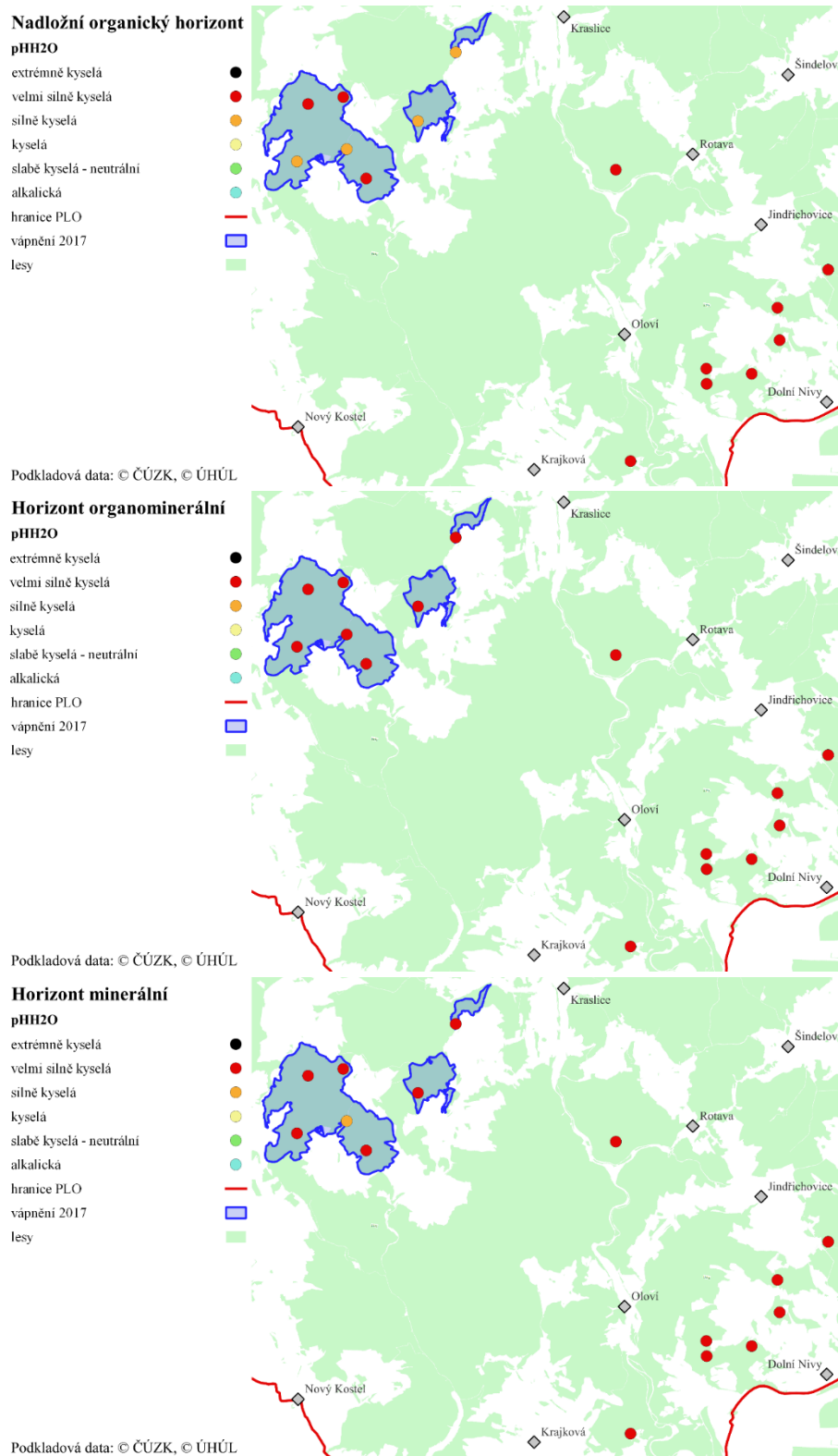
|            | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| Al (mg/kg) | 7 | 113    | 118    | 51,3    | 145     | 105           | 137           |
| B (mg/kg)  | 7 | 15,6   | 15,8   | 10,4    | 18,4    | 14,8          | 17,7          |
| Ca (mg/kg) | 7 | 5263   | 4712   | 3611    | 8157    | 3982          | 6290          |
| Cd (mg/kg) | 7 | 0,05   | 0,04   | 0,03    | 0,07    | 0,04          | 0,06          |
| Cr (mg/kg) | 7 | 0,22   | 0,23   | 0,13    | 0,29    | 0,16          | 0,25          |
| Cu (mg/kg) | 7 | 1,86   | 1,85   | 1,72    | 1,99    | 1,77          | 1,95          |
| Fe (mg/kg) | 7 | 55,1   | 54,7   | 32,3    | 70,3    | 50,1          | 67,7          |
| K (mg/kg)  | 7 | 3830   | 3663   | 3552    | 4456    | 3569          | 4112          |
| Mg (mg/kg) | 7 | 1335   | 1279   | 674     | 1911    | 1215          | 1618          |
| Mn (mg/kg) | 7 | 1401   | 1469   | 403     | 2705    | 520           | 1863          |
| N (%)      | 7 | 1,17   | 1,20   | 1,06    | 1,23    | 1,13          | 1,21          |
| Ni (mg/kg) | 7 | 0,96   | 0,85   | 0,24    | 1,82    | 0,50          | 1,26          |
| P (mg/kg)  | 7 | 998    | 982    | 864     | 1113    | 976           | 1062          |
| Pb (mg/kg) | 7 | --     | 0,33   | < 0,20  | 0,37    | < 0,20        | 0,34          |
| S (mg/kg)  | 7 | 851    | 831    | 805     | 930     | 809           | 889           |
| Zn (mg/kg) | 7 | 30,7   | 31,4   | 22,0    | 42,4    | 22,0          | 35,7          |

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

## 7.2. Kartogramy

### 7.2.1. $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$

Kartogramy hodnocení půdní reakce podle  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  v půdních horizontech pět let po vápnění (2022)



## 7.2.2. Vápník

Kartogramy obsahu extrahovatelného vápníku ( $\text{Ca}_{\text{dus}}$ ) v půdních horizontech pět let po vápnění (2022)

### Nadložní organický horizont

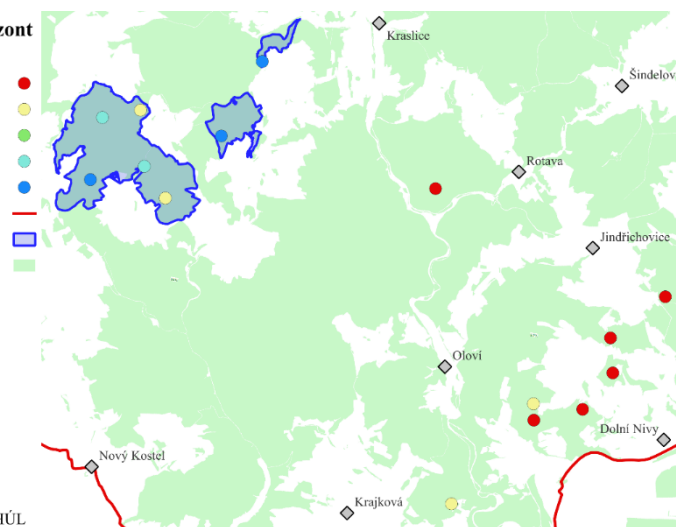
Obsah  $\text{Ca}_{\text{dus}}$  (mg/kg)

- ≤ 1450 (nedostatečný)
- 1451 - 2670 (nízký)
- 2671 - 4270 (vyhovující)
- 4271 - 6570 (vysoký)
- > 6570 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### Horizont organominerální

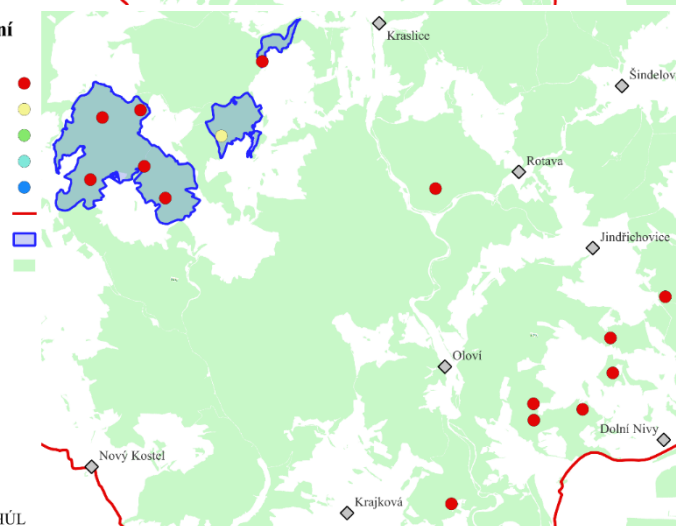
Obsah  $\text{Ca}_{\text{dus}}$  (mg/kg)

- ≤ 200 (nedostatečný)
- 201 - 650 (nízký)
- 651 - 1100 (vyhovující)
- 1101 - 1550 (vysoký)
- > 1550 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### Horizont minerální

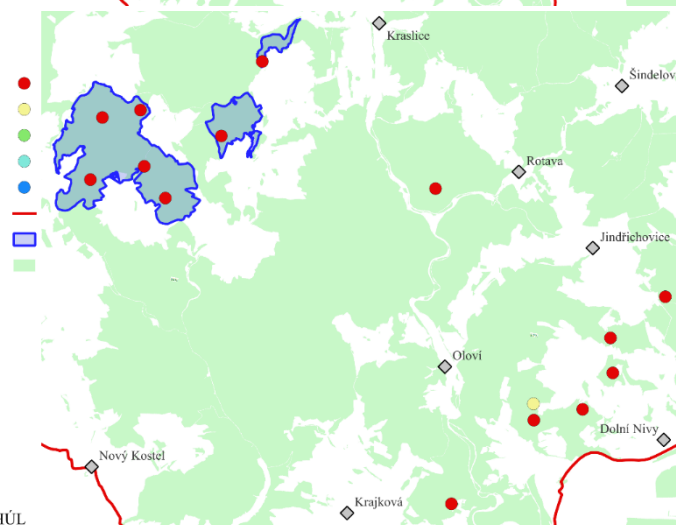
Obsah  $\text{Ca}_{\text{dus}}$  (mg/kg)

- ≤ 100 (nedostatečný)
- 101 - 350 (nízký)
- 351 - 600 (vyhovující)
- 601 - 850 (vysoký)
- > 850 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy

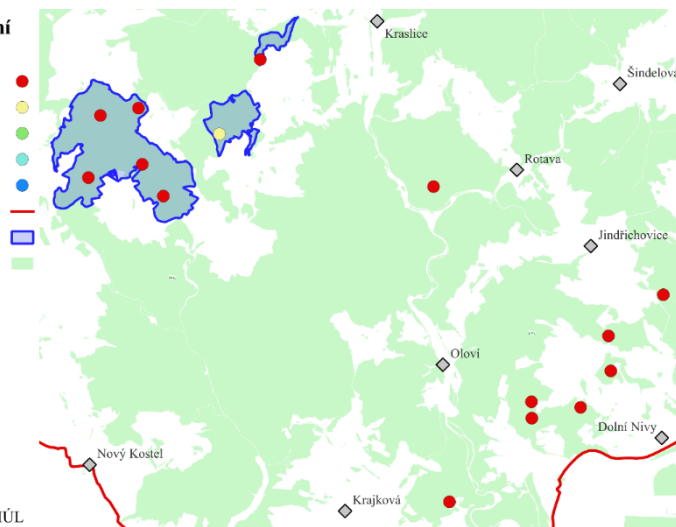


Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

## Kartogramy obsahu přístupného vápníku ( $\text{Ca}_{\text{MIII}}$ ) v půdních horizontech pět let po vápnění (2022)

### Horizont organominerální

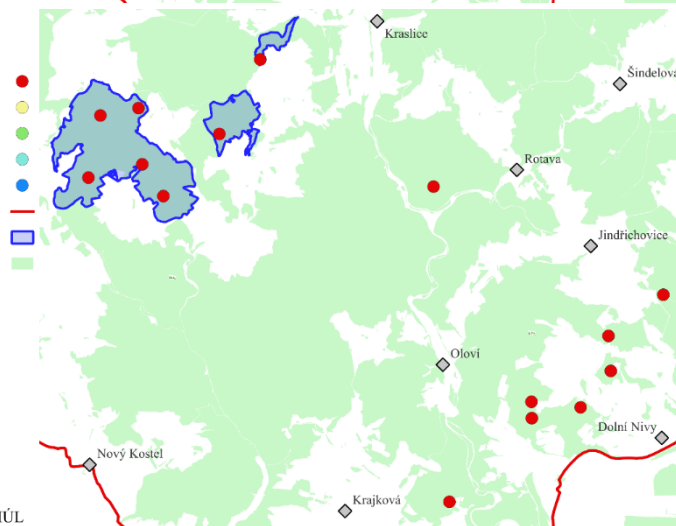
| Obsah $\text{Ca}_{\text{MIII}}$ (mg/kg) |                |
|-----------------------------------------|----------------|
| ≤ 150                                   | (nedostatečný) |
| 151 - 350                               | (nízký)        |
| 351 - 680                               | (vyhovující)   |
| 681 - 1270                              | (vysoký)       |
| > 1270                                  | (luxusní)      |
| hranice PLO                             |                |
| vápnění 2017                            |                |
| lesy                                    |                |



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### Horizont minerální

| Obsah $\text{Ca}_{\text{MIII}}$ (mg/kg) |                |
|-----------------------------------------|----------------|
| ≤ 90                                    | (nedostatečný) |
| 91 - 250                                | (nízký)        |
| 251 - 560                               | (vyhovující)   |
| 561 - 1120                              | (vysoký)       |
| > 1120                                  | (luxusní)      |
| hranice PLO                             |                |
| vápnění 2017                            |                |
| lesy                                    |                |



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

## Kartogramy obsahu výměnných kationtů vápníku ( $\text{Ca}_{\text{VYM}}$ ) v půdních horizontech pět let po vápnění (2022)

### Horizont organominerální

Obsah  $\text{Ca}_{\text{VYM}}$  (mekv./kg)

$\leq 2$

2,01 - 4

4,01 - 6

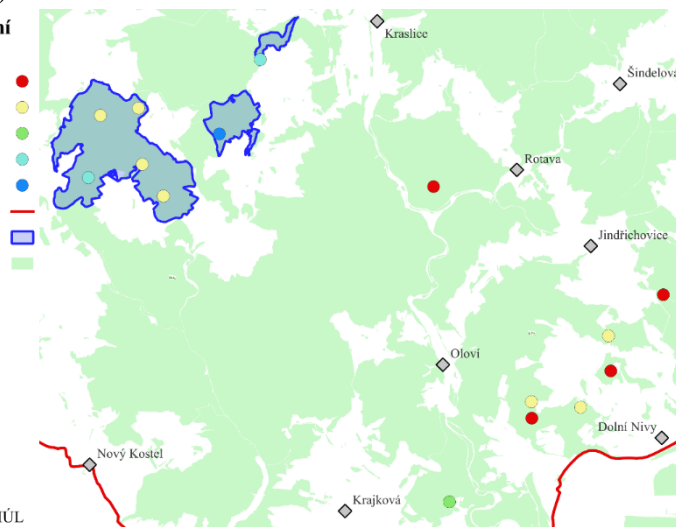
6,01 - 8

$> 8$

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### Horizont minerální

Obsah  $\text{Ca}_{\text{VYM}}$  (mekv./kg)

$\leq 1$

1,01 - 2

2,01 - 3

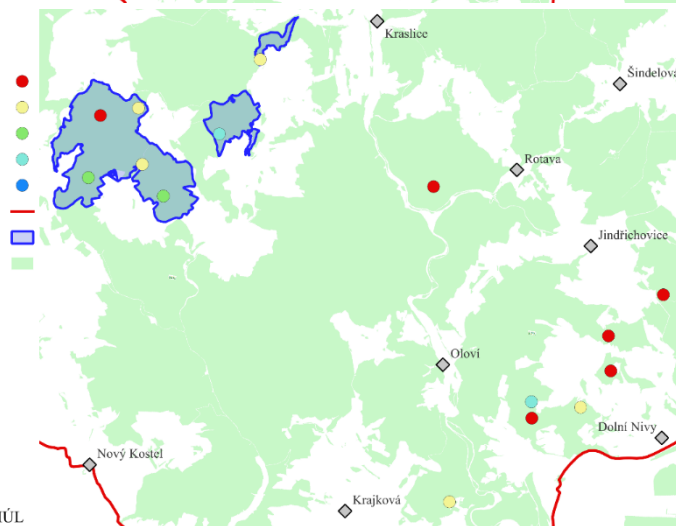
3,01 - 4

$> 4$

hranice PLO

vápnění 2017

lesy

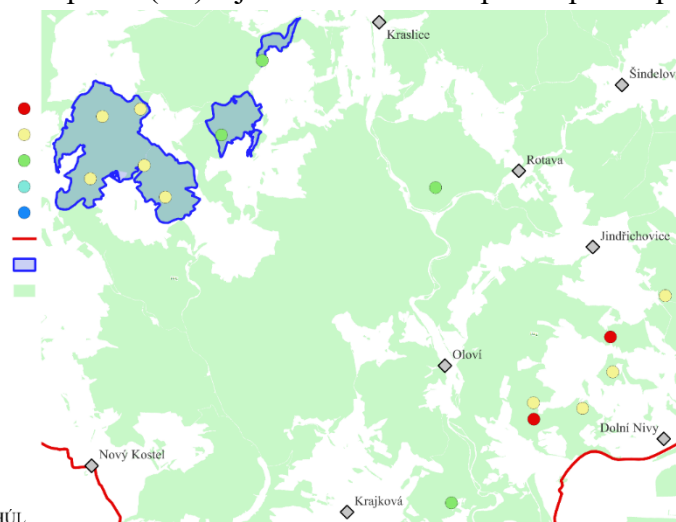


Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

## Kartogramy obsahu vápníku (Ca) v jehlicích smrku ztepilého pět let po vápnění (2022)

### Smrk ztepilý (jehlice běžného roku)

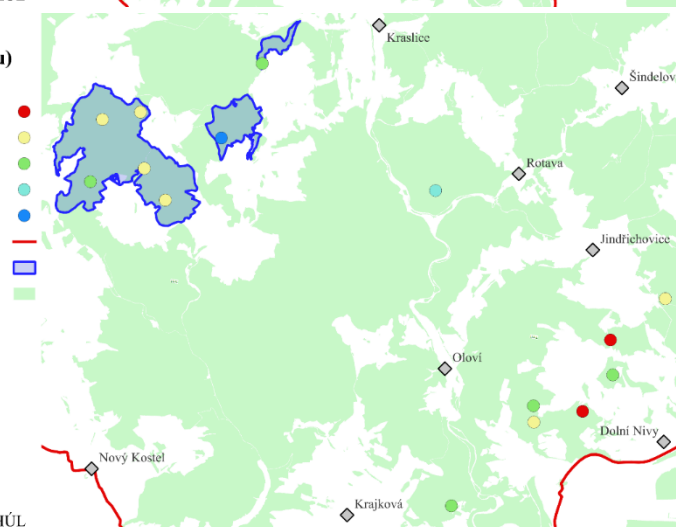
**Obsah Ca (mg/kg)**  
 ≤ 3000 (nedostatečný)  
 3001 - 4500 (nízký)  
 4501 - 6000 (vyhovující)  
 6001 - 7500 (vysoký)  
 > 7500 (luxusní)  
 hranice PLO  
 vápnění 2017  
 lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### Smrk ztepilý (jehlice předchozího roku)

**Obsah Ca (mg/kg)**  
 ≤ 3500 (nedostatečný)  
 3501 - 5000 (nízký)  
 5001 - 6500 (vyhovující)  
 6501 - 8000 (vysoký)  
 > 8000 (luxusní)  
 hranice PLO  
 vápnění 2017  
 lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### 7.2.3. Hořčík

Kartogramy obsahu extrahovatelného hořčíku ( $Mg_{\text{dus}}$ ) v půdních horizontech pět let po vápnění (2022)

#### Nadložní organický horizont

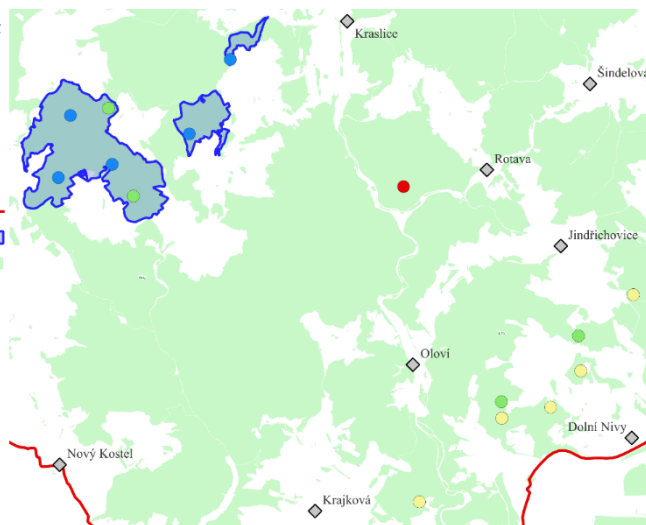
Obsah  $Mg_{\text{dus}}$  (mg/kg)

- ≤ 600 (nedostatečný)
- 601 - 1100 (nízký)
- 1101 - 1770 (vyhovující)
- 1771 - 2670 (vysoký)
- > 2670 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

#### Horizont organominerální

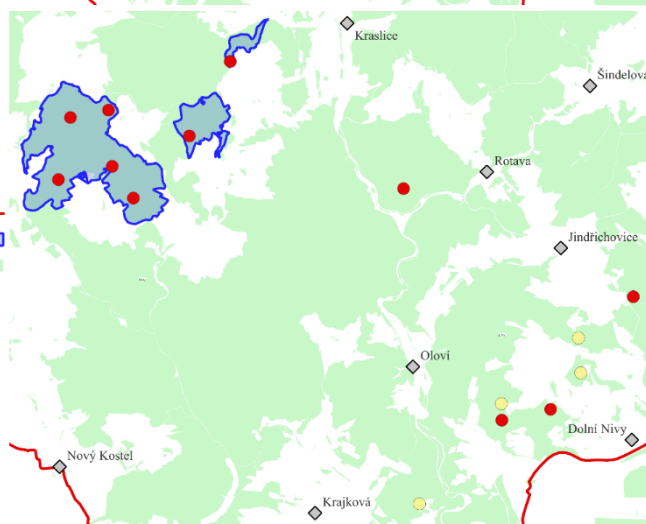
Obsah  $Mg_{\text{dus}}$  (mg/kg)

- ≤ 280 (nedostatečný)
- 281 - 810 (nízký)
- 811 - 1340 (vyhovující)
- 1341 - 1870 (vysoký)
- > 1870 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

#### Horizont minerální

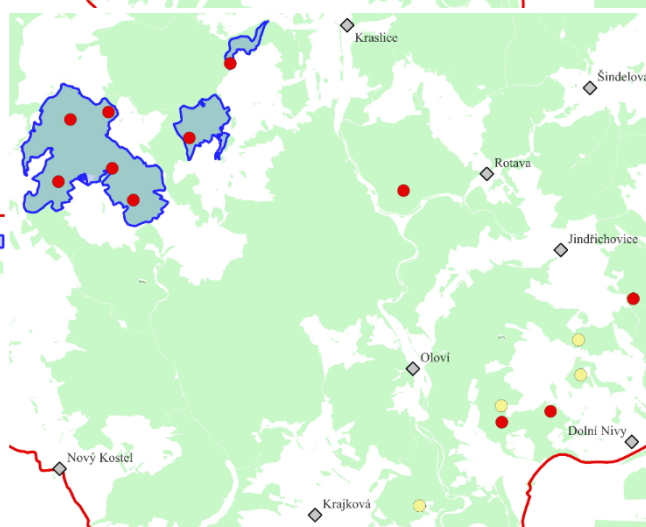
Obsah  $Mg_{\text{dus}}$  (mg/kg)

- ≤ 300 (nedostatečný)
- 301 - 840 (nízký)
- 841 - 1380 (vyhovující)
- 1381 - 1920 (vysoký)
- > 1920 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

## Kartogramy obsahu přístupného hořčíku ( $Mg_{MIII}$ ) v půdních horizontech pět let po vápnění (2022)

### Horizont organominerální

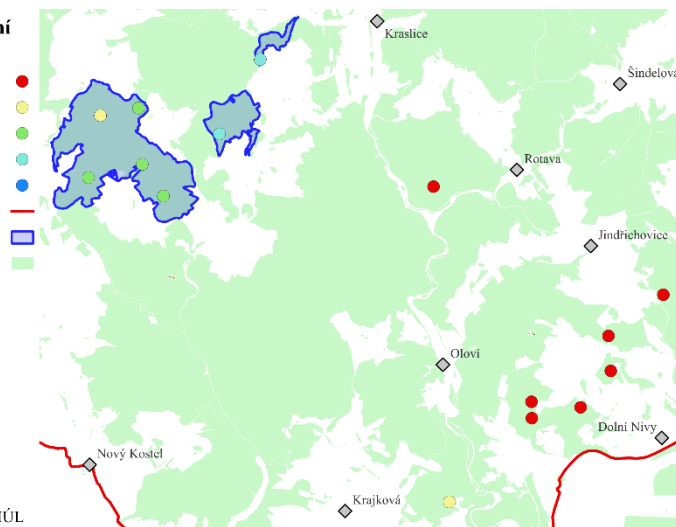
Obsah  $Mg_{MIII}$  (mg/kg)

|              |                |
|--------------|----------------|
| $\leq 35$    | (nedostatečný) |
| 35,01 - 65   | (nízký)        |
| 65,01 - 120  | (vyhovující)   |
| 120,01 - 220 | (vysoký)       |
| $> 220$      | (luxusní)      |

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### Horizont minerální

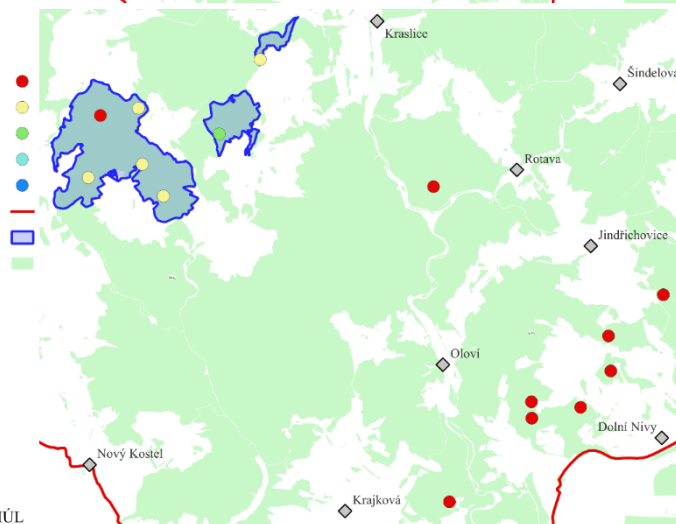
Obsah  $Mg_{MIII}$  (mg/kg)

|           |                |
|-----------|----------------|
| $\leq 20$ | (nedostatečný) |
| 21 - 40   | (nízký)        |
| 41 - 80   | (vyhovující)   |
| 81 - 140  | (vysoký)       |
| $> 140$   | (luxusní)      |

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

## Kartogramy obsahu výměnných kationtů hořčíku ( $Mg_{VYM}$ ) v půdních horizontech pět let po vápnění (2022)

### Horizont organominerální

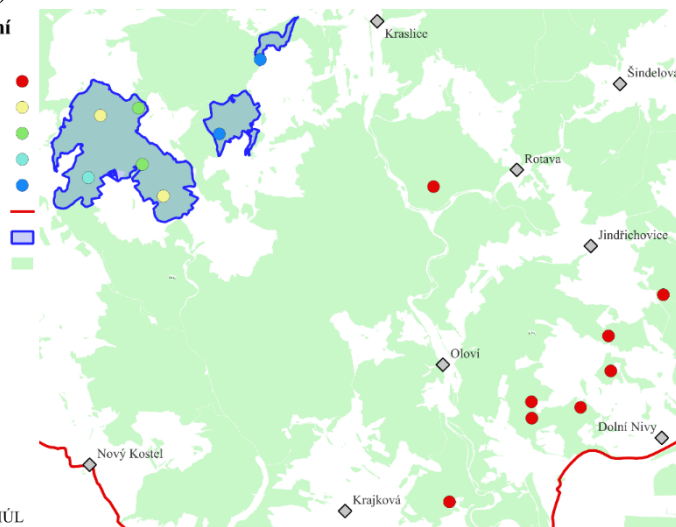
Obsah  $Mg_{VYM}$  (mekv./kg)

- ≤ 3
- 3,01 - 6
- 6,01 - 9
- 9,01 - 12
- > 12

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### Horizont minerální

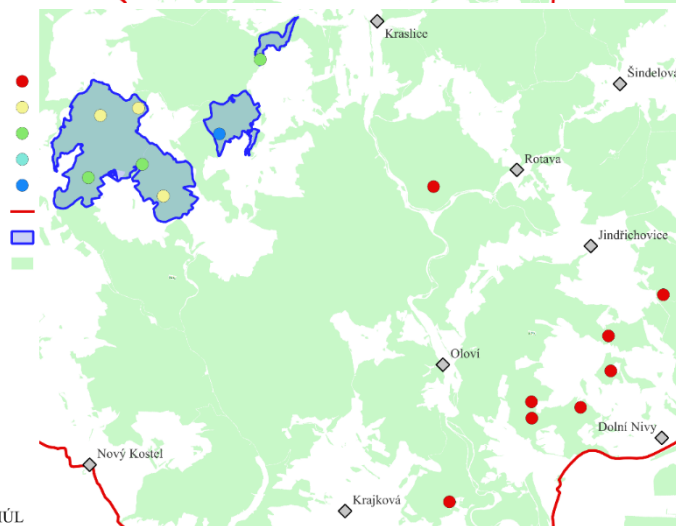
Obsah  $Mg_{VYM}$  (mekv./kg)

- ≤ 1
- 1,01 - 2
- 2,01 - 3
- 3,01 - 4
- > 4

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

## Kartogramy obsahu hořčíku (Mg) v jehlicích smrku ztepilého pět let po vápnění (2022)

### Smrk ztepilý (jehlice běžného roku)

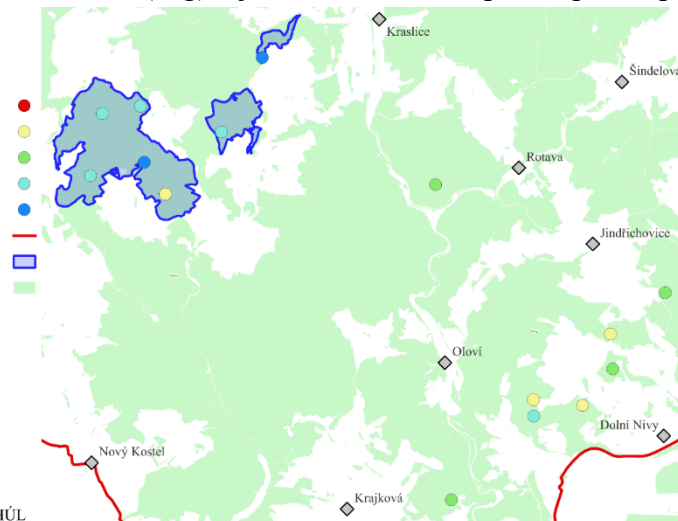
#### Obsah Mg (mg/kg)

- ≤ 600 (nedostatečný)
- 601 - 850 (nízký)
- 851 - 1100 (vyhovující)
- 1101 - 1350 (vysoký)
- > 1350 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### Smrk ztepilý (jehlice předchozího roku)

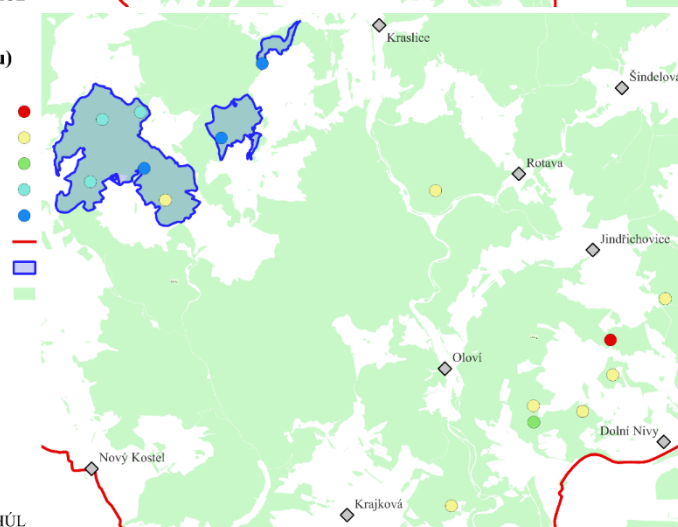
#### Obsah Mg (mg/kg)

- ≤ 600 (nedostatečný)
- 601 - 850 (nízký)
- 851 - 1100 (vyhovující)
- 1101 - 1350 (vysoký)
- > 1350 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### 7.2.3. Draslík

Kartogramy obsahu extrahovatelného draslíku ( $K_{\text{dus}}$ ) v půdních horizontech pět let po vápnění (2022)

#### Nadložní organický horizont

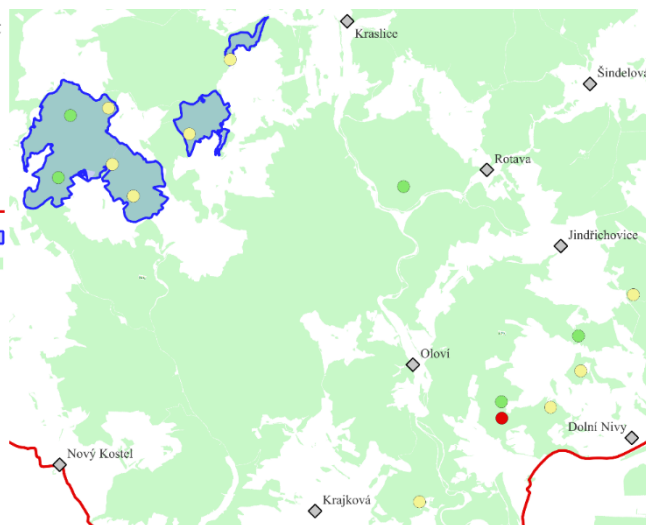
Obsah  $K_{\text{dus}}$  (mg/kg)

- ≤ 770 (nedostatečný)
- 771 - 1260 (nízký)
- 1261 - 1770 (vyhovující)
- 1771 - 2240 (vysoký)
- > 2240 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

#### Horizont organominerální

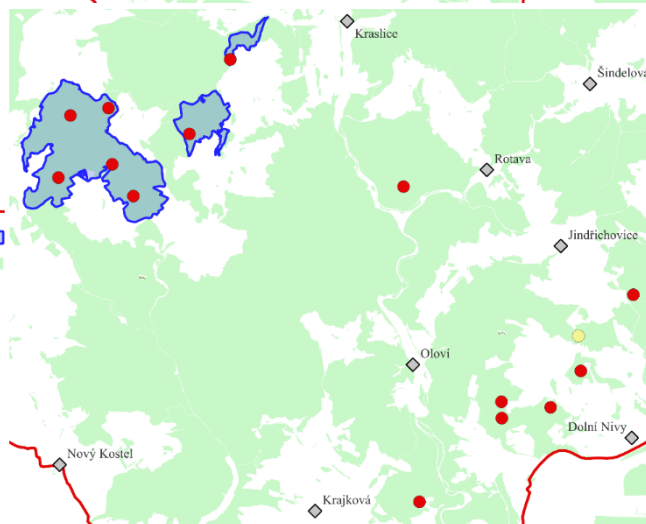
Obsah  $K_{\text{dus}}$  (mg/kg)

- ≤ 170 (nedostatečný)
- 171 - 330 (nízký)
- 331 - 490 (vyhovující)
- 491 - 650 (vysoký)
- > 650 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

#### Horizont minerální

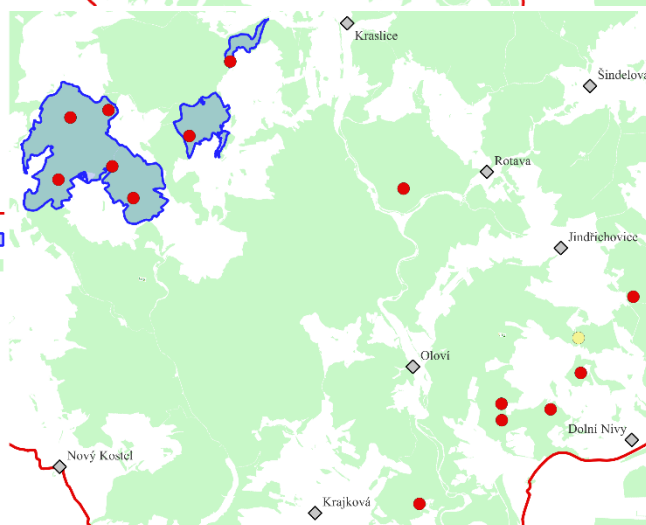
Obsah  $K_{\text{dus}}$  (mg/kg)

- ≤ 150 (nedostatečný)
- 151 - 340 (nízký)
- 341 - 530 (vyhovující)
- 531 - 720 (vysoký)
- > 720 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

## Kartogramy obsahu přístupného draslíku ( $K_{MIII}$ ) v půdních horizontech pět let po vápnění (2022)

### Horizont organominerální

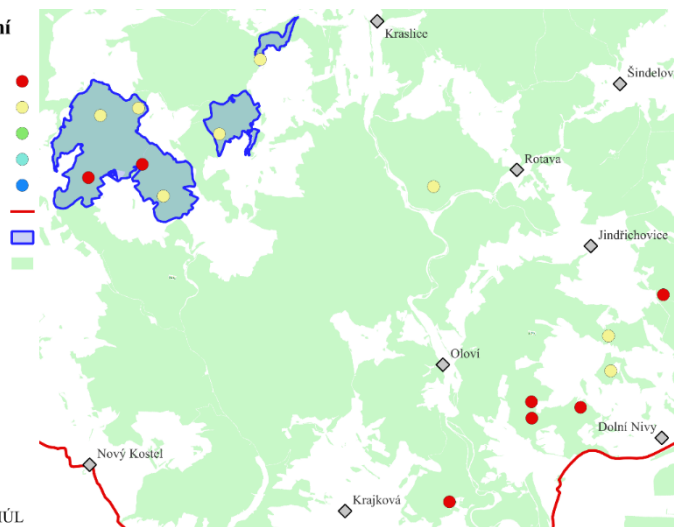
Obsah  $K_{MIII}$  (mg/kg)

- ≤ 50 (nedostatečný)
- 51 - 80 (nízký)
- 81 - 110 (vyhovující)
- 111 - 160 (vysoký)
- > 160 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### Horizont minerální

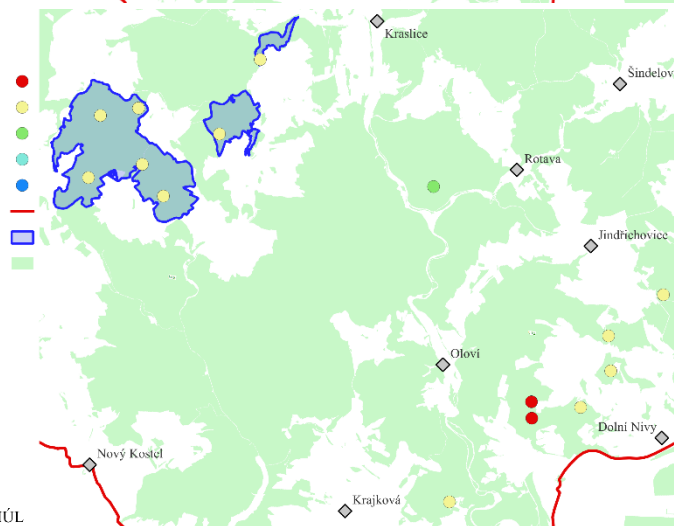
Obsah  $K_{MIII}$  (mg/kg)

- ≤ 30 (nedostatečný)
- 30,1 - 45 (nízký)
- 45,1 - 60 (vyhovující)
- 60,1 - 90 (vysoký)
- > 90 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

## Kartogramy obsahu výměnných kationtů draslíku ( $K_{VYM}$ ) v půdních horizontech pět let po vápnění (2022)

### Horizont organominerální

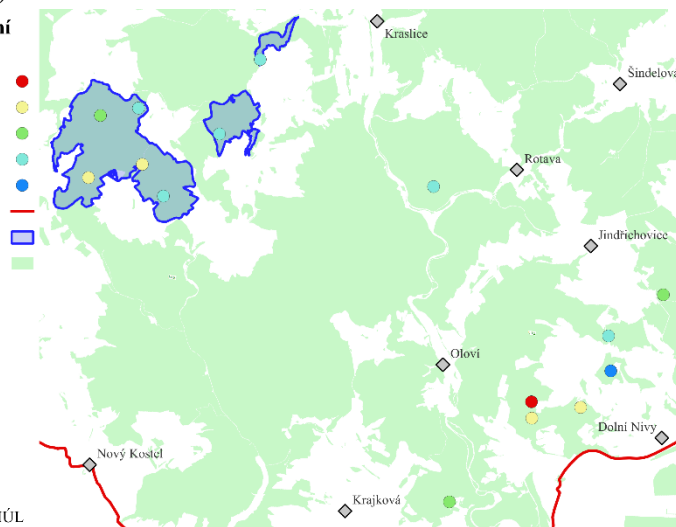
Obsah  $K_{VYM}$  (mekv./kg)

- $\leq 0,7$  (nedostatečný)
- 0,701 - 0,9 (nízký)
- 0,901 - 1,1 (vyhovující)
- 1,101 - 1,3 (vysoký)
- $> 1,3$  (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### Horizont minerální

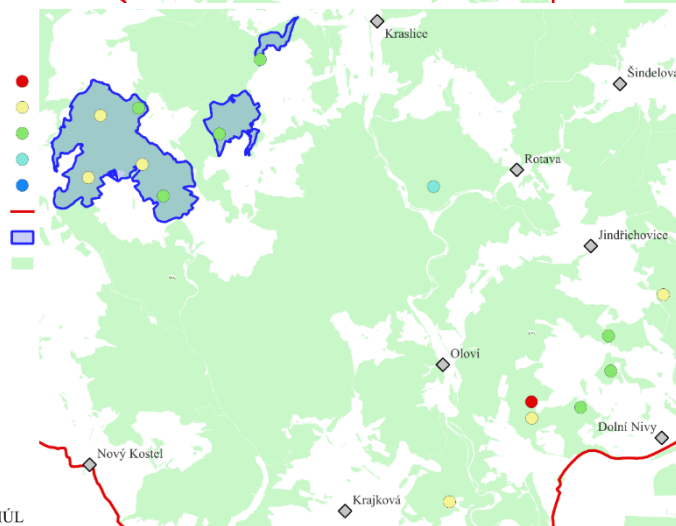
Obsah  $K_{VYM}$  (mekv./kg)

- $\leq 0,4$
- 0,41 - 0,6
- 0,61 - 0,8
- 0,81 - 1,0
- $> 1,0$

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

## Kartogramy obsahu draslíku (K) v jehlicích smrku ztepilého pět let po vápnění (2022)

### Smrk ztepilý (jehlice běžného roku)

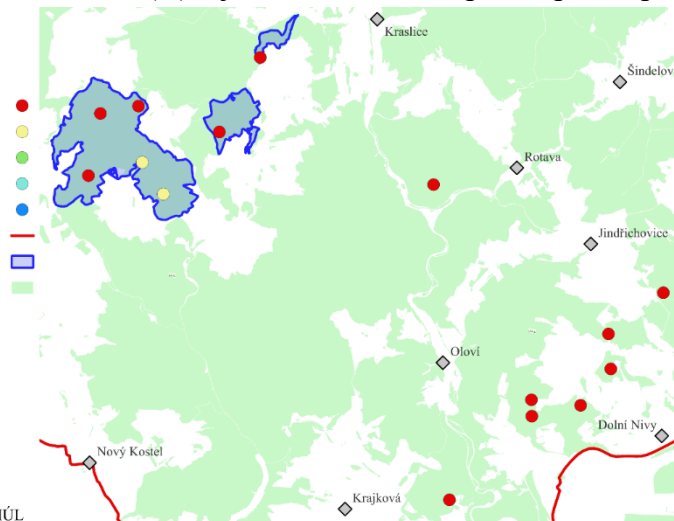
Obsah K (mg/kg)

- ≤ 5000 (nedostatečný)
- 5001 - 6000 (nízký)
- 6001 - 7000 (vyhovující)
- 7001 - 8000 (vysoký)
- > 8000 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL

### Smrk ztepilý (jehlice předchozího roku)

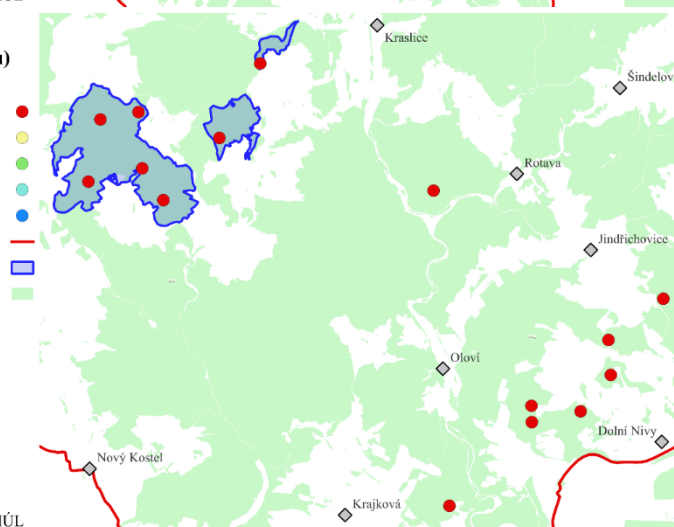
Obsah K (mg/kg)

- ≤ 5000 (nedostatečný)
- 5001 - 6000 (nízký)
- 6001 - 7000 (vyhovující)
- 7001 - 8000 (vysoký)
- > 8000 (luxusní)

hranice PLO

vápnění 2017

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © ÚHÚL