

**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  
„Cínovec 1A“  
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



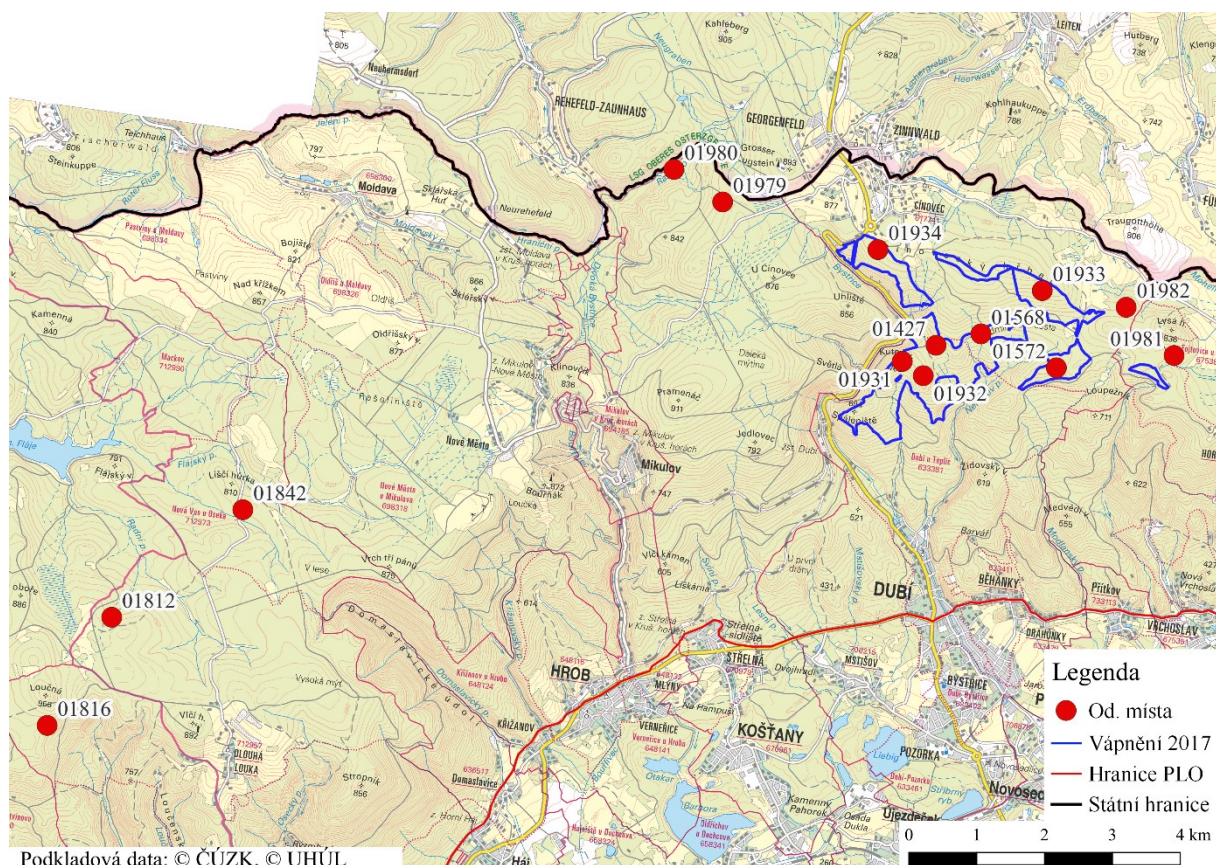
## Obsah

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <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 <i>Nadložní materiál</i> .....                                      | 10        |
| 4.1.2 <i>Uhlík a dusík</i> .....                                          | 10        |
| 4.1.3 <i>Půdní chemická reakce</i> .....                                  | 11        |
| 4.1.4 <i>Fosfor</i> .....                                                 | 12        |
| 4.1.5 <i>Draslík</i> .....                                                | 13        |
| 4.1.6 <i>Vápník</i> .....                                                 | 14        |
| 4.1.7 <i>Hořčík</i> .....                                                 | 15        |
| 4.1.8 <i>Kadmium</i> .....                                                | 17        |
| 4.1.9 <i>Hliník, bór, chróm, měď, železo, mangan, olovo a zinek</i> ..... | 17        |
| 4.1.10 <i>Půdní sorpční komplex</i> .....                                 | 18        |
| <b>4.2. Hodnocení obsahu prvků v jehlicích smrku ztepilého .....</b>      | <b>21</b> |
| 4.2.1 <i>Dusík</i> .....                                                  | 22        |
| 4.2.2 <i>Fosfor</i> .....                                                 | 22        |
| 4.2.3 <i>Draslík</i> .....                                                | 23        |
| 4.2.4 <i>Vápník</i> .....                                                 | 23        |
| 4.2.5 <i>Hořčík</i> .....                                                 | 24        |
| 4.2.6 <i>Železo</i> .....                                                 | 24        |
| 4.2.7 <i>Síra</i> .....                                                   | 25        |
| 4.2.8 <i>Zinek</i> .....                                                  | 25        |
| 4.2.9 <i>Bor</i> .....                                                    | 25        |
| <b>5. ZÁVĚR .....</b>                                                     | <b>26</b> |
| <b>6. LITERATURA .....</b>                                                | <b>27</b> |
| <b>7. PŘÍLOHY .....</b>                                                   | <b>28</b> |
| <b>7.1. Popisné statistiky .....</b>                                      | <b>28</b> |
| 7.1.1 <i>Nadložní organický horizont</i> .....                            | 28        |
| 7.1.2 <i>Horizont organominerální</i> .....                               | 30        |
| 7.1.3 <i>Horizont minerální</i> .....                                     | 32        |
| 7.1.4 <i>Smrk ztepilý – jehlice běžného roku</i> .....                    | 34        |
| 7.1.5 <i>Smrk ztepilý – jehlice předchozího roku</i> .....                | 35        |
| <b>7.2. Kartogramy .....</b>                                              | <b>36</b> |
| 7.2.1 <i>pH<sub>H2O</sub></i> .....                                       | 36        |
| 7.2.2 <i>Vápník</i> .....                                                 | 37        |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>7.2.3. Hořčík .....</b> | <b>41</b> |
|----------------------------|-----------|

## 1. ÚVOD

Ke kontrole účinnosti vápnění po pěti letech od aplikace byly použity výsledky ze sedmi porostů povápněných v roce 2017 a ze sedmi porostů kontrolních (nevápněných). Vzorky z vápněných porostů byly odebrány v letech 2017, 2019 a 2022, vzorky z kontrolních porostů v letech 2017, 2018, 2019, 2020 a 2022. Vápnění v této lokalitě probíhalo opakovaně. Z dostupných databází vyplývá, že porosty na odběrných místech 01568, 01572 a 01933 byly povápněny i v roce 2001.



Obr. 1: Umístění odběrných míst

## 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 významných rozdílů mezi vápněnými a kontrolními porosty bylo použito schéma uvedené v tabulce 1.

Tab. 1: Hodnocení statistických významných rozdílů v datech

|        |           |         | Porost  |      |      |           |         |      |
|--------|-----------|---------|---------|------|------|-----------|---------|------|
|        |           |         | Vápněný |      |      | Kontrolní |         |      |
|        |           |         | 2017    | 2019 | 2022 | 2017/18   | 2019/20 | 2022 |
| Porost | Vápněný   | 2017    |         | Ano  | Ano  | Ano       |         |      |
|        |           | 2019    | Ano     |      | Ano  |           | Ano     |      |
|        |           | 2022    | Ano     | Ano  |      |           |         | Ano  |
|        | Kontrolní | 2017/18 | Ano     |      |      |           | Ano     | Ano  |
|        |           | 2019/20 |         | Ano  |      | Ano       |         | Ano  |
|        |           | 2022    |         |      | Ano  | Ano       | Ano     |      |

### 3. POPIS ODBĚRNÝCH MÍST

Jako vápněné byly pro vzorkování vybrány porosty s převahou jehličnatých dřevin (SM a MD), doplněné o porosty náhradních dřevin s převahou BR a JR. Porosty se nachází v 5. – 7. lesním vegetačním stupni převážně na edafické kategorii K – kyselá, přibližně ve věku 30 – 60 let.

Jako kontrolní byly převážně vybrány jehličnaté porosty s vyšším zastoupením smrku ztepilého a příměsí ostatních dřevin (BO, BK, JR, BR, KL). Většina těchto porostů se nachází na edafické kategorii K – kyselá, dále také M – chudá, G – středně bohatá, v 6. – 7. lesním vegetačním stupni a jsou přibližně ve věku 20 až 60 let.

Tab. 2: Seznam odběrných míst

| Vápněná   | Vlastník        | Por.sk.             | Zastoupení dřevin  | Věk porostu | Lesní typ | Hospodářský soubor |
|-----------|-----------------|---------------------|--------------------|-------------|-----------|--------------------|
| 01427     | LČR LS Litvínov | 620B <sub>4</sub>   | MD 100, BK +, BR + | 37          | 6S1       | 544                |
| 01568     | LČR LS Litvínov | 618E <sub>4/2</sub> | SM 100             | 32          | 5K1       | 501                |
| 01572     | LČR LS Litvínov | 617C <sub>3</sub>   | SM 100             | 25          | 6K5       |                    |
| 01931     | LČR LS Litvínov | 621B <sub>5</sub>   | MD 68, SM 32       | 42          | 6K1       | 524                |
| 01932     | LČR LS Litvínov | 620A <sub>4</sub>   | BR 77, SM 23       | 36          | 5K1       | 524                |
| 01933     | LČR LS Litvínov | 609A <sub>3a</sub>  | SM 80, MD 20       | 24          | 7K5       | 721                |
| 01934     | LČR LS Litvínov | 601C <sub>6</sub>   | JR 100, SM +       | 57          | 6K5       | 721                |
| Kontrolní | Vlastník        | Por.sk.             | Zastoupení dřevin  | Věk porostu | Lesní typ | Hospodářský soubor |
| 01812     | LČR LS Litvínov | 317B <sub>1</sub>   | SM 100, SMP +      | 8           | 7K5       | 721                |
| 01816     | LČR LS Litvínov | 328B <sub>4</sub>   | SM 50, JR 47, BK 3 | 38          | 6K5       | 724                |
| 01842     | LČR LS Litvínov | 312R <sub>2</sub>   | SM 100             | 20          | 7K7       | 721                |
| 01979     | LČR LS Litvínov | 509D <sub>2</sub>   | SM 100, BR +       | 17          | 7K5       | 721                |
| 01980     | LČR LS Litvínov | 508C <sub>3/1</sub> | SM 80, BK 20       | 15          | 7G2       | 531                |
| 01981     | LČR LS Litvínov | 611E <sub>3</sub>   | SM 90, BO 10       | 26          | 6M1       | 722                |
| 01982     | LČR LS Litvínov | 612A <sub>6</sub>   | SM 90, KL 10       | 56          | 6K5       | 521                |

Tab. 3: Popis půdního prostředí šetřených stanovišť

| Vápněná          | nadložní horizont                                                       | organominerální horizont                                                                                         | minerální horizont                                                                    |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 01427            | Travnatý drn, dominuje F, filcovitý, přechod ostrý                      | 7.5YR6/6, narůžovělá, místy vybělená, rH, hrudkovitá, sypká                                                      | 7.5YR6/8, růžová, rPH, dospod vazká                                                   |
| 01568            | Dominuje F, H vyvinut, filcovitý, přechod ostrý                         | 7.5YR2.5/2, hnědá humózní, dospod vybělená, sypká, kyprá, hrP místy až J, místy redukční horizont                | 5YR4/6, rezavě hnědá, hP, hrudkovitá, kyprá, drobná, místy redukční horizont          |
| 01572            | Jehličnatý opad, H vyvinut, dominuje F, filcovitý, přechod ostrý        | 7.5YR4/4, hnědá, místy shora silně humózní, vybělená, rH, drobná až sypká                                        | 7.5YR6/8, světle hnědá rezavá, hrudkovitá soudržná, hP                                |
| 01931            | Travnatý drn, dominuje H, filcovitý, přechod hladký                     | 7.5YR4/3, hnědá, R, krupnatá, drobná                                                                             | 7.5YR4/4, světle hnědá až žlutavá, R, hrudkovitá, sypká                               |
| 01932            | Mělký travnatý drn, převládá H                                          | 7.5YR2.5/2, tmavě hnědá, mírně humózní, R, krupnatá až hrudkovitá, sypká až kyprá                                | 7.5YR4/4, světle hnědá, hrudkovitá, sypká, R                                          |
| 01933            | Jehličnatý opad, místy mělký, místy výrazný, F filcovitý, přechod ostrý | 7.5YR5/2, hnědá, humózní, rH, hrudkovitá, sypká až kyprá                                                         | Rezivá, hP, hranolovitá, soudržná                                                     |
| 01934            | Travnatý drn, místy mocné H, přechod ostrý                              | 7.5YR4/2, tmavě šedá, slabě humózní, místy zcela vybělená, R, drobná                                             | 7.5YR4/4, rezivá, hP, vazká                                                           |
| <b>Kontrolní</b> | <b>nadložní horizont</b>                                                | <b>organominerální horizont</b>                                                                                  | <b>minerální horizont</b>                                                             |
| 01812            | Dominuje H, filcovitý, přechod ostrý                                    | 7.5YR5/2, tmavě hnědá, místy šedá, redukční horizont, přechází do rezivého, pH, hrubě hranolovitá, drobná, kyprá | 7.5YR5/6, rezivá, pH, hrudkovitá, soudržná                                            |
| 01816            | F filcovitý, H krémovitý, záteky, přechod hladký                        | 7.5YR2.5/2, kávové hnědá, přechod do rezivé, hP, drobná                                                          | 7.5YR4/4, hnědá, narezavělá, vespod žlutavá, H, sypká                                 |
| 01842            | Mulová forma, slabě vytvořený filcovitý, přechod hladký                 | 7.5YR3/2, hnědá, rH, shora hrudkovitá níže krupnatá, sypká                                                       | 7.5YR4/2, hnědá, ve spod místy rezivá 7.5YR5/6, rH, krupnatá-droptovitá, sypká-drobná |
| 01979            | Filcovitý, silně prokořeněná, převládá H, moder                         | Tmavě hnědá, pH, vespod vybělená, krupnatá, sypká                                                                | Světle hnědá, místy vybělená nebo rezivá, krupnatá, sypká, mírně vlhká, jH            |
| 01980            | Filcovitý, převládá H, přechod ostrý                                    | 7.5YR7/1, šedá, místy narůžovělá, hP, mírně vlhká, drobtovitá, drobná až soudržná                                | 5YR6/3, tmavě hnědá, místy vybělená nebo rezivá, pH, soudržná, vazká                  |
| 01981            | Filcovitý, vytvořeno F, H pomístně, přechod nepravidelný                | 7.5YR4/1, tmavě šedá, R, mírně vlhká, humózní                                                                    | 7.5YR3/1, šedohnědá, pH, mírně vlhká, hranolovitá, soudržná                           |
| 01982            | Filcovitý, převládá F, nepravidelný přechod                             | 7.5YR2.5/1, tmavě šedá až černá, R, mírně vlhká, sypká, drobtovitá                                               | 5YR4/6, rezivá, místy E horizont, hP, hrudkovitá, sypká až soudržná                   |

Tab.4: Hodnocení shody mocnosti vzorkovaných půdních horizontů

| Mocnost horizontů vzorkovaných v roce 2017 až 2022 |                    |         |      |                 |         |      |           |         |      |
|----------------------------------------------------|--------------------|---------|------|-----------------|---------|------|-----------|---------|------|
| Odběrné místo                                      | Nadložní organický |         |      | Organominerální |         |      | Minerální |         |      |
| Vápněná                                            |                    |         |      |                 |         |      |           |         |      |
|                                                    | 2017               | 2019    | 2022 | 2017            | 2019    | 2022 | 2017      | 2019    | 2022 |
| 01427                                              | 9                  | 8       | 10   | 6               | 13      | 12   | 29        | 10      | 8    |
| 01568                                              | 9                  | 8       | 6    | 7               | 15      | 8    | 28        | 11      | 10   |
| 01572                                              | 7                  | 9       | 4    | 6               | 18      | 15   | 29        | 12      | 12   |
| 01931                                              | 9                  | 9       | 6    | 5               | 10      | 10   | 30        | 9       | 5    |
| 01932                                              | 8                  | 6       | 5    | 5               | 9       | 10   | 30        | 12      | 10   |
| 01933                                              | 9                  | 10      | 10   | 8               | 18      | 14   | 27        | 12      | 5    |
| 01934                                              | 10                 | 8       | 7    | 12              | 14      | 12   | 23        | 13      |      |
| průměr                                             | 8,7                | 8,3     | 6,9  | 7,0             | 13,9    | 11,6 | 28,0      | 11,3    | 8,3  |
| Kontrolní                                          |                    |         |      |                 |         |      |           |         |      |
|                                                    | 2017/18            | 2019/20 | 2022 | 2017/18         | 2019/20 | 2022 | 2017/18   | 2019/20 | 2022 |
| 01812                                              | 6                  | 5       | 5    | 15              | 9       | 15   | 25        | 9       | 10   |
| 01816                                              | 14                 | 12      | 8    | 18              | 13      | 8    | 22        | 11      |      |
| 01842                                              | 2                  | 2       | 1    | 24              | 21      | 28   | 10        | 10      | 10   |
| 01979                                              | 14                 | 11      | 11   | 10              | 7       | 7    | 8         | 4       | 4    |
| 01980                                              | 10                 | 10      | 9    | 15              | 11      | 7    | 10        | 7       | 10   |
| 01981                                              | 5                  | 3       | 3    | 15              | 33      | 6    | 9         | 8       | 14   |
| 01982                                              | 5                  | 4       | 3    | 13              | 21      | 20   | 9         | 11      | 8    |
| průměr                                             | 8,0                | 6,7     | 5,7  | 15,7            | 16,4    | 13   | 13,3      | 8,6     | 9,3  |

Na vápněných místech jsou zřetelné rozdíly v odebíraných mocnostech organominerálních i minerálních horizontů. V roce 2017 byl směsný vzorek organominerálního horizontu odebíráno o průměrné mocnosti 7,0 cm a u minerálního 28,0 cm. V následujících letech (2019 a 2022) byla vzorkována vyšší mocnost organominerálních horizontů a nižší mocnost minerálních horizontů.

Na kontrolních stanovištích nejsou rozdíly v mocnostech vzorkovaných horizontů tak výrazné.

## 4. VÝSLEDKY

### 4.1. Půda

#### 4.1.1 Nadložní materiál

V množství nadložního organického materiálu není zaznamenána žádná významná změna (Tab. 5). Nedochozí tedy nežádoucím rychlému snížení organického podílu v důsledku vápnění.

Tab. 5: průměrné množství nadložního organického materiálu na vápněných a kontrolních stanovištích

| Horizont | Vápněná stanoviště |      |      | Kontrolní stanoviště |         |      |
|----------|--------------------|------|------|----------------------|---------|------|
|          | 2017               | 2019 | 2022 | 2017/18              | 2019/20 | 2022 |
| (F+H)    | 128                | 131  | 113  | 82                   | 125     | 113  |

#### 4.1.2. Uhlík a dusík

Na vápněných (Tab. 6) i kontrolních (Tab. 7) stanovištích je v nadložním organickém horizontu (F+H) pozorován plynulý úbytek spalitelného podílu uhlíku. Významné snížení obsahu  $C_{ox}$  v minerálních horizontech vápněných i kontrolních ploch v roce 2019 připisujeme vyšší mocnosti – tedy většímu množství vzorkované zeminy a tím menším podílem  $C_{ox}$ . Po pěti letech od vápnění je tato hodnota vyrovnána do původní výše. Jelikož je uvedený trend ve změnách obsahu  $C_{ox}$  popsán na vápněných i kontrolních stanovištích nelze jej jednoznačně spojovat s účinky vápnění.

Tab. 6: Spalitelný uhlík ( $C_{ox}$ ), celkový dusík ( $N_{tot}$ ) a poměr C/N (průměr, plochy vápněné)

|                | $C_{ox}$ (%) |      |      | $N_{tot}$ (%) |      |      | C/N  |      |      |
|----------------|--------------|------|------|---------------|------|------|------|------|------|
|                | 2017         | 2019 | 2022 | 2017          | 2019 | 2022 | 2017 | 2019 | 2022 |
| (F+H)          | 28,8         | 25,4 | 23,4 | 1,41          | 1,50 | 1,26 | 20,3 | 17,1 | 18,6 |
| A <sub>h</sub> | 4,52         | 3,84 | 4,24 | 0,30          | 0,23 | 0,25 | 15,3 | 16,3 | 17,1 |
| (A+B)          | 3,55         | 2,77 | 3,27 | 0,25          | 0,18 | 0,19 | 13,9 | 14,6 | 16,6 |

Tab. 7: Spalitelný uhlík ( $C_{ox}$ ), celkový dusík ( $N_{tot}$ ) a poměr C/N (průměr, plochy kontrolní)

|                | $C_{ox}$ (%) |         |      | $N_{tot}$ (%) |         |      | C/N     |         |      |
|----------------|--------------|---------|------|---------------|---------|------|---------|---------|------|
|                | 2017/18      | 2019/20 | 2022 | 2017/18       | 2019/20 | 2022 | 2017/18 | 2019/20 | 2022 |
| (F+H)          | 30,4         | 22,3    | 23,2 | 1,53          | 1,31    | 1,26 | 19,5    | 16,9    | 18,5 |
| A <sub>h</sub> | 5,40         | 4,55    | 5,11 | 0,31          | 0,26    | 0,29 | 17,1    | 17,6    | 17,9 |
| (A+B)          | 4,92         | 3,74    | 4,18 | 0,29          | 0,21    | 0,22 | 17,0    | 17,1    | 19,0 |

V nadložním organickém horizontu vápněných stanovišť se v roce 2019 zvyšuje obsah celkového dusíku  $N_{tot}$ . Toto zvýšení je zřejmě způsobeno vyšším podílem dusíkem bohatého materiálu ve fermentačních subhorizontech. Následně se obsah dusíku od roku 2019 významně snižuje.

V organominerálních horizontech pozorujeme významné snížení, které může být způsobeno zvýšeným kořenovým odběrem. Ten je pozorován i na kontrolních stanovištích a je pravděpodobně důsledkem klimatických podmínek v oblasti.

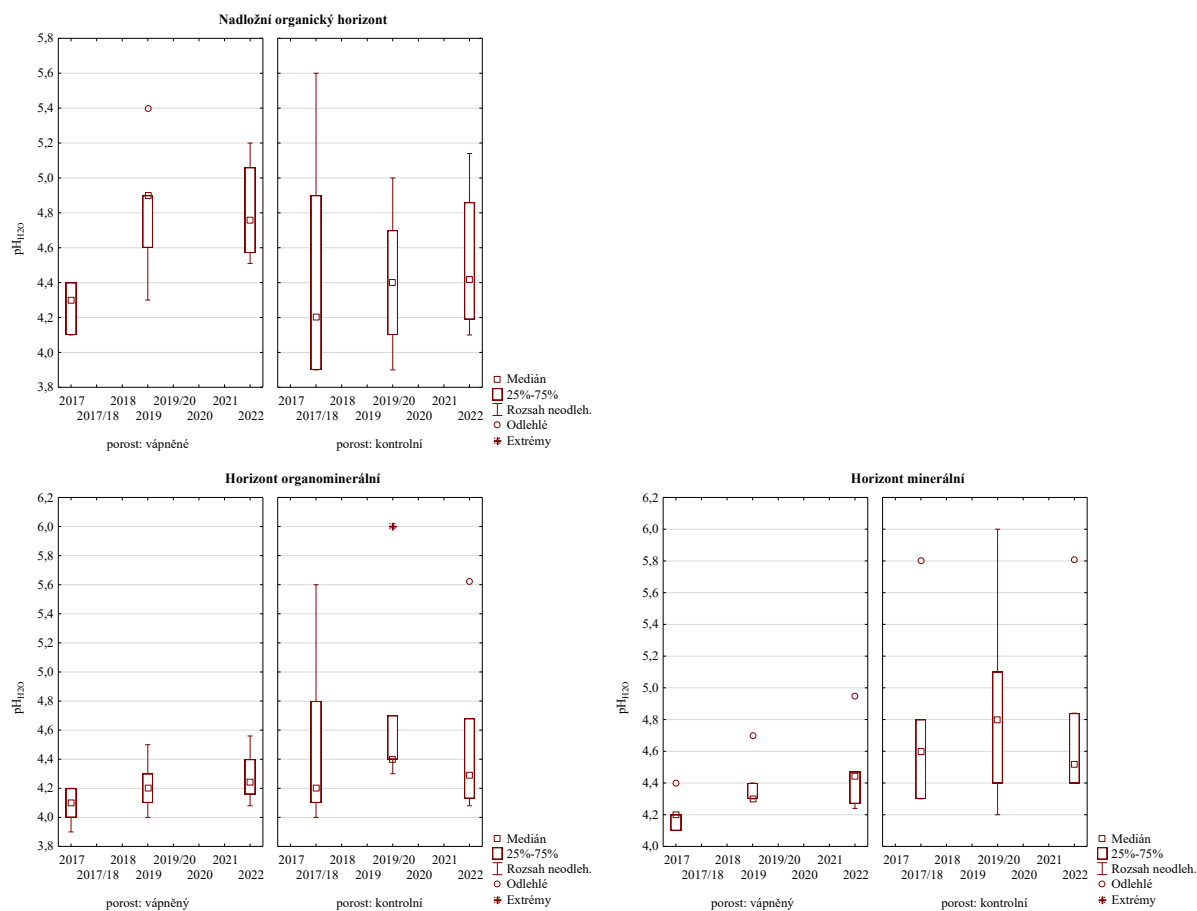
V minerálních horizontech vápněných i kontrolních stanovišť je zjištěno významné snížení obsahů  $N_{\text{tot}}$  ve srovnání s rokem 2017 (2017/18). Nejedná se tedy o vliv vápnění, který v případě dusíku v těchto horizontech prozatím neočekáváme.

Se změnami v obsazích celkového dusíku a spalitelného uhlíku souvisí poměr C/N, který se pohybuje ve všech horizontech pod hodnotou 20 a vypovídá o dostatečné zásobě dusíku v půdním prostředí.

#### 4.1.3. Půdní chemická reakce

Přímým důsledkem vápnění lesa je změna hodnoty půdní kyselosti (pH). Hodnoty výměnné ( $pH_{\text{CaCl}_2}$ ) i aktivní ( $pH_{\text{H}_2\text{O}}$ ) formy se v nadložních organických horizontech významně zvyšují po dvou letech od vápnění a zůstávají významně vyšší i po pěti letech (Tab. 8).

V horizontech organominerálních se zvýšení hodnoty pH významně projevuje pouze u aktivní formy půdní kyselosti ( $pH_{\text{H}_2\text{O}}$ ) vápněných porostů. Očekávané zvýšení hodnoty pH v organominerálních horizontech lze vedle přímého účinku vápnění spojovat s pěstebními zásahy při přeměnách náhradních porostů, kdy se redukuje zápoj porostů výběrem smrku pichlavého, na uvolněných místech nastupují pasečná rostlinná společenstva a mění se výše atmosférických vstupů.



Obr. 2: Půdní reakce aktivní v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

V horizontech minerálních je ovšem významné zvýšení hodnoty aktivní kyselosti dosaženo jen na vápněných stanovištích, a to po pěti letech od vápnění v roce 2022.

Tab. 8: Průměrné hodnoty půdní chemické reakce a výměnné acidity v šetřených horizontech

|                             | Vápěná stanoviště |      |      | Kontrolní stanoviště |         |      |
|-----------------------------|-------------------|------|------|----------------------|---------|------|
|                             | 2017              | 2019 | 2022 | 2017/18              | 2019/20 | 2022 |
| Horizont nadložní organický |                   |      |      |                      |         |      |
| pH <sub>CaCl2</sub>         | 3,53              | 4,17 | 4,17 | 3,66                 | 3,40    | 3,71 |
| pH <sub>H2O</sub>           | 4,27              | 4,81 | 4,82 | 4,43                 | 4,37    | 4,52 |
| Horizont organominerální    |                   |      |      |                      |         |      |
| pH <sub>CaCl2</sub>         | 3,36              | 3,39 | 3,47 | 3,70                 | 3,74    | 3,68 |
| pH <sub>H2O</sub>           | 4,09              | 4,21 | 4,28 | 4,46                 | 4,70    | 4,49 |
| Vým. acid. (mekv./kg)       | 125               | 123  | 117  | 132                  | 126     | 129  |
| Horizont minerální          |                   |      |      |                      |         |      |
| pH <sub>CaCl2</sub>         | 3,53              | 3,60 | 3,67 | 3,86                 | 3,99    | 3,94 |
| pH <sub>H2O</sub>           | 4,20              | 4,39 | 4,45 | 4,70                 | 4,91    | 4,73 |
| Vým. acid. (mekv./kg)       | 117               | 99,2 | 104  | 122                  | 115     | 99,5 |

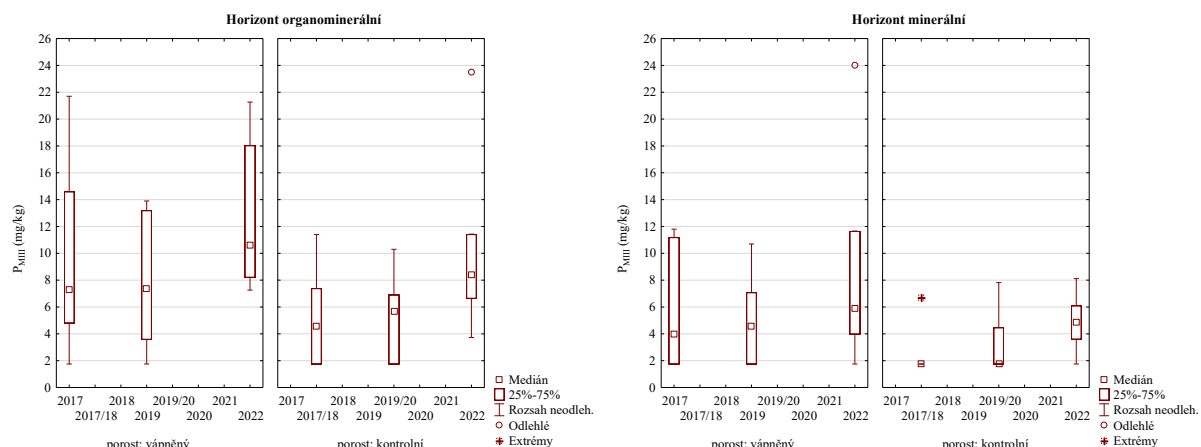
#### 4.1.4. Fosfor

Obsahy extrahovatelného fosforu ( $P_{\text{dus}}$ ) v nadložních organických horizontech vápěných stanovišť neukazují vliv vápnění po dvou a pěti letech od vápnění. Podobně je tomu v horizontech organominerálních a minerálních (Tab. 9).

Tab. 9: Průměrný obsah makroprvků v šetřených horizontech

|                             | Vápěná stanoviště |      |      | Kontrolní stanoviště |         |      |
|-----------------------------|-------------------|------|------|----------------------|---------|------|
|                             | 2017              | 2019 | 2022 | 2017/18              | 2019/20 | 2022 |
| Horizont nadložní organický |                   |      |      |                      |         |      |
| $P_{\text{dus}}$ (mg/kg)    | 875               | 922  | 878  | 992                  | 964     | 971  |
| $K_{\text{dus}}$ (mg/kg)    | 1009              | 1002 | 947  | 1107                 | 1310    | 1162 |
| $Ca_{\text{dus}}$ (mg/kg)   | 2017              | 6509 | 4266 | 3129                 | 2104    | 2418 |
| $Mg_{\text{dus}}$ (mg/kg)   | 791               | 3203 | 1822 | 993                  | 1064    | 858  |
| Horizont organominerální    |                   |      |      |                      |         |      |
| $P_{\text{dus}}$ (mg/kg)    | 100               | 108  | 90,8 | 155                  | 151     | 158  |
| $K_{\text{dus}}$ (mg/kg)    | 116               | 96,9 | 99,1 | 123                  | 103     | 128  |
| $Ca_{\text{dus}}$ (mg/kg)   | 355               | 257  | 290  | 672                  | 517     | 602  |
| $Mg_{\text{dus}}$ (mg/kg)   | 141               | 139  | 168  | 170                  | 134     | 151  |
| $P_{\text{MIII}}$ (mg/kg)   | 9,25              | 7,97 | 12,2 | 5,09                 | 4,97    | 9,91 |
| $K_{\text{MIII}}$ (mg/kg)   | 80,0              | 62,7 | 65,6 | 75,8                 | 64,3    | 74,7 |
| $Ca_{\text{MIII}}$ (mg/kg)  | 265               | 194  | 242  | 449                  | 361     | 436  |
| $Mg_{\text{MIII}}$ (mg/kg)  | 92,9              | 92,6 | 136  | 63,4                 | 50,2    | 70,6 |
| Horizont minerální          |                   |      |      |                      |         |      |
| $P_{\text{dus}}$ (mg/kg)    | 93,8              | 102  | 106  | 151                  | 136     | 131  |
| $K_{\text{dus}}$ (mg/kg)    | 95,0              | 85,7 | 85,2 | 105                  | 97,3    | 99,2 |
| $Ca_{\text{dus}}$ (mg/kg)   | 160               | 141  | 184  | 600                  | 457     | 463  |
| $Mg_{\text{dus}}$ (mg/kg)   | 90,0              | 109  | 130  | 173                  | 134     | 161  |
| $P_{\text{MIII}}$ (mg/kg)   | 5,18              | 4,83 | 8,47 | --                   | --      | 4,89 |
| $K_{\text{MIII}}$ (mg/kg)   | 60,9              | 49,8 | 50,6 | 59,1                 | 56,4    | 48,5 |
| $Ca_{\text{MIII}}$ (mg/kg)  | 126               | 104  | 156  | 417                  | 350     | 343  |
| $Mg_{\text{MIII}}$ (mg/kg)  | 47,0              | 48,9 | 83,0 | 51,2                 | 40,9    | --   |

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce



Obr. 3: Obsah přístupného fosforu ( $P_{MIII}$ ) v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

Hodnota přístupné formy fosforu ( $P_{MIII}$ ) je v organominerálních horizontech po dvou letech po vápnění srovnatelná s hodnotou před vápněním a následně se významně zvyšuje až na průměrnou hodnotu  $12,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  v roce 2022. Podobný trend je pozorován i na plochách kontrolních a nelze jej tedy spojovat v účinky vápnění (Tab 9, Obr. 3).

V minerálních horizontech je zjištěno pozvolné mírné zvyšování obsahů  $P_{MIII}$  na vápněných i kontrolních plochách. Uvedené hodnoty zjištěných obsahů obou forem fosforu vylučují možný negativní vliv vápnění na obsahy fosforu.

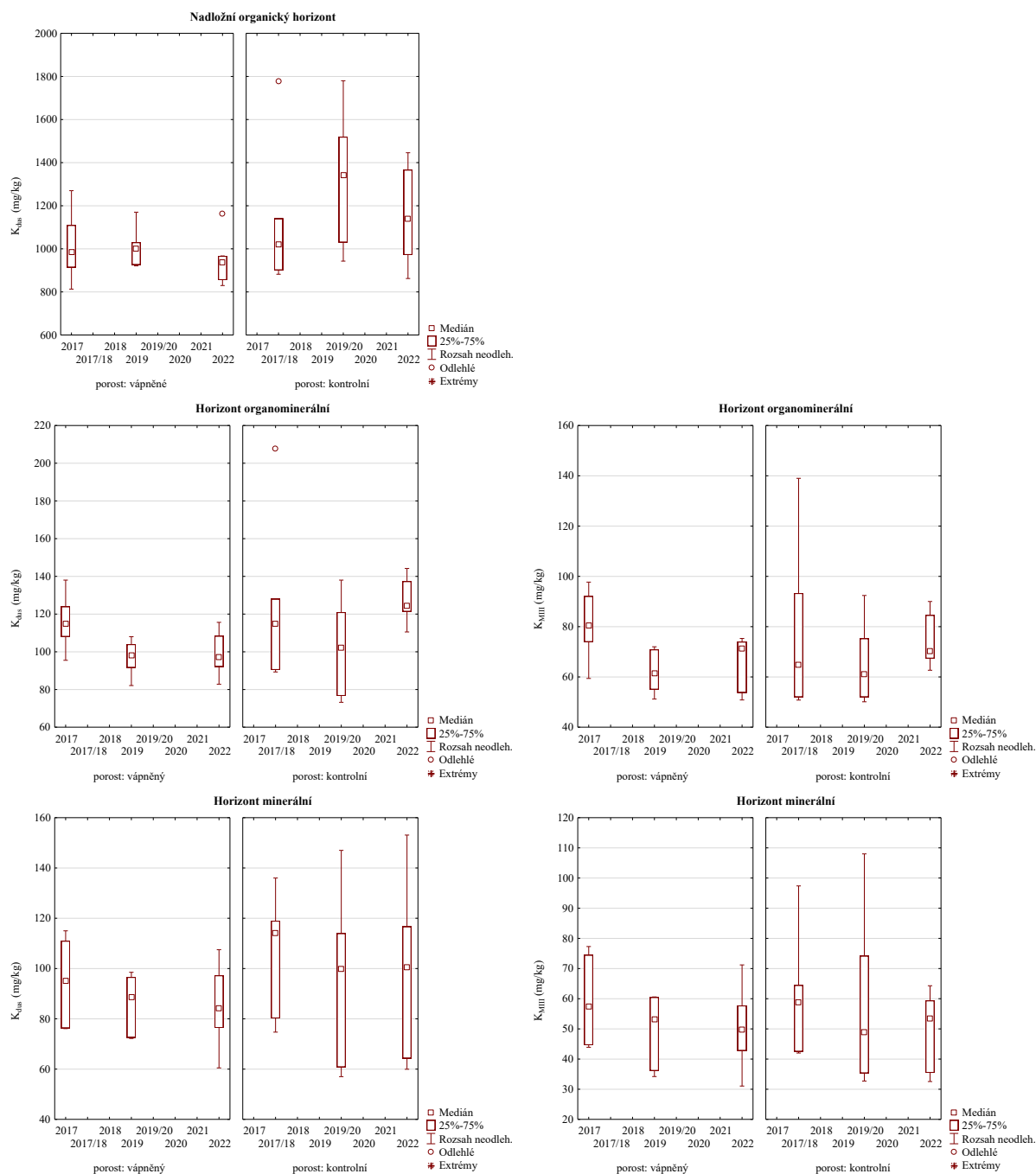
#### 4.1.5. Draslík

Obsahy extrahovatelného draslíku ( $K_{\text{dus}}$ ) v nadložním organickém horizontu vápněných porostů se v pátém roce po vápnění mírně snižují (Obr. 4). Na stanovištích kontrolních není snížení pozorováno. Vzhledem k tomu, že pokles obsahu extrahovatelného draslíku ve vápněných porostech není statisticky významný a hodnoty ve vápněných a kontrolních porostech se od sebe významně neliší, nelze potvrdit negativní vliv vápnění.

Mírné snižování extrahovatelného draslíku ( $K_{\text{dus}}$ ) je na vápněných plochách zjištěno i v horizontech organominerálních a minerálních. Podobný trend je ovšem zjištěn i v půdách kontrolních porostů, tudíž vliv vápnění na pokles extrahovatelného draslíku v půdě není potvrzen.

U přístupných obsahů draslíku ( $K_{MIII}$ ) je v organominerálních horizontech zřetelné snížení na vápněných plochách po dvou a pěti letech od vápnění. Toto snížení ale není statisticky významné (Obr. 4).

Přístupné obsahy draslíku se mírně snižují i v horizontech minerálních. Zde je snížení pozorováno na stanovištích vápněných i kontrolních a proto jej nespojujeme s vápněním.



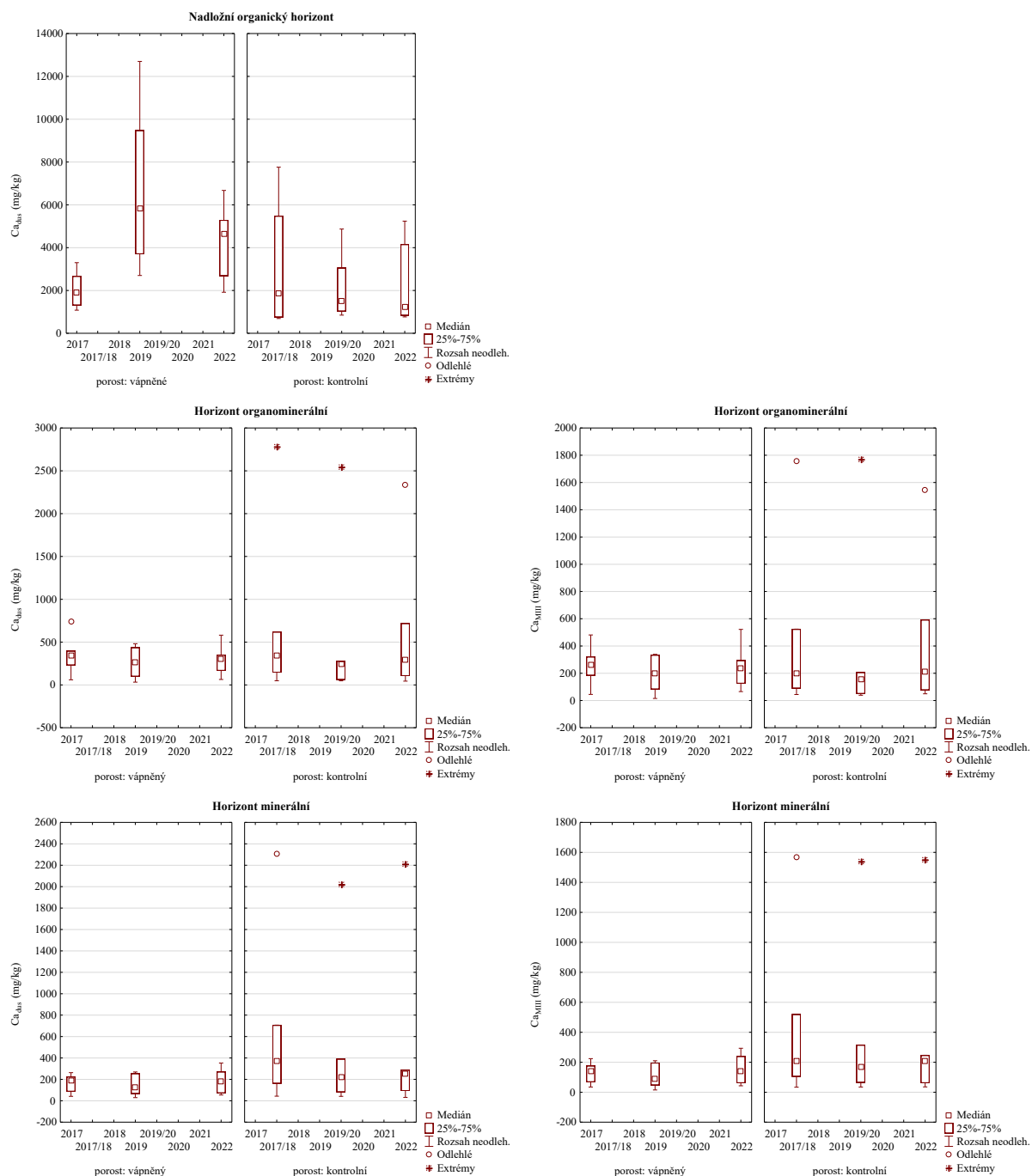
Obr. 4: Obsah extrahovatelného ( $K_{\text{dus}}$ ) a přístupného ( $K_{\text{MIII}}$ ) draslíku v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

#### 4.1.6. Vápník

Extrahovatelné obsahy vápníku ( $\text{Ca}_{\text{dus}}$ ) v nadložních organických horizontech vápněných stanovišť byly významně vyšší dva roky od vápnění a vzhledem ke snižujícím se obsahům v kontrolních porostech se jednalo o účinek vápnění. Vysoký obsah vápníku přetrvává i pět let od vápnění (Obr. 5).

Proti očekávání není zjištěno zvýšení obsahů extrahovatelného vápníku v organominerálních a minerálních horizontech vápněných stanovišť. Po dobu šetření jsou zde

některé obsahy dokonce nižší než na stanovištích kontrolních (Obr. 5). Výše přístupné formy vápníku ( $\text{Ca}_{\text{MIII}}$ ) v těchto horizontech neodpovídá očekávaným účinkům vápnění.

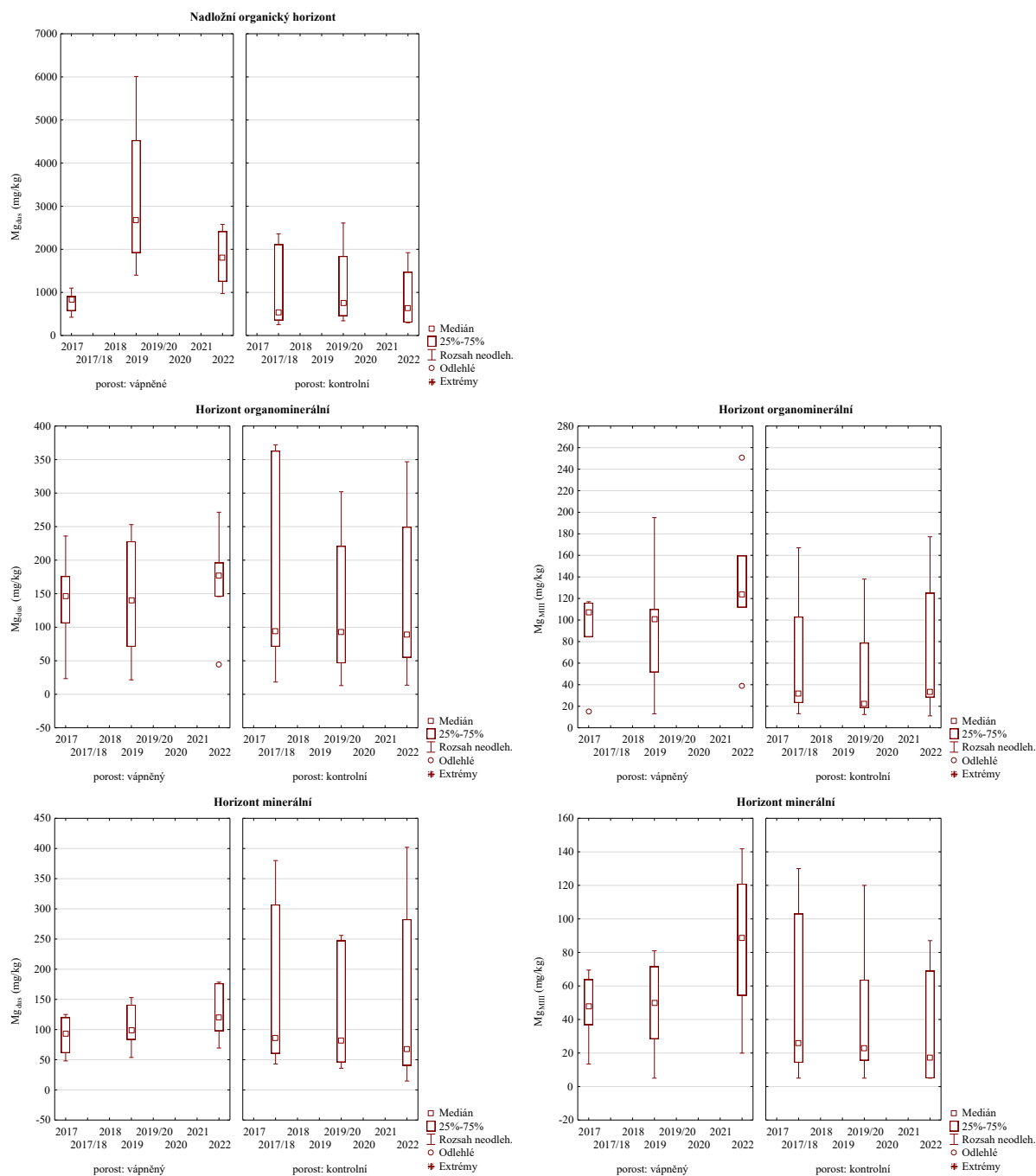


Obr. 5: Obsah extrahovatelného ( $\text{Ca}_{\text{dus}}$ ) a přístupného ( $\text{Ca}_{\text{MIII}}$ ) vápníku v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

#### 4.1.7. Hořčík

Účinek vápnění se viditelně projevuje v obsazích extrahovatelného hořčíku v nadložním organickém horizontu, kde je po dvou letech od vápnění významně vyšší (Tab. 9). Poté dochází k přesunu hořčíku z nadložního organického horizontu do spodních minerálních vrstev a jeho

obsah v nadložních horizontech se během tří let významně snižuje na hodnotu 1822 mg.kg<sup>-1</sup>. Na plochách kontrolních nejsou tyto změny zaznamenány.



Obr. 6: Obsah extrahovatelného ( $Mg_{dus}$ ) a přístupného ( $Mg_{MIII}$ ) hořčíku v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

V horizontech organominerálních se účinek vápnění projevuje mírným zvýšením extrahovatelného obsahu hořčíku (Obr. 6). Tyto obsahy jsou podobné jako na stanovištích kontrolních nicméně mají vzestupný trend, který odpovídá pozvolnému vstupu hořčíku z nadložních organických horizontů. V případě snadněji uvolnitelné (přístupné) formy hořčíku ( $Mg_{MIII}$ ) je toto zvýšení v organominerálních horizontech statisticky významné (z 92,9 mg.kg<sup>-1</sup> na 136 mg.kg<sup>-1</sup>).

V horizontech minerálních se extrahovatelné obsahy hořčíku po vápnění významně zvyšují. Na stanovištích kontrolních jsou zjištěny poněkud vyšší absolutní hodnoty extrahovatelného hořčíku, na rozdíl od stanovišť vápněných ovšem nemají vzestupnou tendenci. Zřetelným důkazem pozitivního vlivu vápnění jsou přístupné obsahy hořčíku v minerálních horizontech. Jejich průměrná hodnota se zde zvyšuje z 47 mg.kg<sup>-1</sup> na 83 mg.kg<sup>-1</sup> (Tab. 9). Na stanovištích kontrolních jsou přístupné obsahy hořčíku nižší a po dobu šetření se snižují.

#### 4.1.8. Kadmium

U obsahu kadmia v půdách vápněných porostů bylo dva roky po vápnění zaznamenáno jeho zvýšení, ale po pěti letech se vrací na původní úroveň. V nadložních organických horizontech se pohybuje v rozmezí 0,20 – 0,52 mg.kg<sup>-1</sup> což odpovídá průměrné hodnotě zjišťované ve světových půdách (0,2 – 1,1 mg.kg<sup>-1</sup>) (Kabata-Pendias, 2011).

Tab. 10: Průměrný obsah hliníku, bóru, kadmia, chromu, mědi, železa, manganu, olova a zinku v šetřených horizontech

|                             | Vápněná stanoviště |      |       | Kontrolní stanoviště |         |      |
|-----------------------------|--------------------|------|-------|----------------------|---------|------|
|                             | 2017               | 2019 | 2022  | 2017/18              | 2019/20 | 2022 |
| Horizont nadložní organický |                    |      |       |                      |         |      |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 5674               | 5299 | 5463  | 6437                 | 8586    | 7056 |
| B <sub>dus</sub> (mg/kg)    | 2,81               | 2,80 | 2,67  | 2,76                 | 2,11    | 1,81 |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 0,31               | 0,49 | 0,32  | 0,50                 | 0,51    | 0,43 |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 8,48               | 7,85 | 6,71  | 8,22                 | 10,2    | 8,40 |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 13,4               | 12,8 | 9,33  | 12,6                 | 13,2    | 9,60 |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 5430               | 5880 | 5612  | 6394                 | 8943    | 7735 |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 312                | 378  | 239   | 230                  | 229     | 150  |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 138                | 120  | 123   | 130                  | 147     | 123  |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 42,3               | 44,9 | 38,8  | 49,1                 | 52,4    | 45,0 |
| Horizont organominerální    |                    |      |       |                      |         |      |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 2014               | 2077 | 2045  | 3787                 | 4013    | 3708 |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg)   | <0,20              | 0,73 | <0,20 | 0,49                 | 0,50    | --   |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 1,43               | 1,56 | 1,34  | 3,31                 | 3,78    | 3,50 |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 4,73               | 4,34 | 4,45  | 6,40                 | 5,31    | 6,05 |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 3613               | 4309 | 3774  | 5674                 | 6478    | 6224 |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 115                | 115  | 168   | 141                  | 129     | 119  |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 81,6               | 78,3 | 76,1  | 87,0                 | 84,2    | 94,2 |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 9,96               | 7,45 | 7,26  | 14,3                 | 11,2    | 13,2 |
| Horizont minerální          |                    |      |       |                      |         |      |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 2870               | 3480 | 3505  | 5647                 | 5024    | 4997 |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg)   | --                 | 0,40 | <0,20 | 0,41                 | 0,39    | --   |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 1,92               | 2,07 | 2,03  | 4,53                 | 4,44    | 4,47 |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 3,80               | 3,96 | 4,08  | 4,75                 | 3,85    | 4,02 |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 6397               | 6190 | 7505  | 10334                | 9741    | 9212 |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 246                | 288  | 238   | 134                  | 120     | 139  |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 75,2               | 65,8 | 72,4  | 78,3                 | 67,6    | 67,3 |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg)   | 13,5               | 8,19 | 7,84  | 15,1                 | 11,5    | 13,3 |

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

#### 4.1.9. Hliník, bór, chrom, měď, železo, mangan, olovo a zinek

V obsazích šetřených prvků hliníku, bóru, chromu, mědi, železa, manganu, olova a zinku nejsou zjištěny významné změny, které by ukazovaly souvislost s vápněním lesa.

## 4.1.10. Půdní sorpční komplex

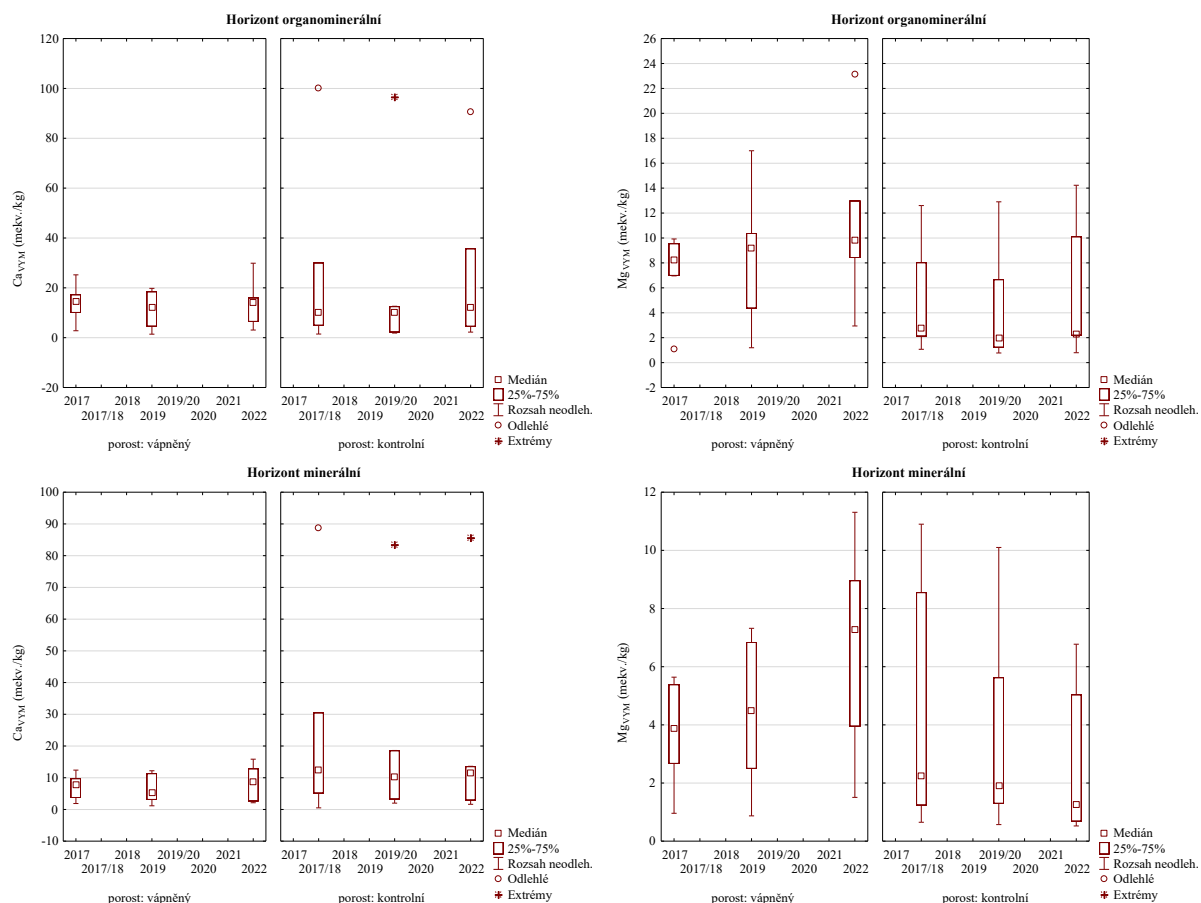
V organominerálních horizontech na vápněných stanovištích není zjištěno předpokládané zvýšení nasycenosti půdního sorpčního komplexu kationty vápníkem ( $\text{Ca}^{2+}$ ). (Tab. 11). Pozorujeme jej na statisticky nevýznamném zvýšení nasycenosti sorpčního komplexu těmito kationty až ve spodních horizontech minerálních. Statisticky významné je zvýšení nasycenosti sorpčního komplexu kationtem hořčíku ( $\text{Mg}^{2+}$ ) v organominerálních i minerálních horizontech vápněných stanovišť (Obr. 7).

Tab. 11: Šetření hodnot půdního sorpčního komplexu (průměrné hodnoty)

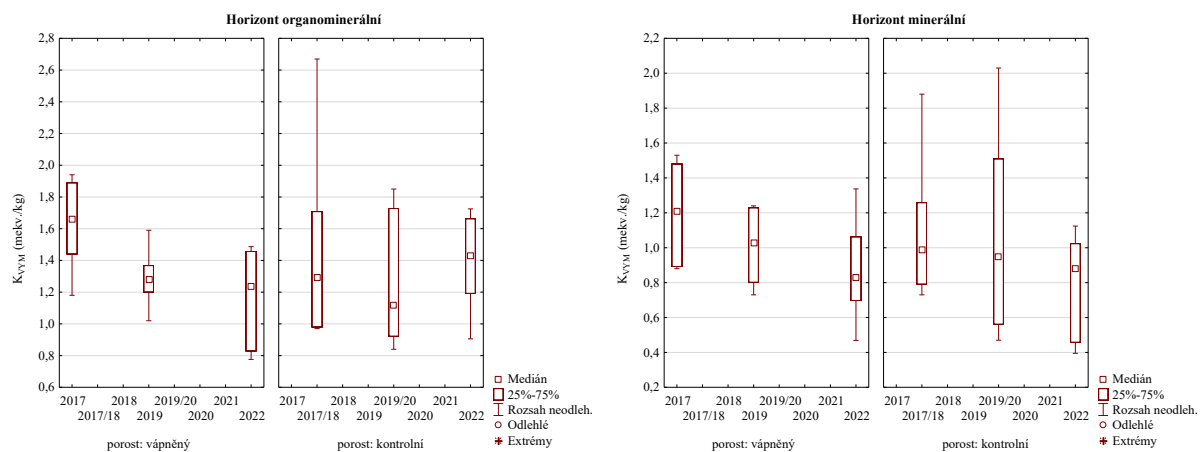
|                                  | Vápněná stanoviště |      |      | Kontrolní stanoviště |         |      |
|----------------------------------|--------------------|------|------|----------------------|---------|------|
|                                  | 2017               | 2019 | 2022 | 2017/18              | 2019/20 | 2022 |
| Horizont organominerální         |                    |      |      |                      |         |      |
| (Al+H) <sub>VYM</sub> (mekv./kg) | 62,5               | 68,1 | 57,1 | 57,1                 | 58,2    | 57,6 |
| K <sub>VYM</sub> (mekv./kg)      | 1,61               | 1,30 | 1,18 | 1,46                 | 1,24    | 1,40 |
| Ca <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 14,2               | 11,3 | 13,7 | 25,1                 | 20,3    | 25,4 |
| Mg <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 7,58               | 8,37 | 11,3 | 5,21                 | 4,37    | 5,63 |
| Na <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 0,23               | 0,27 | 0,22 | 0,28                 | 0,31    | 0,29 |
| Mn <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 1,05               | 0,69 | 0,86 | 0,57                 | 0,42    | 0,37 |
| Al <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 50,4               | 55,2 | 48,9 | 49,2                 | 52,7    | 51,1 |
| Fe <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 3,54               | 4,36 | 2,22 | 2,85                 | 2,76    | 2,40 |
| CEC (mekv./kg)                   | 86,3               | 89,5 | 83,4 | 89,2                 | 84,5    | 90,3 |
| BS (%)                           | 26,7               | 23,1 | 30,2 | 32,5                 | 27,0    | 34,1 |
| Horizont minerální               |                    |      |      |                      |         |      |
| (Al+H) <sub>VYM</sub> (mekv./kg) | 67,5               | 71,0 | 62,9 | 56,0                 | 53,0    | 50,8 |
| K <sub>VYM</sub> (mekv./kg)      | 1,23               | 1,03 | 0,86 | 1,10                 | 1,03    | 0,75 |
| Ca <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 7,02               | 6,19 | 8,57 | 23,5                 | 19,7    | 18,9 |
| Mg <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 3,77               | 4,45 | 6,47 | 4,39                 | 3,48    | 2,87 |
| Na <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 0,21               | 0,23 | 0,21 | 0,27                 | 0,33    | 0,26 |
| Mn <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 1,14               | 1,13 | 0,64 | 0,35                 | 0,36    | 0,28 |
| Al <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 58,2               | 61,3 | 56,9 | 51,3                 | 48,8    | 46,6 |
| Fe <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 3,11               | 2,52 | 2,33 | 2,42                 | 2,39    | 1,45 |
| CEC (mekv./kg)                   | 79,8               | 82,9 | 79,0 | 85,4                 | 77,5    | 73,6 |
| BS (%)                           | 15,6               | 15,1 | 21,7 | 32,9                 | 30,1    | 27,4 |

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

Zvyšování obsahu rychleji se pohybujícího hořčíku má po dobu šetření v organominerálních horizontech vzestupnou tendenci (od 7,58 mekv.kg<sup>-1</sup> do 11,3 mekv.kg<sup>-1</sup>) (Tab. 11). Toto zvýšení je statisticky významné a na stanovištích kontrolních není pozorováno.



Obr. 7: Obsah výměnných kationtů vápníku ( $Ca_{VYM}$ ) a hořčíku ( $Mg_{VYM}$ ) v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

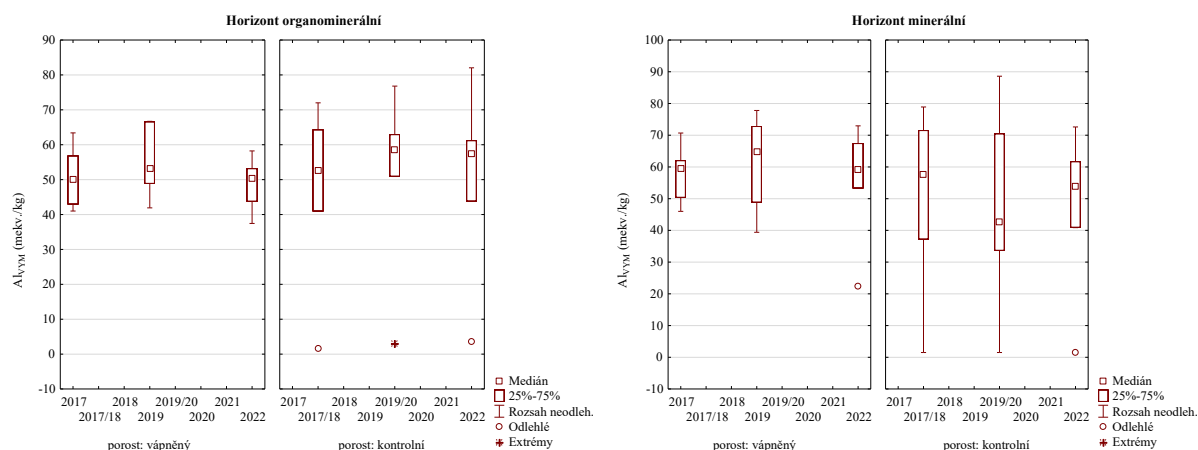


Obr. 8: Obsah výměnných kationtů draslíku ( $K_{VYM}$ ) v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

Na vápněných stanovištích klesá v horizontech organominerálních nevýznamně sycení sorpčního komplexu kationtem draslíku z hodnoty  $1,61 \text{ mekv.kg}^{-1}$  na  $1,18 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Tab. 11). Na stanovištích kontrolních není tento plynulý pokles pozorován. Výrazněji se snižuje sycení draslíkem v horizontech minerálních, kde inverzně koresponduje se zvyšujícím se sycením hořčíkem a dá se předpokládat negativní projev vápnění na zastoupení kationtu draslíku v sorpčním komplexu. Na stanovištích kontrolních je ovšem tento plynulý pokles pozorován

také, a to z hodnoty  $1,1 \text{ mekv.kg}^{-1}$  na  $0,75 \text{ mekv.kg}^{-1}$ . Nedá se tedy jednoznačně potvrdit negativní vliv vápnění na sycení sorpčního komplexu draslíkem.

V organominerálních horizontech jsme nezjistili významný vliv vápnění na obsazení sorpčního půdního komplexu kationty hliníku (Tab. 11). V horizontech minerálních není rovněž pozorován vliv vápnění (Obr. 9).



Obr. 9: Obsah výměnných kationtů hliníku ( $\text{Al}_{\text{VYM}}$ ) v půdních horizontech vápněných a kontrolních porostů

Sycení půdního sorpčního komplexu kationty se v organominerálních horizontech vápněných stanovišť nevýznamně zvyšuje podobně jako na stanovištích kontrolních. Nevýznamně se vliv vápnění projevuje i v horizontech minerálních, kde se na vápněných stanovištích zvyšuje z hodnoty 15,6 % na 21,7 % na konci šetření (Tab. 11). V organominerálních horizontech vápněných porostů se sycení bázemi pohybuje od 12 do 55 %, jedná se tedy o půdy silně až slabě nenasycené. V případě minerálních horizontů vápněných porostů se sycení bázemi pohybuje v rozmezí 7 až 49 %, což jsou extrémně až slabě nenasycené půdy.

Tab. 12: Hodnoty BS, poměr  $\text{Ca}^{2+}/\text{Al}^{3+}$  a  $\text{BS}/\text{Al}^{3+}$  v půdních horizontech v roce 2022 (medián)

|                                 | Horizont        |           |           |           |
|---------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
|                                 | organominerální |           | minerální |           |
|                                 | vápněný         | kontrolní | vápněný   | kontrolní |
| BS (mekv./kg)                   | 26,4            | 27,5      | 17,1      | 12,4      |
| $\text{Ca}^{2+}/\text{Al}^{3+}$ | 0,28            | 0,22      | 0,14      | 0,18      |
| $\text{BS}/\text{Al}^{3+}$      | 0,54            | 0,53      | 0,25      | 0,29      |

Pro hodnocení toxicity hliníku v lesních půdách se obecně používají molární poměry bazických kationtů k obsahu hliníku v půdních horizontech. Poměr  $\text{BS}/\text{Al}^{3+}$  menší než 1, je považován za potenciální index pro nepříznivý vliv  $\text{Al}^{3+}$  a nevyváženost živin pro růst rostlin (Rahman et al., 2018). V našem případě jsou tyto hodnoty hluboko pod touto hranicí, tudíž riziko toxického působení hliníku v půdách vápněných i kontrolních porostů je stále vysoké. To potvrzuje i poměr  $\text{Ca}^{2+}/\text{Al}^{3+}$ , kde za hranici vysoké toxicity hliníku je považována hodnota 0,2 (Cronan and Grigal, 1995), hodnoty mediánu v organominerálních horizontech (Tab. 12) jsou pouze mírně vyšší a v minerálních horizontech už jsou pod touto limitní hodnotou.

#### 4.2. Hodnocení obsahu prvků v jehlicích smrku ztepilého

Hodnocení úrovně výživy v jehlicích smrku ztepilého bylo provedena podle klasifikace ÚKZÚZ (Fiala et al., 2013) zpracované na základě výsledků rozborů asimilačních orgánů hlavních hospodářských dřevin z let 1996 – 2011.

Tab. 13: Hodnocení průměrného obsahu prvků v jehlicích běžného roku na vápněných a kontrolních plochách podle hodnot z roku 2022.

|                     | N<br>(%) | P<br>(mg/kg) | K<br>(mg/kg) | Ca<br>(mg/kg) | Mg<br>(mg/kg) | Fe<br>(mg/kg) | Zn<br>(mg/kg) | B<br>(mg/kg) |
|---------------------|----------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Vápněné<br>(2022)   | 1,27     | 1203         | 4364         | 4013          | 1014          | 43,0          | 27,1          | 13,3         |
| hodnocení           | 2        | 2            | 1            | 2             | 3             | 1             | 2             | 1            |
| Kontrolní<br>(2022) | 1,30     | 1203         | 4418         | 4449          | 826           | 46,2          | 28,8          | 13,4         |
| hodnocení           | 2        | 2            | 1            | 2 - 3         | 2             | 1             | 2             | 1            |

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

Uvedená klasifikace úrovně výživy na vápněných a kontrolních stanovištích (Tab. 13) neukazuje významné rozdíly v jejím hodnocení. Výjimkou je úroveň výživy hořčíkem, která se během pozorování na vápněných plochách významně zvýšila na úroveň střední (vyhovující).

Tab. 14: Průměrný obsah prvků v jehlicích běžného roku (letorostů)

|            | Porost  |      |      |           |         |       |
|------------|---------|------|------|-----------|---------|-------|
|            | Vápněný |      |      | Kontrolní |         |       |
|            | 2017    | 2019 | 2022 | 2017/18   | 2019/20 | 2022  |
| N (%)      | 1,30    | 1,32 | 1,27 | 1,22      | 1,22    | 1,30  |
| P (mg/kg)  | 1346    | 1405 | 1203 | 1309      | 1453    | 1203  |
| K (mg/kg)  | 5464    | 6669 | 4364 | 5456      | 5609    | 4418  |
| Ca (mg/kg) | 3239    | 3357 | 4013 | 2586      | 3357    | 4449  |
| Mg (mg/kg) | 805     | 854  | 1014 | 763       | 797     | 826   |
| Al (mg/kg) | 41,4    | 46,1 | 63,3 | 44,6      | 53,1    | 75,3  |
| B (mg/kg)  | 12,1    | 12,3 | 13,3 | 10,5      | 12,4    | 13,4  |
| Cd (mg/kg) | 0,09    | 0,12 | 0,05 | 0,05      | 0,07    | --    |
| Cr (mg/kg) | <0,10   | 0,13 | 0,18 | 0,14      | 0,10    | 0,18  |
| Cu (mg/kg) | 3,02    | 3,12 | 2,32 | 2,79      | 3,09    | 2,29  |
| Fe (mg/kg) | 26,9    | 32,7 | 43,0 | 31,7      | 28,0    | 46,2  |
| Mn (mg/kg) | 600     | 421  | 360  | 247       | 195     | 318   |
| Ni (mg/kg) | 0,77    | 0,73 | 0,35 | 0,83      | 1,19    | 0,51  |
| Pb (mg/kg) | --      | --   | --   | --        | --      | <0,20 |
| S (mg/kg)  | 861     | 872  | 855  | 816       | 841     | 865   |
| Zn (mg/kg) | 27,3    | 32,8 | 27,1 | 26,5      | 30,0    | 28,8  |

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

Tab. 15: Průměrný obsah prvků jehlicích předchozího roku

|            | Porost  |       |       |           |         |      |
|------------|---------|-------|-------|-----------|---------|------|
|            | Vápněný |       |       | Kontrolní |         |      |
|            | 2017    | 2019  | 2022  | 2017/18   | 2019/20 | 2022 |
| N (%)      | 1,34    | 1,33  | 1,20  | 1,23      | 1,17    | 1,11 |
| P (mg/kg)  | 1001    | 928   | 998   | 926       | 917     | 1069 |
| K (mg/kg)  | 4129    | 3723  | 3520  | 3973      | 3513    | 4097 |
| Ca (mg/kg) | 5796    | 6396  | 6264  | 5239      | 6449    | 6704 |
| Mg (mg/kg) | 734     | 873   | 1030  | 734       | 830     | 811  |
| Al (mg/kg) | 69,6    | 68,2  | 80,9  | 97,6      | 101     | 96,8 |
| B (mg/kg)  | 13,4    | 10,6  | 12,0  | 12,2      | 11,7    | 12,5 |
| Cd (mg/kg) | 0,07    | 0,07  | 0,05  | 0,04      | 0,05    | --   |
| Cr (mg/kg) | 0,17    | 0,18  | 0,19  | 0,22      | 0,14    | 0,21 |
| Cu (mg/kg) | 2,10    | 1,83  | 1,62  | 2,09      | 2,05    | 1,95 |
| Fe (mg/kg) | 42,3    | 48,9  | 52,3  | 62,0      | 49,3    | 55,8 |
| Mn (mg/kg) | 1034    | 818   | 507   | 437       | 331     | 365  |
| Ni (mg/kg) | 0,38    | 0,30  | 0,29  | 0,40      | 0,56    | 0,40 |
| Pb (mg/kg) | <0,20   | <0,20 | <0,20 | 0,28      | <0,20   | --   |
| S (mg/kg)  | 942     | 899   | 849   | 901       | 840     | 858  |
| Zn (mg/kg) | 23,0    | 27,2  | 25,3  | 24,3      | 28,0    | 29,6 |

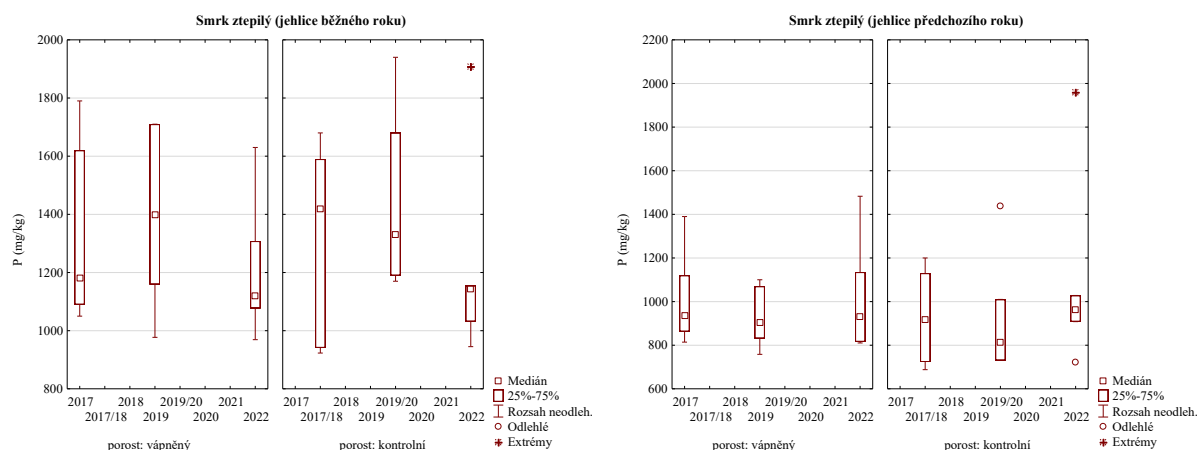
-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

#### 4.2.1. Dusík

Po dobu šetření (2017 – 2022) nejsou v letorostech zjištěny změny v úrovni výživy dusíkem (Tab. 14). V jehlicích předchozího roku (Tab. 15) je zaznamenán významný pokles v roce 2022. Ten je pravděpodobně výsledkem relokace dusíku do letorostů v době zvýšeného metabolismu v období po pěti letech od vápnění. V roce 2022 je úroveň výživy dusíkem na stanovištích vápněných i kontrolních přibližně stejná odpovídající nízkému stupni.

#### 4.2.2. Fosfor

Nežádoucí snížení obsahů fosforu je zjištěno na konci šetřeného období v letorostech smrku na vápněných i kontrolních stanovištích (Tab. 14). Tento jev tedy nepřisuzujeme účinku vápnění lesa, ale zvýšenému růstu pod vlivem vnějších zřejmě klimatických podmínek.

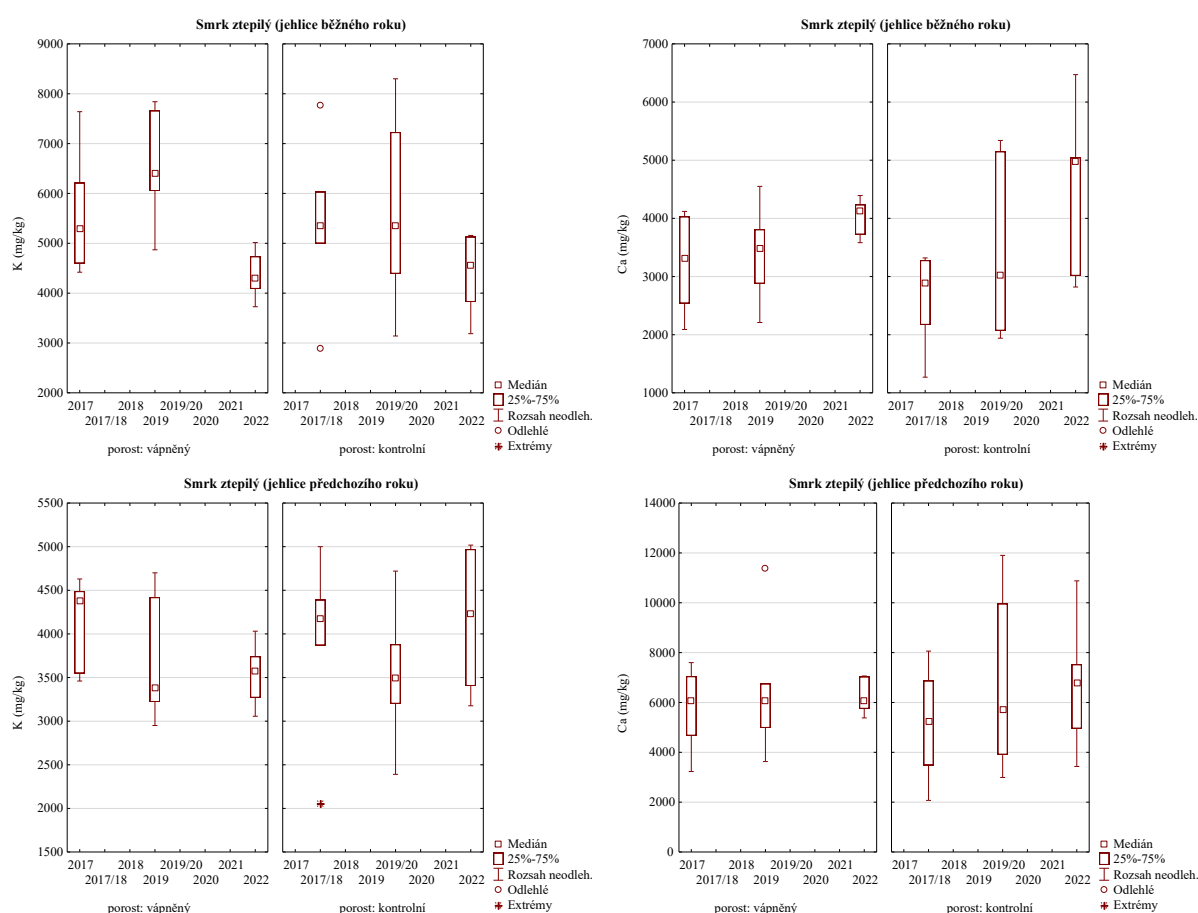


Obr. 10: Obsah fosforu v jehlicích smrku ztepilého vápněných a kontrolních porostů

Obsahy fosforu v jehlicích předchozího roku (Tab. 15) jsou stabilní. Na konci šetřeného období se na obou srovnávaných stanovištích mírně zvyšují. Nepředpokládáme tedy relokaci vyvolanou nedostatkem v mladších pletivech.

#### 4.2.3. Draslík

Úroveň výživy touto živinou se jehlicích běžného roku v letech 2019 – 2022 významně snižuje z 6669 na úroveň 4364 mg.kg<sup>-1</sup> (Tab. 14), což odpovídá nízké úrovni (Tab. 13). Snížení obsahů draslíku v letorostech je v tomto období pozorováno i na kontrolních stanovištích. Zde je snížení statisticky nevýznamné nicméně vylučuje ojedinělý vliv vápnění na úroveň výživy. Pokles obsahu draslíku v jehlicích předchozího roku je pravděpodobně důsledkem relokace draslíku do mladších pletiv (Obr. 11).



Obr. 11: Obsah draslíku a vápníku v jehlicích smrku ztepilého vápněných a kontrolních porostů

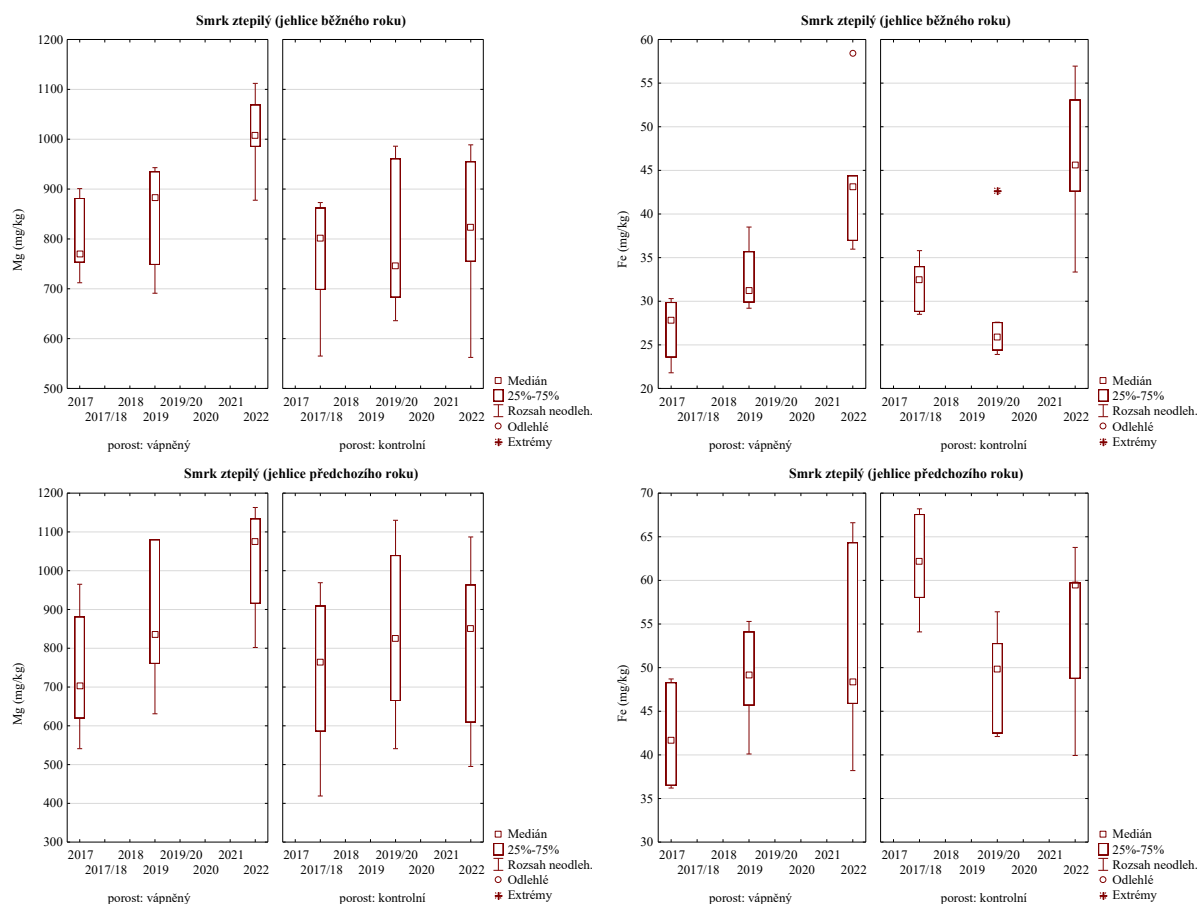
#### 4.2.4. Vápník

V úrovni výživy vápníkem se vliv vápnění prozatím neprojevuje. V letorostech na vápněných i kontrolních stanovištích nejsou zjištěny významné změny v úrovni výživy vápníkem (Obr. 11). V roce 2022, na konci šetřeného období, jsou zjištěny poněkud vyšší obsahy na vápněných stanovištích a na kontrolních jsou tyto obsahy významně vyšší vzhledem k době před vápněním. Tento průběh napovídá vedlejším klimatickým i pěstební vlivům

na úroveň výživy. Podobně v obsazích vápníku v jehlicích o rok starších je pozorována mírně se zvyšující tendence, která nasvědčuje příznivějším podmínkám pro růst na vápněných i kontrolních stanovištích.

#### 4.2.5. Hořčík

Úroveň výživy hořčíkem podle obsahů v letorostech se významně zvyšuje na vápněných stanovištích (Obr. 12). Vzhledem ke statistické významnosti této změny a stabilní a nízké úrovni výživy na kontrolních stanovištích považujeme toto zvýšení za přímý důsledek vápnění lesa. Významné zvýšení je zjištěno na vápněných stanovištích i v obsazích jehlic předchozího roku.



Obr. 12: Obsah hořčíku a železa v jehlicích smrku ztepilého vápněných a kontrolních porostů

#### 4.2.6. Železo

Obsahy železa v letorostech se zvyšují na vápněných i kontrolních stanovištích (Obr. 12). Tyto změny nepřisuzujeme přímým vlivům vápnění lesa. V jehlicích předchozího roku jsou obsahy stabilní a poněkud vyšší než v letorostech.

#### 4.2.7. *Síra*

Obsahy síry jsou v letorostech vápněných i kontrolních stanovišť stabilní (Tab. 14). Pokud vezmeme v úvahu Evropskou klasifikaci (Fürst A., 2009), jsou tyto obsahy nízké a úrovně odpovídající optimu by měly být až dvojnásobné. Tuto skutečnost je třeba brát v úvahu při hodnocení zdravotního stavu lesa, zvláště vzhledem k fungicidní povaze síry.

#### 4.2.8. *Zinek*

Obsahy zinku se v letorostech na vápněných plochách významně zvyšují po dvou letech od vápnění (Tab. 14). Toto zvýšení je zaznamenáno i na plochách kontrolních. Zde sice nedosahuje statistické významnosti, ale podobnost průběhu změn na srovnávaných stanovištích je zřejmá. Ve starších pletivech jsou obsahy zinku na vápněných i kontrolních stanovištích podobné bez významnějších změn.

#### 4.2.9. *Bor*

V úrovni výživy borem nejsou zjištěny změny, které by souvisely s vápněním lesa.

## 5. ZÁVĚR

Pro zhodnocení kvality a účinnosti leteckého poprašování lesa na základě změn v chemizmu půdního prostředí a rostlinných pletiv byly použity vzorky půdy a rostlinného materiálu z dostatečného počtu vápněných a kontrolních stanovišť. Toto šetření, provedené podle zadání MZe na lokalitě Cínovec bylo v pořadí druhým šetřením po vápnění. Pro srovnání byly použity analytické údaje z územně poněkud vzdálenějších lesních porostů z území lesní správy Litvínov. Zahrnutá kontrolní stanoviště odpovídají svou povahou (lesním typem i skladbou porostu) stanovištím vápněným a příslušné analytické údaje jsou pro daný účel použitelné. Pro dosažení vyšší informační hodnoty, bylo přihlédnuto ke způsobu odběru půdních i rostlinných vzorků.

Vápněním nebyl vyvolán negativní úbytek organického materiálu a podle obsahu celkového dusíku  $N_{\text{tot}}$ , nepředpokládáme zvýšení nitrátové formy v půdním roztoku.

Pozitivním výsledkem vápnění lesa je zvýšení hodnot chemické půdní reakce (pH) v nadložních organických horizontech a v horizontech minerálních na vápněných stanovištích.

Dalším očekávaným projevem jsou vyšší obsahy extrahovatelné formy vápníku v nadložních organických horizontech vápněných stanovišť. Zvýšení úrovně výživy vápníkem není prozatím na vápněných plochách pozorováno.

V případě hořčíku je zjištěn vyšší obsah extrahovatelného hořčíku v nadložním organickém horizontu, dále pozitivní zvýšení extrahovatelné i přístupné formy v horizontech organominerálních i minerálních, včetně vyššího sycení sorpčního půdního komplexu kationtem hořčíku. Úroveň výživy hořčíkem se na vápněných plochách zvýšila.

V minerální části profilu byla zjištěna nižší nasycenost sorpčního komplexu draslíkem. Vzhledem k podobným trendům na kontrolních plochách není negativní vliv vápnění jednoznačný.

Dále se ukázalo, že vápněním nebyly ovlivněny obsahy fosforu v půdním prostředí a nebyla ovlivněna úroveň výživy borem.

V budoucím šetření je třeba se zaměřit na kompatibilní vzorkování organominerálních horizontů a změny hodnotit i porovnáním k datu 2019. Údaje o chemizmu nadložních organických a minerálních horizontů jsou plně použitelné.

## 6. LITERATURA

CRONAN CH. S., GRIGAL D. F., 1995. Use of Calcium/Aluminum Ratios as Indicators of Stress in Forest Ecosystems. J. Environ. Qual. 24: 209-226 s.

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

FÜRST A. (2009): available at. <http://www.ffcc.at/> Forest Foliar Coordinating Centre (FFCC). (20. 10. 2015)

KABATA-PENDIAS, A. 2011. Trace elements in soils and plants. ISBN 978-1-4200-9368-1. 505 s.

RAHMAN A., LEE S.-H., JI H. CH., KABIR A. H., JONES CH. S., LEE K.-W., 2018: Importance of Mineral Nutrition for Mitigating Aluminum Toxicity in Plants on Acidic Soils: Current Status and Opportunities. International Journal of Molecular Sciences, 19, 3073

## 7. PŘÍLOHY

### 7.1. Popisné statistiky

#### 7.1.1. Nadložní organický horizont

Popisné statistiky – nadložní organický horizont – kontrolní porosty (2022)

|                           | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|---------------------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| Nad. humus (t/ha)         | 7 | 113    | 113    | 69,4    | 158     | 85,7          | 136           |
| pH <sub>CaCl2</sub>       | 7 | 3,71   | 3,68   | 3,14    | 4,60    | 3,16          | 4,10          |
| pH <sub>H2O</sub>         | 7 | 4,52   | 4,42   | 4,10    | 5,14    | 4,19          | 4,86          |
| N (%)                     | 7 | 1,26   | 1,28   | 1,06    | 1,65    | 1,07          | 1,34          |
| Cox (%)                   | 7 | 23,2   | 25,4   | 16,1    | 27,4    | 18,7          | 27,0          |
| C/N                       | 7 | 18,5   | 19,4   | 14,4    | 21,3    | 15,4          | 21,1          |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 7056   | 6801   | 4797    | 12170   | 5158          | 7953          |
| B <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 7 | 1,81   | 1,82   | 1,21    | 2,53    | 1,39          | 2,09          |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 2418   | 1222   | 767     | 5239    | 840           | 4155          |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 0,43   | 0,34   | 0,28    | 0,66    | 0,28          | 0,57          |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 8,40   | 7,27   | 5,04    | 16,3    | 5,64          | 11,1          |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 9,60   | 10,1   | 7,26    | 12,4    | 8,30          | 10,6          |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 7735   | 6037   | 4437    | 15510   | 5082          | 11860         |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 7 | 1162   | 1138   | 862     | 1446    | 972           | 1367          |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 858    | 627    | 297     | 1922    | 304           | 1471          |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 150    | 86,2   | 42,5    | 480     | 67,0          | 180           |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 7 | 971    | 852    | 720     | 1595    | 773           | 1069          |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 123    | 117    | 64,7    | 272     | 68,1          | 139           |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 45,0   | 37,8   | 26,9    | 102     | 32,2          | 41,0          |

## 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 | 113    | 113    | 69,4    | 158     | 85,7          | 136           |
| pH <sub>CaCl2</sub>       | 7 | 4,17   | 4,21   | 3,60    | 4,75    | 3,84          | 4,56          |
| pH <sub>H2O</sub>         | 7 | 4,82   | 4,76   | 4,51    | 5,20    | 4,57          | 5,06          |
| N (%)                     | 7 | 1,26   | 1,27   | 1,18    | 1,33    | 1,24          | 1,31          |
| Cox (%)                   | 7 | 23,4   | 23,8   | 19,5    | 25,9    | 20,5          | 25,8          |
| C/N                       | 7 | 18,6   | 19,0   | 15,3    | 22,0    | 15,6          | 20,0          |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 5463   | 5364   | 4902    | 6155    | 5248          | 5790          |
| B <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 7 | 2,67   | 2,52   | 2,06    | 3,51    | 2,48          | 2,80          |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 4266   | 4649   | 1918    | 6672    | 2687          | 5292          |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 0,32   | 0,33   | 0,20    | 0,52    | 0,21          | 0,41          |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 6,71   | 6,23   | 5,18    | 9,84    | 5,29          | 8,15          |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 9,33   | 9,42   | 7,20    | 11,4    | 7,83          | 10,4          |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 5612   | 5364   | 4688    | 7487    | 4707          | 6212          |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 7 | 947    | 936    | 830     | 1162    | 855           | 967           |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 1822   | 1811   | 972     | 2578    | 1252          | 2414          |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 239    | 149    | 76,4    | 508     | 101           | 462           |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)  | 7 | 878    | 858    | 672     | 1128    | 765           | 951           |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 123    | 114    | 97,6    | 167     | 100           | 139           |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg) | 7 | 38,8   | 39,5   | 24,4    | 54,6    | 29,4          | 52,5          |

## 7.1.2. Horizont organominerální

## Popisné statistiky – horizont organominerální - kontrolní porosty (2022)

|                                      | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|--------------------------------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| pH <sub>CaCl2</sub>                  | 7 | 3,68   | 3,45   | 3,34    | 4,81    | 3,37          | 3,87          |
| pH <sub>H2O</sub>                    | 7 | 4,49   | 4,29   | 4,08    | 5,62    | 4,13          | 4,68          |
| Vým. acidita (mekv./kg)              | 7 | 129    | 141    | 88,0    | 170     | 101           | 149           |
| Cox (%)                              | 7 | 5,11   | 5,09   | 4,07    | 6,94    | 4,32          | 5,51          |
| N (%)                                | 7 | 0,29   | 0,28   | 0,24    | 0,32    | 0,28          | 0,31          |
| C/N                                  | 7 | 17,9   | 17,0   | 15,7    | 22,7    | 16,3          | 18,3          |
| Al <sub>III</sub> (mg/kg)            | 7 | 1468   | 1484   | 1190    | 1694    | 1257          | 1662          |
| P <sub>III</sub> (mg/kg)             | 7 | 9,91   | 8,41   | 3,73    | 23,5    | 6,62          | 11,4          |
| K <sub>III</sub> (mg/kg)             | 7 | 74,7   | 70,3   | 62,7    | 90,0    | 67,3          | 84,6          |
| Ca <sub>III</sub> (mg/kg)            | 7 | 436    | 214    | 49,2    | 1544    | 76,6          | 592           |
| Mg <sub>III</sub> (mg/kg)            | 7 | 70,6   | 33,0   | 11,1    | 177     | 28,2          | 125           |
| 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 | 514    | 567    | 198     | 635     | 468           | 627           |
| S <sub>III</sub> (mg/kg)             | 7 | 24,9   | 21,3   | 14,6    | 41,5    | 15,4          | 37,2          |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 7 | 158    | 122    | 47,0    | 450     | 74,1          | 153           |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 7 | 128    | 125    | 111     | 144     | 121           | 137           |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 151    | 89,4   | 13,5    | 347     | 54,9          | 250           |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 602    | 295    | 44,2    | 2339    | 104           | 718           |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 3708   | 3350   | 1978    | 7604    | 2523          | 4020          |
| Cd <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | --     | 0,20   | <0,20   | 0,63    | <0,20         | 0,33          |
| Cr <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 3,50   | 2,64   | 0,67    | 8,60    | 1,57          | 6,01          |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 6,05   | 6,02   | 3,29    | 8,79    | 3,57          | 8,02          |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 6224   | 5262   | 1812    | 12140   | 3583          | 11250         |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 119    | 40,9   | 5,27    | 599     | 37,8          | 54,6          |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 94,2   | 102    | 65,0    | 121     | 82,7          | 103           |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 13,2   | 10,9   | 4,05    | 31,9    | 8,74          | 13,5          |
| (Al+H) <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 7 | 57,6   | 63,1   | 5,21    | 90,5    | 48,2          | 70,4          |
| K <sub>VYM</sub> (mekv./kg)          | 7 | 1,40   | 1,43   | 0,91    | 1,73    | 1,19          | 1,66          |
| Ca <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 25,4   | 12,2   | 2,23    | 90,7    | 4,46          | 35,7          |
| Mg <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 5,63   | 2,26   | 0,79    | 14,2    | 2,17          | 10,1          |
| Na <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 0,29   | 0,32   | 0,13    | 0,43    | 0,17          | 0,35          |
| Mn <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 0,37   | 0,19   | <0,10   | 0,88    | 0,15          | 0,80          |
| Al <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 51,1   | 57,4   | 3,75    | 82,1    | 43,8          | 61,3          |
| Fe <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 2,40   | 2,29   | <0,30   | 4,35    | 1,36          | 3,79          |
| CEC (mekv./kg)                       | 7 | 90,3   | 88,1   | 67,7    | 105     | 82,6          | 103           |
| BS (%)                               | 7 | 34,1   | 31,7   | 6,83    | 95,0    | 8,29          | 45,3          |
| Bc <sub>VYM</sub> /Al <sub>VYM</sub> | 7 | 4,14   | 0,53   | 0,08    | 26,5    | 0,10          | 0,91          |

-- 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 | 3,47   | 3,39   | 3,27    | 3,70    | 3,37          | 3,60          |
| pH <sub>H2O</sub>                    | 7 | 4,28   | 4,24   | 4,08    | 4,56    | 4,16          | 4,40          |
| Vým. acidita (mekv./kg)              | 7 | 117    | 114    | 108     | 130     | 110           | 125           |
| Cox (%)                              | 7 | 4,24   | 4,02   | 3,26    | 5,85    | 3,46          | 4,71          |
| N (%)                                | 7 | 0,25   | 0,23   | 0,18    | 0,34    | 0,22          | 0,29          |
| C/N                                  | 7 | 17,1   | 16,2   | 14,8    | 20,9    | 14,9          | 19,2          |
| Al <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 1138   | 1103   | 958     | 1438    | 962           | 1311          |
| P <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | 12,2   | 10,6   | 7,26    | 21,3    | 8,19          | 18,0          |
| K <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | 65,6   | 71,4   | 50,8    | 75,3    | 53,8          | 74,0          |
| Ca <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 242    | 239    | 65,7    | 522     | 124           | 294           |
| Mg <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 136    | 124    | 39,0    | 251     | 112           | 160           |
| 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 | 625    | 629    | 593     | 665     | 599           | 644           |
| S <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | 17,4   | 17,7   | 13,2    | 21,7    | 15,0          | 19,6          |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 7 | 90,8   | 85,4   | 55,9    | 172     | 58,2          | 96,3          |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 7 | 99,1   | 97,0   | 82,8    | 116     | 92,1          | 108           |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 168    | 177    | 44,8    | 272     | 146           | 196           |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 290    | 301    | 63,5    | 581     | 166           | 350           |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 2045   | 1795   | 1530    | 3003    | 1646          | 2613          |
| 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 | 1,34   | 1,18   | 0,85    | 2,21    | 0,92          | 1,98          |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 4,45   | 4,87   | 2,39    | 6,47    | 2,70          | 5,34          |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 3774   | 3123   | 2846    | 4886    | 2974          | 4861          |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 168    | 46,0   | 17,6    | 788     | 25,0          | 224           |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 76,1   | 74,6   | 58,0    | 104     | 65,4          | 80,9          |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 7,26   | 5,78   | 5,05    | 11,1    | 5,43          | 10,3          |
| (Al+H) <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 7 | 57,1   | 58,3   | 44,6    | 63,3    | 55,5          | 61,2          |
| K <sub>VYM</sub> (mekv./kg)          | 7 | 1,18   | 1,24   | 0,78    | 1,49    | 0,83          | 1,46          |
| Ca <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 13,7   | 14,1   | 3,06    | 29,9    | 6,37          | 16,0          |
| Mg <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 11,3   | 9,85   | 2,94    | 23,2    | 8,40          | 13,0          |
| Na <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 0,22   | 0,22   | 0,16    | 0,28    | 0,16          | 0,27          |
| Mn <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 0,86   | 0,18   | <0,10   | 2,66    | 0,15          | 2,38          |
| Al <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 48,9   | 50,3   | 37,5    | 58,2    | 43,7          | 53,3          |
| Fe <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 2,22   | 2,55   | 0,78    | 3,87    | 0,82          | 2,65          |
| CEC (mekv./kg)                       | 7 | 83,4   | 86,4   | 64,3    | 99,2    | 75,7          | 89,8          |
| BS (%)                               | 7 | 30,2   | 31,8   | 11,9    | 55,1    | 20,8          | 32,7          |
| Bc <sub>VYM</sub> /Al <sub>VYM</sub> | 7 | 0,58   | 0,54   | 0,16    | 1,46    | 0,30          | 0,61          |

## 7.1.3. Horizont minerální

## Popisné statistiky – horizont minerální – kontrolní porosty (2022)

|                                      | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|--------------------------------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| pH <sub>CaCl2</sub>                  | 7 | 3,94   | 3,78   | 3,54    | 5,01    | 3,68          | 3,99          |
| pH <sub>H2O</sub>                    | 7 | 4,73   | 4,52   | 4,40    | 5,81    | 4,40          | 4,84          |
| Vým. acidita (mekv./kg)              | 7 | 99,5   | 90,4   | 69,6    | 148     | 77,6          | 128           |
| Cox (%)                              | 7 | 4,18   | 4,49   | 1,88    | 5,57    | 3,74          | 4,87          |
| N (%)                                | 7 | 0,22   | 0,23   | 0,11    | 0,28    | 0,21          | 0,26          |
| C/N                                  | 7 | 19,0   | 18,3   | 17,7    | 21,8    | 17,9          | 20,4          |
| Al <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 1700   | 1795   | 1357    | 1860    | 1564          | 1822          |
| P <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | 4,89   | 4,90   | <3,50   | 8,12    | 3,58          | 6,10          |
| K <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | 48,5   | 53,5   | 32,5    | 64,3    | 35,4          | 59,4          |
| Ca <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 343    | 206    | 35,4    | 1549    | 60,8          | 247           |
| Mg <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | --     | 17,4   | <10,0   | 87,0    | <10,0         | 68,9          |
| 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 | 440    | 426    | 169     | 633     | 331           | 572           |
| SM <sub>III</sub> (mg/kg)            | 7 | 25,3   | 23,0   | 16,9    | 37,8    | 20,5          | 32,5          |
| P <sub>du</sub> (mg/kg)              | 7 | 131    | 90,8   | 37,6    | 402     | 43,3          | 160           |
| K <sub>du</sub> (mg/kg)              | 7 | 99,2   | 101    | 60,0    | 153     | 64,3          | 117           |
| Mg <sub>du</sub> (mg/kg)             | 7 | 161    | 67,6   | 14,7    | 402     | 40,7          | 283           |
| Ca <sub>du</sub> (mg/kg)             | 7 | 463    | 251    | 31,5    | 2213    | 91,5          | 287           |
| Al <sub>du</sub> (mg/kg)             | 7 | 4997   | 4427   | 2170    | 9375    | 3078          | 6905          |
| Cd <sub>du</sub> (mg/kg)             | 7 | --     | <0,20  | <0,20   | 0,43    | <0,20         | 0,34          |
| Cr <sub>du</sub> (mg/kg)             | 7 | 4,47   | 2,75   | 0,78    | 11,6    | 1,26          | 9,73          |
| Cu <sub>du</sub> (mg/kg)             | 7 | 4,02   | 4,10   | 1,65    | 7,06    | 1,80          | 6,44          |
| Fe <sub>du</sub> (mg/kg)             | 7 | 9212   | 5286   | 2025    | 23890   | 3378          | 13630         |
| Mn <sub>du</sub> (mg/kg)             | 7 | 139    | 75,5   | 5,48    | 560     | 64,2          | 121           |
| Pb <sub>du</sub> (mg/kg)             | 7 | 67,3   | 63,6   | 37,2    | 90,3    | 53,1          | 85,8          |
| Zn <sub>du</sub> (mg/kg)             | 7 | 13,3   | 12,3   | 4,02    | 30,0    | 6,87          | 14,6          |
| (Al+H) <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 7 | 50,8   | 56,9   | 3,55    | 78,3    | 44,0          | 64,6          |
| K <sub>VYM</sub> (mekv./kg)          | 7 | 0,75   | 0,88   | 0,39    | 1,12    | 0,46          | 1,03          |
| Ca <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 18,9   | 11,5   | 1,63    | 85,8    | 2,93          | 13,6          |
| Mg <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 2,87   | 1,25   | 0,52    | 6,77    | 0,68          | 5,04          |
| Na <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 0,26   | 0,24   | 0,14    | 0,40    | 0,20          | 0,33          |
| Mn <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 0,28   | 0,24   | <0,10   | 0,51    | 0,11          | 0,47          |
| Al <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 46,6   | 54,0   | <3,00   | 72,6    | 40,9          | 61,8          |
| Fe <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 1,45   | 0,81   | <0,30   | 4,44    | 0,40          | 2,36          |
| CEC (mekv./kg)                       | 7 | 73,6   | 64,1   | 56,7    | 99,3    | 62,6          | 95,2          |
| BS (%)                               | 7 | 27,4   | 21,2   | 5,43    | 96,3    | 8,97          | 25,2          |
| Bc <sub>VYM</sub> /Al <sub>VYM</sub> | 7 | 8,91   | 0,29   | 0,06    | 61,1    | 0,10          | 0,38          |

-- 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 | 3,67   | 3,60   | 3,47    | 4,08    | 3,50          | 3,76          |
| pH <sub>H2O</sub>                    | 7 | 4,45   | 4,44   | 4,24    | 4,95    | 4,27          | 4,47          |
| Vým. acidita (mekv./kg)              | 7 | 104    | 105    | 56,8    | 137     | 98,4          | 122           |
| Cox (%)                              | 7 | 3,27   | 2,73   | 2,14    | 5,61    | 2,24          | 4,84          |
| N (%)                                | 7 | 0,19   | 0,17   | 0,15    | 0,29    | 0,16          | 0,23          |
| C/N                                  | 7 | 16,6   | 16,0   | 13,6    | 21,0    | 13,8          | 19,3          |
| Al <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 1486   | 1359   | 1223    | 2157    | 1243          | 1600          |
| P <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | 8,47   | 5,88   | <3,50   | 24,0    | 3,97          | 11,7          |
| K <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | 50,6   | 49,6   | 31,0    | 71,2    | 42,8          | 57,7          |
| Ca <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 156    | 142    | 42,7    | 293     | 61,1          | 240           |
| Mg <sub>MIII</sub> (mg/kg)           | 7 | 83,0   | 88,9   | 19,9    | 142     | 54,4          | 121           |
| 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 | 610    | 622    | 523     | 700     | 540           | 658           |
| S <sub>MIII</sub> (mg/kg)            | 7 | 21,3   | 21,6   | 14,0    | 29,2    | 18,3          | 25,1          |
| P <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 7 | 106    | 99,9   | 51,8    | 174     | 62,0          | 161           |
| K <sub>dus</sub> (mg/kg)             | 7 | 85,2   | 84,1   | 60,5    | 108     | 76,4          | 97,3          |
| Mg <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 130    | 121    | 69,3    | 179     | 97,8          | 177           |
| Ca <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 184    | 181    | 54,1    | 353     | 71,6          | 271           |
| Al <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 3505   | 2678   | 2187    | 6727    | 2541          | 3873          |
| 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 | 2,03   | 2,22   | 1,18    | 2,76    | 1,28          | 2,73          |
| Cu <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 4,08   | 3,74   | 2,28    | 6,81    | 2,39          | 5,84          |
| Fe <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 7505   | 5160   | 4555    | 13730   | 4992          | 12310         |
| Mn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 238    | 102    | 70,1    | 900     | 83,1          | 225           |
| Pb <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 72,4   | 66,1   | 54,1    | 101     | 56,1          | 93,5          |
| Zn <sub>dus</sub> (mg/kg)            | 7 | 7,84   | 8,47   | 5,19    | 11,5    | 5,42          | 9,20          |
| (Al+H) <sub>VYM</sub> (mekv./kg)     | 7 | 62,9   | 66,6   | 26,7    | 83,3    | 55,3          | 73,8          |
| K <sub>VYM</sub> (mekv./kg)          | 7 | 0,86   | 0,83   | 0,47    | 1,34    | 0,70          | 1,06          |
| Ca <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 8,57   | 8,63   | 2,10    | 15,9    | 2,66          | 12,9          |
| Mg <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 6,47   | 7,27   | 1,51    | 11,3    | 3,95          | 8,97          |
| Na <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 0,21   | 0,17   | 0,13    | 0,39    | 0,15          | 0,23          |
| Mn <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 0,64   | 0,31   | 0,19    | 1,96    | 0,27          | 1,14          |
| Al <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 56,9   | 59,3   | 22,4    | 73,0    | 53,4          | 67,5          |
| Fe <sub>VYM</sub> (mekv./kg)         | 7 | 2,33   | 1,86   | <0,3    | 5,23    | 0,69          | 3,44          |
| CEC (mekv./kg)                       | 7 | 79,0   | 81,3   | 52,2    | 101     | 68,5          | 88,8          |
| BS (%)                               | 7 | 21,7   | 19,3   | 6,75    | 48,7    | 9,17          | 28,4          |
| Bc <sub>VYM</sub> /Al <sub>VYM</sub> | 7 | 0,37   | 0,25   | 0,08    | 1,14    | 0,11          | 0,43          |

## 7.1.4. Smrk ztepilý – jehlice běžného roku

## Popisné statistiky – smrk ztepilý (jehlice běžného roku) – kontrolní porosty (2022)

|            | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| Al (mg/kg) | 7 | 75,3   | 73,4   | 40,3    | 102     | 58,2          | 95,6          |
| B (mg/kg)  | 7 | 13,4   | 13,5   | 7,82    | 18,5    | 8,31          | 17,6          |
| Ca (mg/kg) | 7 | 4449   | 4978   | 2820    | 6472    | 3013          | 5049          |
| Cd (mg/kg) | 7 | --     | 0,04   | <0,02   | 0,12    | <0,02         | 0,06          |
| Cr (mg/kg) | 7 | 0,18   | 0,19   | 0,14    | 0,23    | 0,14          | 0,20          |
| Cu (mg/kg) | 7 | 2,29   | 2,26   | 2,02    | 2,56    | 2,21          | 2,40          |
| Fe (mg/kg) | 7 | 46,2   | 45,6   | 33,4    | 57,0    | 42,6          | 53,1          |
| K (mg/kg)  | 7 | 4418   | 4569   | 3187    | 5158    | 3824          | 5128          |
| Mg (mg/kg) | 7 | 826    | 823    | 562     | 989     | 755           | 955           |
| Mn (mg/kg) | 7 | 318    | 262    | 165     | 587     | 166           | 461           |
| N (%)      | 7 | 1,30   | 1,30   | 1,14    | 1,55    | 1,18          | 1,39          |
| Ni (mg/kg) | 7 | 0,51   | 0,46   | 0,26    | 1,02    | 0,32          | 0,56          |
| P (mg/kg)  | 7 | 1203   | 1142   | 945     | 1907    | 1032          | 1155          |
| Pb (mg/kg) | 7 | <0,20  | 0,25   | <0,20   | 0,27    | <0,20         | 0,26          |
| S (mg/kg)  | 7 | 865    | 854    | 764     | 997     | 809           | 932           |
| Zn (mg/kg) | 7 | 28,8   | 29,4   | 19,5    | 34,1    | 25,8          | 32,5          |

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

## 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 | 63,3   | 61,6   | 24,3    | 103     | 52,2          | 76,0          |
| B (mg/kg)  | 7 | 13,3   | 14,2   | 6,65    | 17,5    | 9,83          | 17,0          |
| Ca (mg/kg) | 7 | 4013   | 4130   | 3582    | 4392    | 3723          | 4236          |
| Cd (mg/kg) | 7 | 0,05   | 0,05   | <0,02   | 0,08    | 0,03          | 0,07          |
| Cr (mg/kg) | 7 | 0,18   | 0,18   | 0,16    | 0,23    | 0,17          | 0,20          |
| Cu (mg/kg) | 7 | 2,32   | 2,32   | 1,96    | 2,55    | 2,18          | 2,51          |
| Fe (mg/kg) | 7 | 43,0   | 43,1   | 36,0    | 58,4    | 36,9          | 44,4          |
| K (mg/kg)  | 7 | 4364   | 4295   | 3728    | 5015    | 4086          | 4736          |
| Mg (mg/kg) | 7 | 1014   | 1007   | 878     | 1112    | 985           | 1069          |
| Mn (mg/kg) | 7 | 360    | 323    | 48,5    | 640     | 155           | 618           |
| N (%)      | 7 | 1,27   | 1,28   | 1,06    | 1,45    | 1,20          | 1,37          |
| Ni (mg/kg) | 7 | 0,35   | 0,33   | 0,15    | 0,62    | 0,23          | 0,44          |
| P (mg/kg)  | 7 | 1203   | 1121   | 969     | 1630    | 1078          | 1308          |
| Pb (mg/kg) | 7 | <0,20  | <0,20  | <0,20   | 0,24    | <0,20         | <0,20         |
| S (mg/kg)  | 7 | 855    | 856    | 787     | 926     | 800           | 904           |
| Zn (mg/kg) | 7 | 27,1   | 26,8   | 22,3    | 32,2    | 25,7          | 28,6          |

## 7.1.5. Smrk ztepilý – jehlice předchozího roku

Popisné statistiky – smrk ztepilý (jehlice předchozího roku) – kontrolní porosty (2022)

|            | N | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil |
|------------|---|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| Al (mg/kg) | 7 | 96,8   | 105    | 56,0    | 123     | 72,9          | 118           |
| B (mg/kg)  | 7 | 12,5   | 10,3   | 6,60    | 19,5    | 7,07          | 19,1          |
| Ca (mg/kg) | 7 | 6704   | 6789   | 3433    | 10880   | 4955          | 7527          |
| Cd (mg/kg) | 7 | --     | 0,04   | <0,02   | 0,08    | <0,02         | 0,07          |
| Cr (mg/kg) | 7 | 0,21   | 0,20   | 0,18    | 0,23    | 0,19          | 0,23          |
| Cu (mg/kg) | 7 | 1,95   | 2,05   | 1,51    | 2,19    | 1,55          | 2,17          |
| Fe (mg/kg) | 7 | 55,8   | 59,4   | 39,9    | 63,8    | 48,8          | 59,7          |
| K (mg/kg)  | 7 | 4097   | 4237   | 3176    | 5018    | 3404          | 4971          |
| Mg (mg/kg) | 7 | 811    | 850    | 495     | 1087    | 610           | 963           |
| Mn (mg/kg) | 7 | 365    | 360    | 160     | 616     | 193           | 589           |
| N (%)      | 7 | 1,11   | 1,13   | 0,74    | 1,32    | 1,09          | 1,21          |
| Ni (mg/kg) | 7 | 0,40   | 0,34   | 0,29    | 0,66    | 0,30          | 0,49          |
| P (mg/kg)  | 7 | 1069   | 962    | 723     | 1959    | 908           | 1028          |
| Pb (mg/kg) | 7 | --     | 0,23   | <0,20   | 0,35    | <0,20         | 0,26          |
| S (mg/kg)  | 7 | 858    | 822    | 766     | 1001    | 794           | 928           |
| Zn (mg/kg) | 7 | 29,6   | 28,1   | 15,3    | 39,4    | 26,7          | 38,3          |

-- hodnota neuvedena pro vysoký výskyt hodnot pod limitem detekce

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 | 80,9   | 82,5   | 30,0    | 121     | 63,2          | 110           |
| B (mg/kg)  | 7 | 12,0   | 11,9   | 5,75    | 16,6    | 7,83          | 15,7          |
| Ca (mg/kg) | 7 | 6264   | 6075   | 5379    | 7063    | 5748          | 7035          |
| Cd (mg/kg) | 7 | 0,05   | 0,05   | <0,02   | 0,08    | 0,03          | 0,07          |
| Cr (mg/kg) | 7 | 0,19   | 0,19   | 0,14    | 0,23    | 0,17          | 0,21          |
| Cu (mg/kg) | 7 | 1,62   | 1,70   | 1,22    | 2,04    | 1,31          | 1,93          |
| Fe (mg/kg) | 7 | 52,3   | 48,4   | 38,2    | 66,6    | 45,9          | 64,3          |
| K (mg/kg)  | 7 | 3520   | 3569   | 3056    | 4031    | 3269          | 3742          |
| Mg (mg/kg) | 7 | 1030   | 1076   | 802     | 1163    | 915           | 1134          |
| Mn (mg/kg) | 7 | 507    | 441    | 63,5    | 960     | 197           | 837           |
| N (%)      | 7 | 1,20   | 1,20   | 1,04    | 1,31    | 1,15          | 1,27          |
| Ni (mg/kg) | 7 | 0,29   | 0,25   | 0,16    | 0,52    | 0,23          | 0,36          |
| P (mg/kg)  | 7 | 998    | 930    | 810     | 1483    | 816           | 1135          |
| Pb (mg/kg) | 7 | <0,20  | <0,20  | <0,20   | 0,28    | <0,20         | 0,25          |
| S (mg/kg)  | 7 | 849    | 837    | 803     | 896     | 815           | 896           |
| Zn (mg/kg) | 7 | 25,3   | 24,5   | 18,8    | 32,8    | 23,0          | 27,9          |

## 7.2. Kartogramy

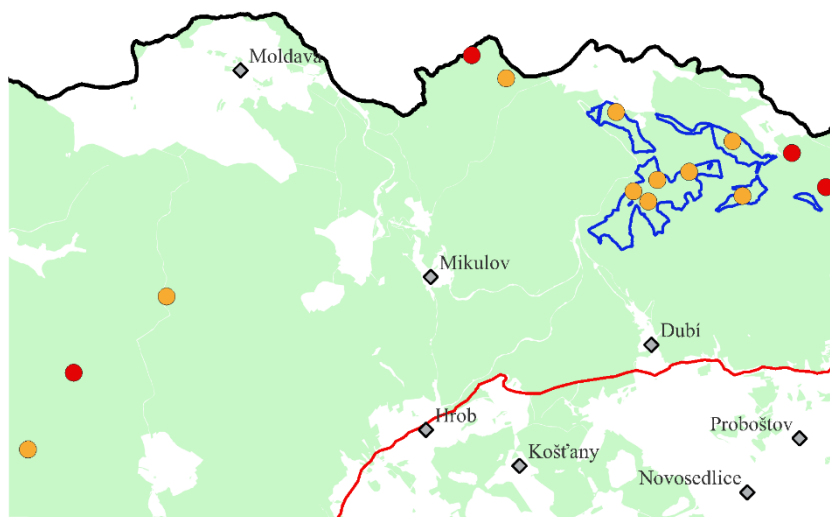
### 7.2.1. $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$

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

#### Nadložní organický horizont $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$

- extrémně kyselá
- velmi silně kyselá
- silně kyselá
- kyselá
- slabě kyselá - neutrální
- alkalická
- vápnění 2017
- hranice PLO
- státní hranice
- lesy

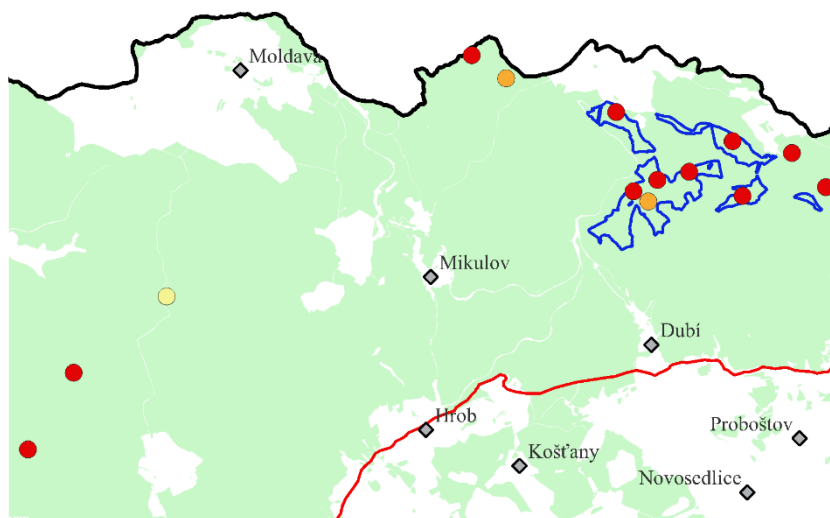
Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL



#### Horizont organominerální $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$

- extrémně kyselá
- velmi silně kyselá
- silně kyselá
- kyselá
- slabě kyselá - neutrální
- alkalická
- vápnění 2017
- hranice PLO
- státní hranice
- lesy

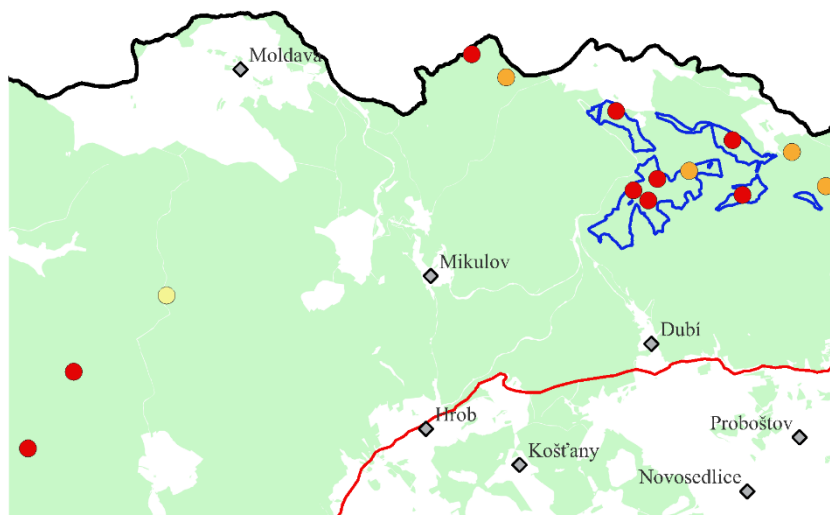
Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL



#### Horizont minerální $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$

- extrémně kyselá
- velmi silně kyselá
- silně kyselá
- kyselá
- slabě kyselá - neutrální
- alkalická
- vápnění 2017
- hranice PLO
- státní hranice
- lesy

Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL



## 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)

≤ 2000

2001 - 4000

4001 - 6000

6001 - 8000

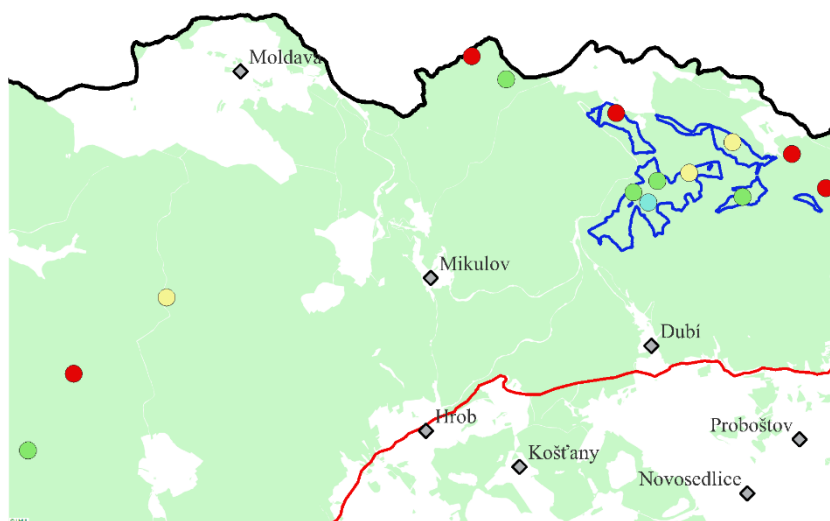
> 8000

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

### Horizont organominerální

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

≤ 200

201 - 400

401 - 600

601 - 800

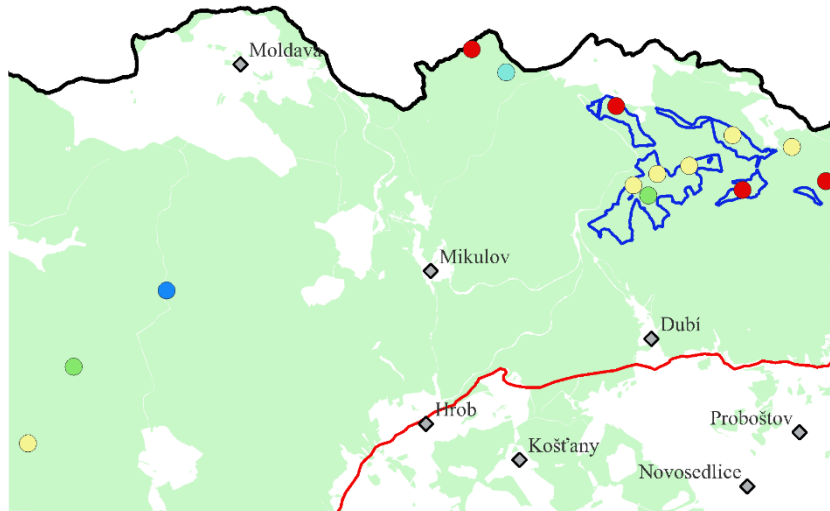
> 800

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

### Horizont minerální

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

≤ 100

101 - 200

201 - 300

301 - 400

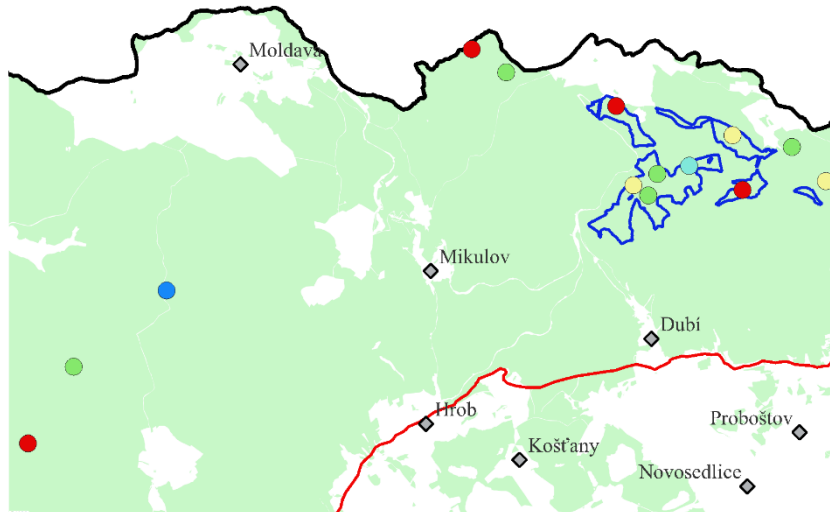
> 400

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

## 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)

$\leq 100$

101 - 200

201 - 300

301 - 400

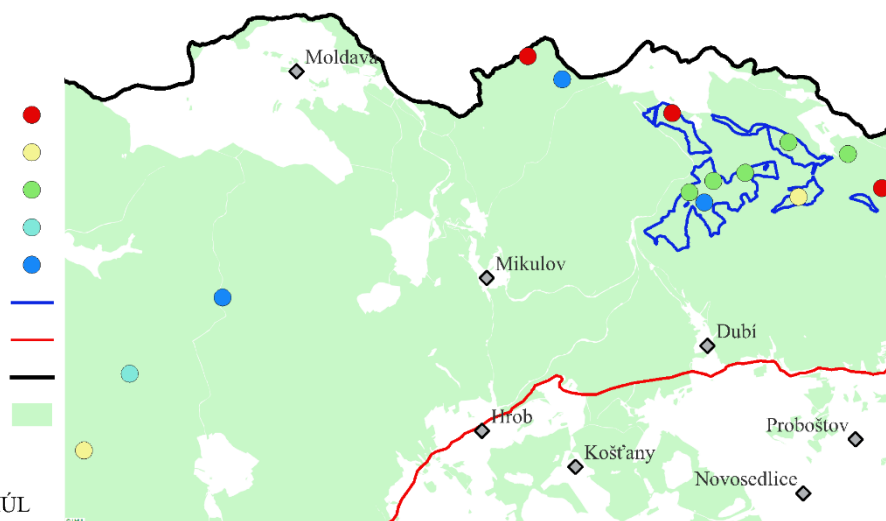
> 400

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

### Horizont minerální

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

$\leq 100$

101 - 200

201 - 300

301 - 400

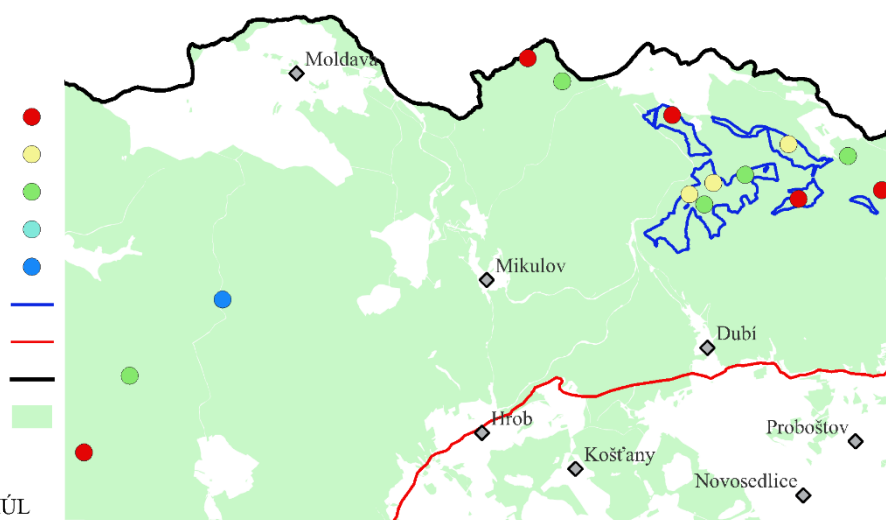
> 400

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

## 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)

$\leq 5$

5,01 - 10

10,01 - 15

15,01 - 20

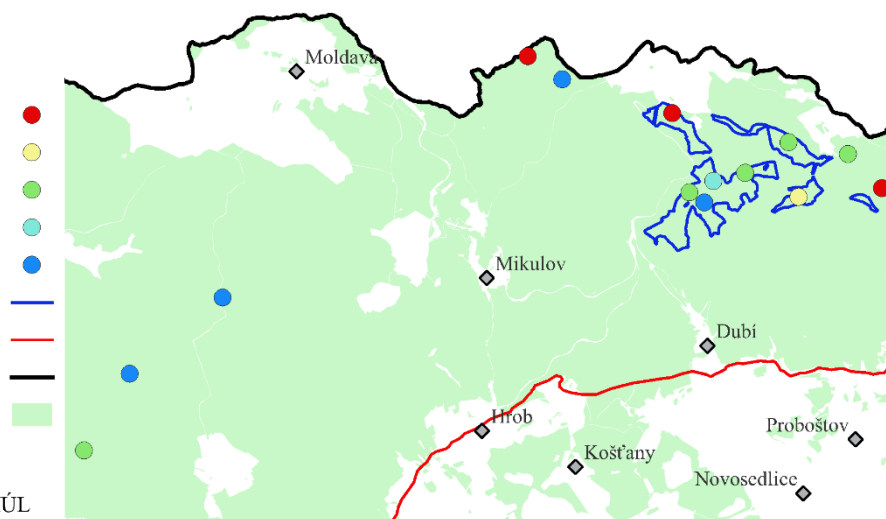
> 20

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

### Horizont minerální

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

$\leq 5$

5,01 - 10

10,01 - 15

15,01 - 20

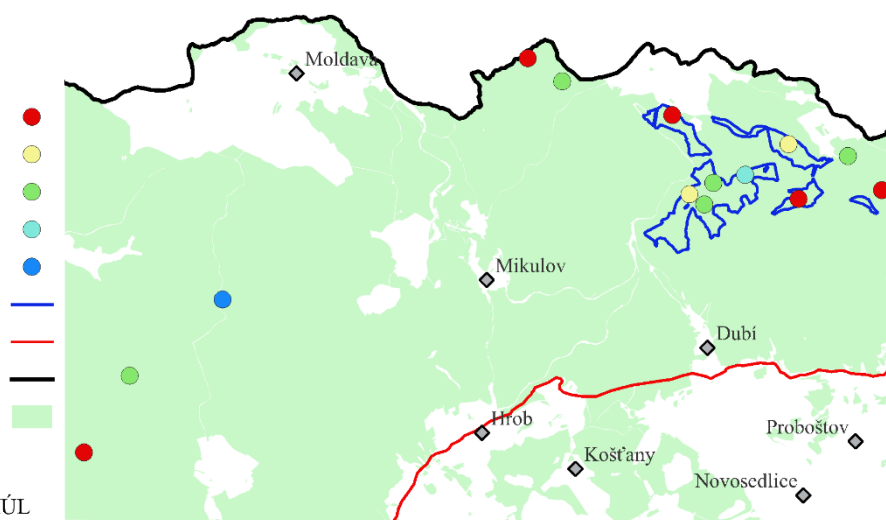
> 20

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

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

### Smrk ztepilý (jehlice běžného roku)

Obsah Ca (mg/kg)

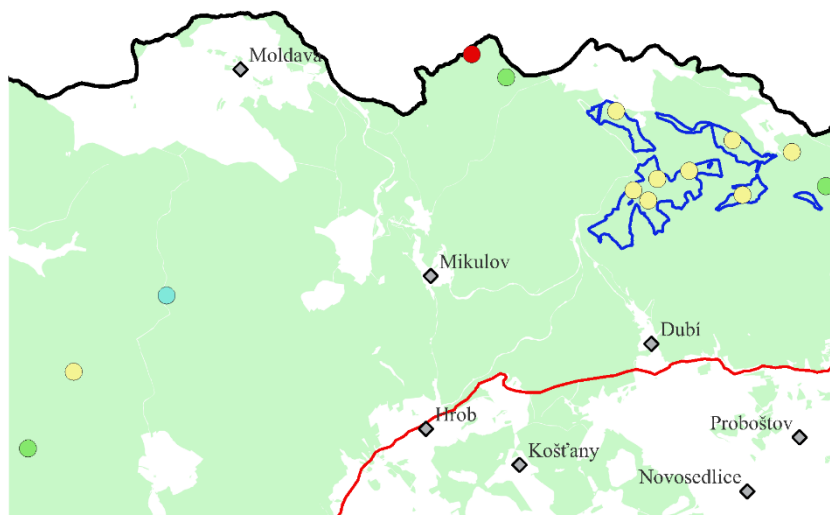
- ≤ 3000 (nedostatečný)
- 3001 - 4500 (nízký)
- 4501 - 6000 (vyhovující)
- 6001 - 7500 (vysoký)
- > 7500 (luxusní)

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

### Smrk ztepilý (jehlice předchozího roku)

Obsah Ca (mg/kg)

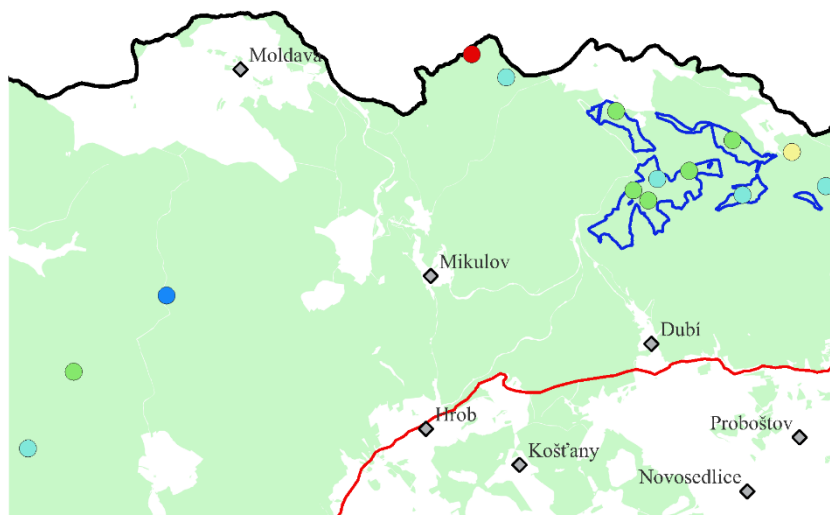
- ≤ 3500 (nedostatečný)
- 3501 - 5000 (nízký)
- 5001 - 6500 (vyhovující)
- 6501 - 8000 (vysoký)
- > 8000 (luxusní)

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

### 7.2.3. Hořčík

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

#### Nadložní organický horizont

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

≤ 1000

1001 - 2000

2001 - 3000

3001 - 4000

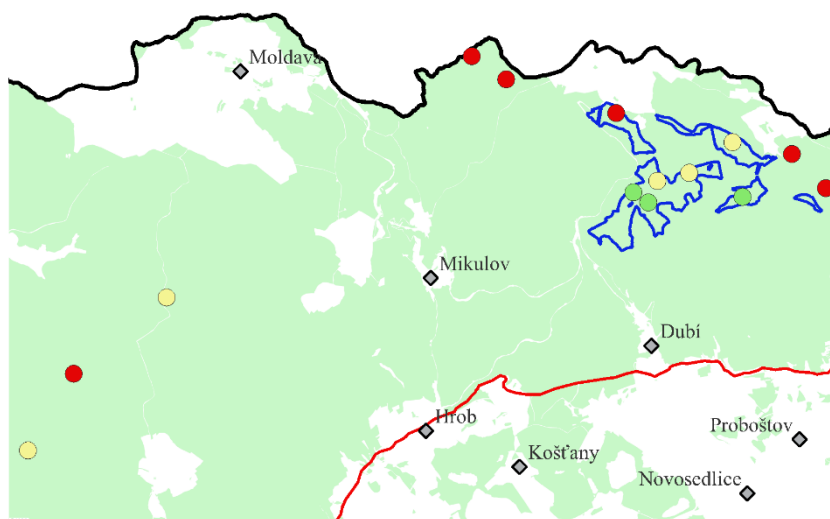
> 4000

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

#### Horizont organominerální

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

≤ 50

50,1 - 100

100,1 - 150

150,1 - 200

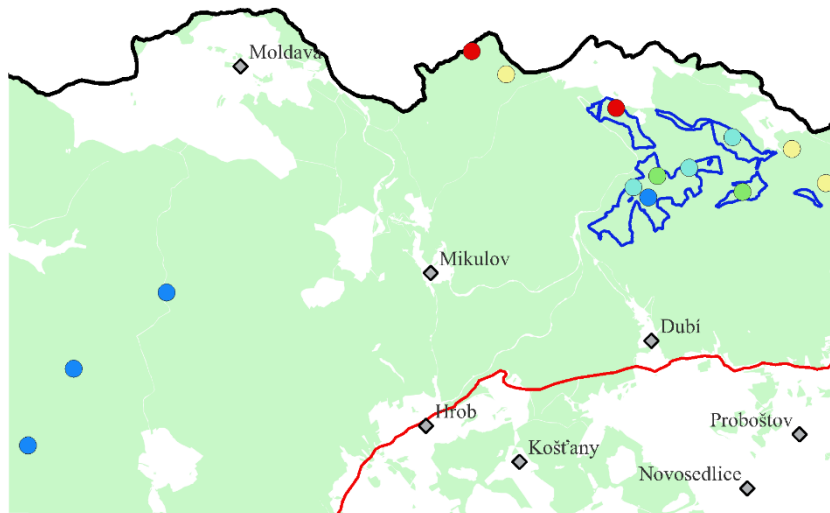
> 200

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

#### Horizont minerální

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

≤ 50

50,1 - 100

100,1 - 150

150,1 - 200

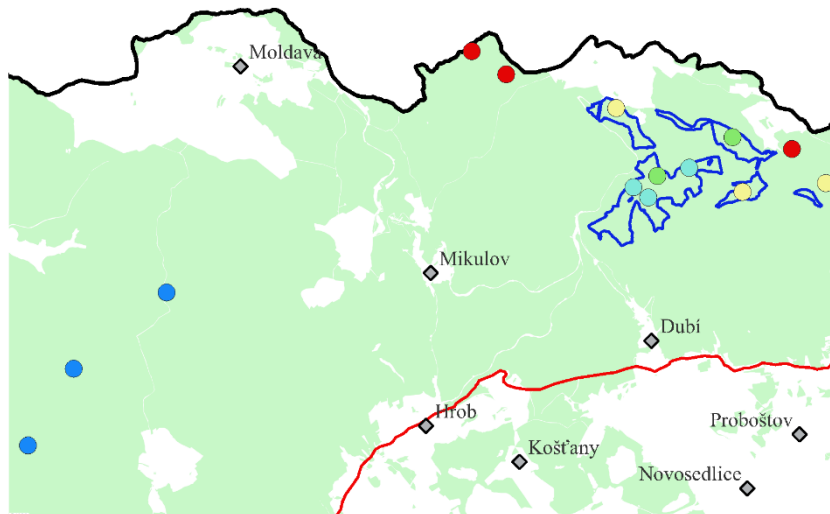
> 200

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

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

## Horizont organominerální

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

$\leq 40$

40,1 - 80

80,1 - 120

120,1 - 160

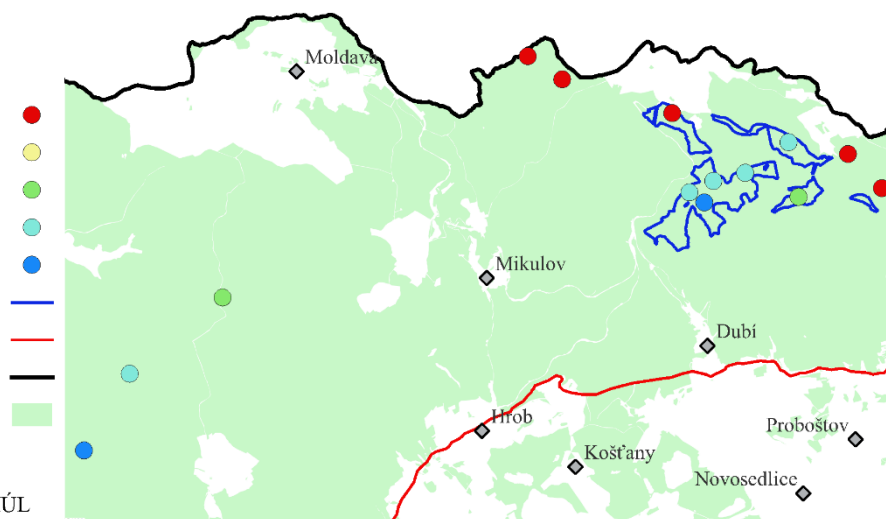
$> 160$

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

## Horizont minerální

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

$\leq 20$

20,1 - 40

40,1 - 60

60,1 - 80

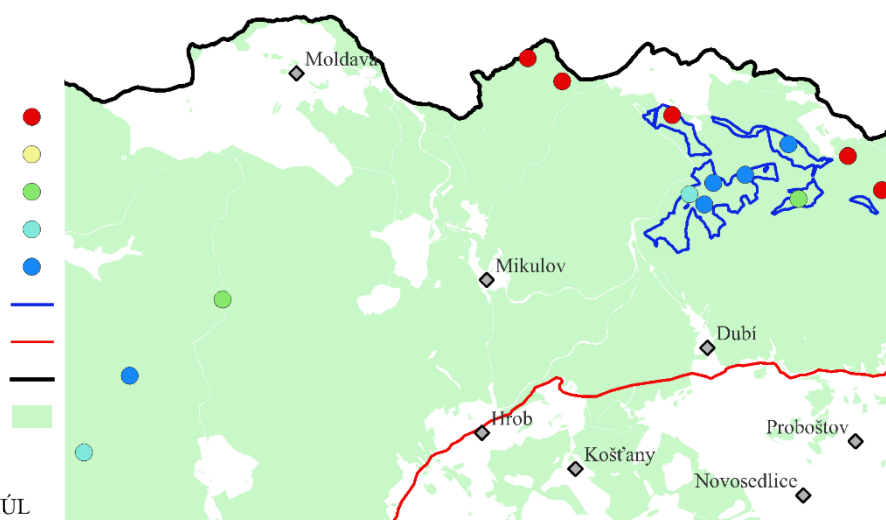
$> 80$

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

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

#### Horizont organominerální

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

$\leq 4$

4,01 - 8

8,01 - 12

12,01 - 16

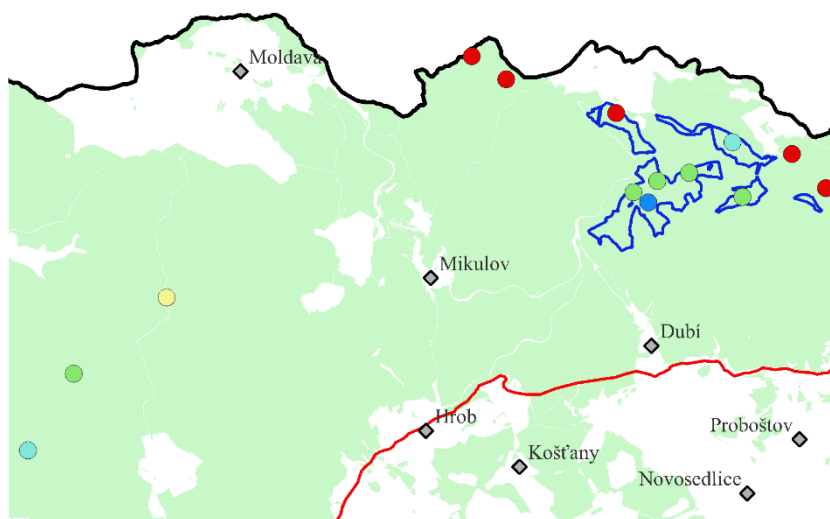
$> 16$

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

#### Horizont minerální

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

$\leq 2$

2,01 - 4

4,01 - 6

6,01 - 8

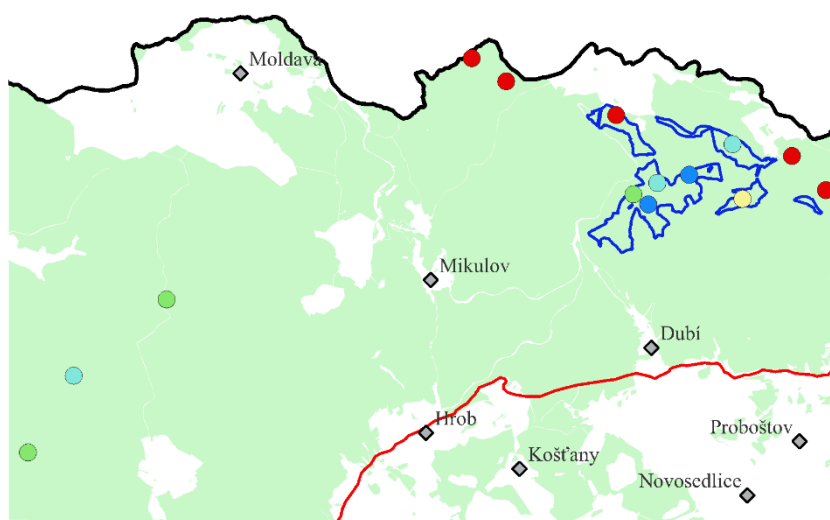
$> 8$

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

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

**Smrk ztepilý  
(jehlice běžného roku)****Obsah Mg (mg/kg)**

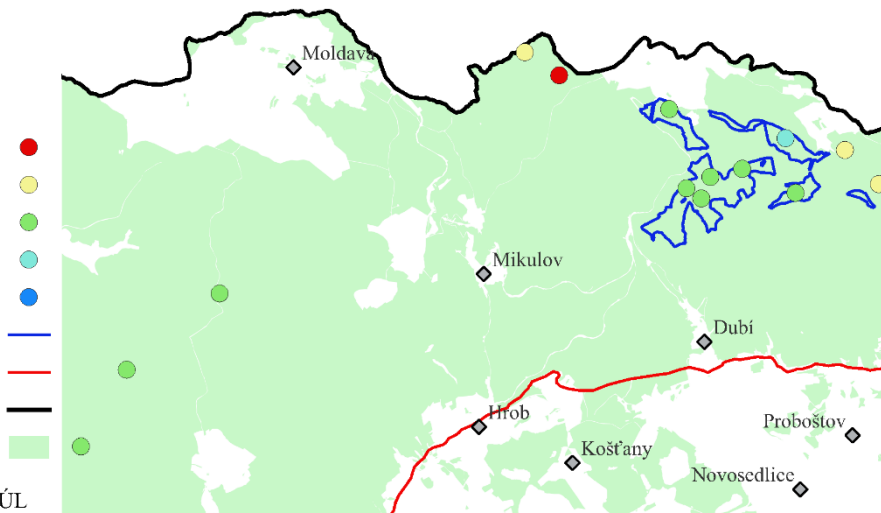
|             |                |
|-------------|----------------|
| ≤ 600       | (nedostatečný) |
| 601 - 850   | (nízký)        |
| 851 - 1100  | (vyhovující)   |
| 1101 - 1350 | (vysoký)       |
| > 1350      | (luxusní)      |

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL

**Smrk ztepilý  
(jehlice předchozího roku)****Obsah Mg (mg/kg)**

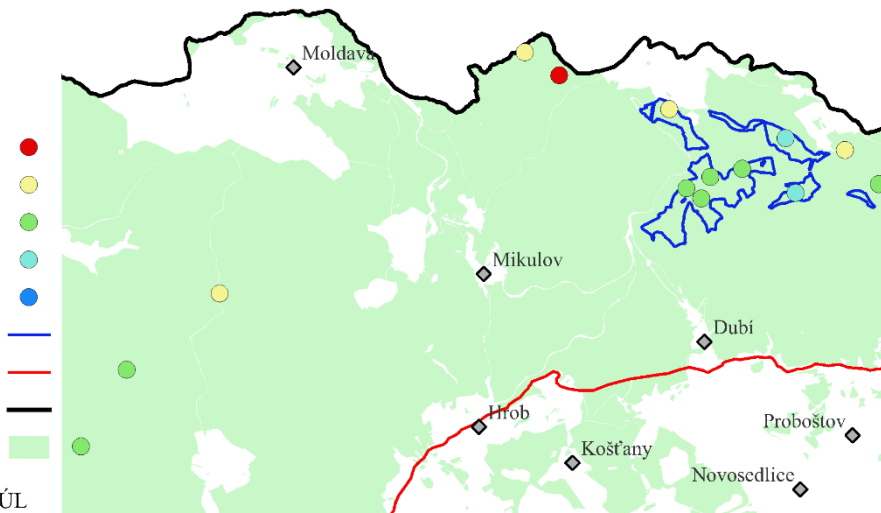
|             |                |
|-------------|----------------|
| ≤ 600       | (nedostatečný) |
| 601 - 850   | (nízký)        |
| 851 - 1100  | (vyhovující)   |
| 1101 - 1350 | (vysoký)       |
| > 1350      | (luxusní)      |

vápnění 2017

hranice PLO

státní hranice

lesy



Podkladová data: © ČÚZK, © UHÚL