

METODIKA VÝBĚRU PLOCH PRO VÁPNĚNÍ LESNÍCH PŮD

LESNICKÝ PRŮVODCE



doc. Ing. VÍT ŠRÁMEK, Ph.D.

Ing. VĚRA FADRHOŇSOVÁ

Ing. LUCIE JURKOVSKÁ



Certifikovaná metodika

7/2014

Metodika výběru ploch pro vápnění lesních půd

Certifikovaná metodika

doc. Ing. Vít Šrámek, Ph.D.

Ing. Věra Fadrhonsová

Ing. Lucie Jurkovská

Strnady 2014

Lesnický průvodce 7/2014

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

<http://www.vulhm.cz>

Vedoucí redaktorka: Šárka Holzbachová, DiS.; e-mail: holzbachova@vulhm.cz

Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz

Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-088-1

ISSN 0862-7657

SELECTION OF APPROPRIATE PLOTS FOR FOREST SOIL LIMING

Abstract

Current period of forest soil liming in the Czech Republic is launched by the government resolutions 532/2000 and 22/2004. New knowledge from soil surveys has led to the update of liming plot selection criteria. Methods of plot selection are described in flowcharts starting with general visual assessment of forest vitality and nutrition. In the next step, the area with special protection in terms of nature conservation, water protection or other landscape functions are excluded or the impact of liming should be considered by responsible bodies. Moreover, the “control” plots and plots, limed before no more than 5 years have to be excluded. Site index is the base for excluding peat bogs and waterlogged sites and then the important soil and nutritional parameters are assessed. In the end of the process the required state of forest stand and recommended technological features of proposed liming project are proposed.

Key words: forest soils, liming, plot selection, site index, forest nutrition, environmental risks

Oponenti: Ing. Jiří Bílý, Ph.D. – Ministerstvo zemědělství ČR
prof. Ing. Jiří Kulhavý, CSc. – Mendelova univerzita v Brně
Ing. Václav Rybář – Lesy České republiky, s.p

Adresa autorů:

doc. Ing. Vít Šrámek, Ph.D.; Ing. Věra Fadrhonsová; Ing. Lucie Jurková

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

e-mail: sramek@vulhm.cz

fadrhonsova@vulhm.cz

jurkovska@vulhm.cz

Obsah:

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | Cíl metodiky | 7 |
| 2 | Vlastní popis metodiky | 7 |
| 2.1 | Úvod | 7 |
| 2.1.1 | Historická zátěž lesních půd | 7 |
| 2.1.2 | Stav lesních půd | 9 |
| 2.1.3 | Historie vápnění lesů v České republice..... | 13 |
| 2.2 | Výběr ploch pro vápnění lesních porostů | 15 |
| A | Výběr oblastí pro vápnění | 15 |
| B | Zájmy ochrany přírody | 16 |
| C | Vodohospodářské zájmy | 16 |
| D | Další funkce území..... | 17 |
| E | Systém aplikací vápence | 17 |
| F | Typologické charakteristiky porostů | 18 |
| G | Půdní vlastnosti | 19 |
| H | Charakteristiky porostů | 23 |
| I | Technologické hledisko výběru plochy | 23 |
| 3 | Srovnání novosti postupů..... | 25 |
| 4 | Popis uplatnění certifikované metodiky | 25 |
| 5 | Ekonomické aspekty..... | 25 |
| 6 | Dedikace | 26 |
| 7 | Seznam použité související literatury | 26 |
| 8 | Seznam publikací, které předcházely metodice..... | 29 |
| | Summary | 31 |

1 CÍL METODIKY

Cílem metodiky je na základě současných poznatků stanovit postupy výběru vhodných lokalit pro vápnění lesních porostů, tak aby byl zásah odůvodněný, efektivní, přinesl požadované výsledky z hlediska zlepšení výživy a zachování či zlepšení zdravotního stavu lesních porostů a zároveň aby byla minimalizována environmentální rizika, která jsou s prováděním vápnění (ať již leteckou či pozemní aplikací) spojena. Metodika aktualizuje dosavadní systém výběru vhodných lokalit pro plošnou melioraci lesních půd (ŠRÁMEK 2005).

2 VLASTNÍ POPIS METODIKY

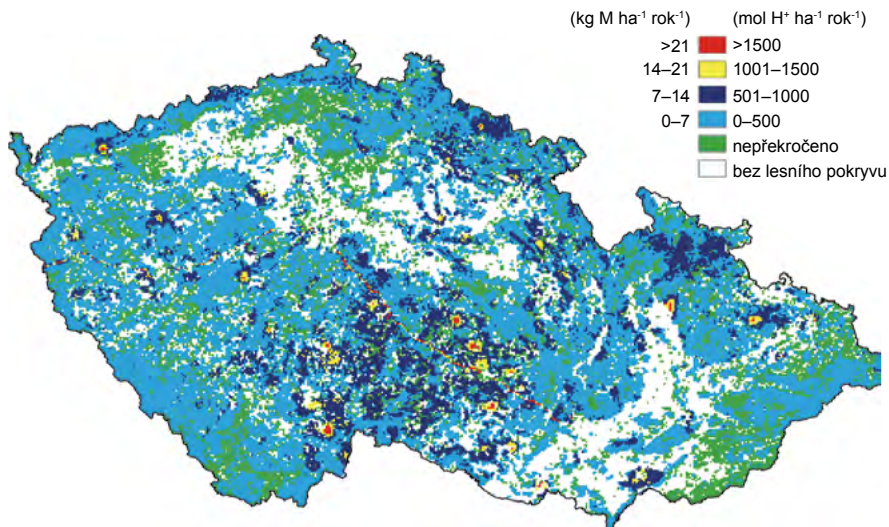
2.1 Úvod

2.1.1 Historická zátěž lesních půd

Lesní půdy tvoří jednu ze zásadních součástí lesního ekosystému – přesto je někdy jejich význam poněkud přehlížen. Půda a klima jsou dva základní činitelé, které formují vývoj lesního společenstva na daném stanovišti, jeho růstové vlastnosti včetně vitality i schopnosti překonávat rušivé vlivy. V lesním ekosystému je s půdou těsně provázána biologická složka (hlavně rostliny, ale druhotně i živočichové) a v širším měřítku i atmosféra. Jakákoliv změna jedné z těchto tří složek vede následně ke změnám v celém systému (FISHER, BINKLEY 2000). V oblasti střední Evropy byly lesy a lesní půdy v minulosti vystaveny výrazné imisní zátěži. Ta vrcholila v 70. a 80. letech dvacátého století. K nejvýraznějším škodám na lesních porostech docházelo zejména v oblasti Krušných hor, kde odumřely lesní porosty na téměř 40 tisících hektarech (KUBELKA 1992, ŠRÁMEK a kol. 2008a). Silně imisně zatížené byly také Jizerské hory, Orlické hory, Jeseníky, Moravskoslezské Beskydy i další pohorí. Celkově došlo k výraznému poškození až odumření více než 100 000 ha lesů. Hlavní příčinou akutních škod na lesních porostech byly vysoké koncentrace oxidu siřičitého, který byl produkován především spalováním méně kvalitního hnědého uhlí (LOMSKÝ, PFANZ 2002). Produkce této škodliviny významně poklesla v průběhu 90. let (HŮNOVÁ a kol. 2004), což vedlo k postupnému zlepšení zdravotního stavu lesa v tradičních imisních oblastech.

Z hlediska vývoje lesních půd ovšem k pozitivním změnám nedošlo. Acidifikace lesních půd ve dvacátém století byla způsobena především kyselými dešti obsahujícími vysoké obsahy síry (ve formě síranů SO_4^-) a dusíku (ve formě nitrátů NO_3^- a amonných iontů NH_4^+). Ty způsobují změnu v sorpčním komplexu lesních půd, kdy vlivem vodíkových iontů dochází k vyplavování bazických živin (vápníku, hořčíku a draslíku) z kořenového prostoru rostlin a naopak k uvolňování hliníku, jehož vysoké koncentrace mohou být pro jemné kořeny rostlin toxické (ALEWELL a kol. 2001). Kromě působení na lesní půdy mohou kyselé spady – depozice síry a dusíku – vyplavovat bazické kationty i přímo z korun stromů (MENGEL a kol. 1987, KAUPENJOHANN 1989). Nejohroženější jsou oblasti, které mají přirozeně vyšší citlivost z hlediska geologického, biologického a klimatického (KRUG, FRINK 1986). Depozice síry představovaly rozhodující acidifikační složku v průběhu dvacátého století. Jejich rozložení na území České republiky bylo rovnoměrnější než u plynného znečištění SO_2 , protože kyselé látky ve srážkách podléhají výraznějšímu dálkovému transportu než plyny. Také u depozice síry došlo v průběhu 90. let k poklesu, i když již nebyl tak výrazný jako pokles produkce SO_2 . Podstatnou úlohu v acidifikaci hrají také depozice dusíku, jejichž úroveň se za posledních dvacet let nesnížila tak výrazně jako u síry. Dusík se kromě vyplavování bazických kationtů na rozdíl od síry významně podílí také na výživě rostlin, patří mezi hlavní biogenní prvky. Zvýšená dostupnost dusíku v přístupných formách – eutrofizace - může vést k rychlejšímu růstu, a tedy zvýšenému odběru bazických kationtů kořeny rostlin, čímž jsou urychlovány procesy přirozené acidifikace. Mezi ně patří uvolňování vodíkových iontů do lesních půd při rozkladu organické hmoty, jejich vylučování kořeny stromů při získávání bazických živin a chemické reakce při změnách forem dusíku v půdě (ULRICH a kol. 1989; KHANNA, ULRICH 1985). Zvýšený růst biomasy znamená i vyšší nároky na zásobení rostlin dalšími živinami a často může způsobovat nerovnováhy ve výživě dřevin (TOMLISON 2003).

Míra ovlivnění lesních ekosystémů kyselými depozicemi závisí na jejich schopnosti pufovat kyselé látky (KRUG, FRINK 1986). Kyselé depozice mají výrazně vyšší vliv na porosty rostoucí na chudých kyselých půdách v oblastech chladného klimatu než na lesy na bohatších stanovištích s vysokým obsahem bazických živin. Proto jsou pro hodnocení rizika v případě depozic používány takzvané kritické zátěže, které zohledňují jednak velikost depozice samotné, jednak schopnost ekosystémů vyrovnávat vstup kyselých látek (NILSSON, GRENNFELT 1998, DE VRIES a kol. 2000). Kritická zátěž je definována jako nejvyšší dávka zatížení danou látkou, která ještě nezpůsobí chemické změny vedoucí k dlouhotrvajícím škodlivým účinkům na strukturu a funkci ekosystému (SKOŘEPOVÁ 2007). Zatímco kritická zátěž depozicemi síry je v současné době v České republice překračována pouze na malé části území, depozice dusíku stále hraje významnou roli v dalším narušování půdního prostředí lesních ekosystémů (obr. 1.)



Obr. 1.: Překročení kritické zátěže dusíku na území České republiky

2.1.2 Stav lesních půd

V letech 2005-2008 proběhlo hodnocení chemismu lesních půd na plochách monitoringu ICP Forests v rámci celoevropského projektu BioSoil (DE Vos, COOLS 2011, ŠRÁMEK et al. 2008b). Výsledky představují poměrně aktuální informaci o stavu lesních půd v České republice (tab. 1). Většina lesních půd v České republice se řadí k půdám silně až středně kyselým. Podle aktivního $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ patří do silně kyselé oblasti (3,5–4,5) téměř tři čtvrtiny všech odebraných vzorků povrchového humusu (73 %) a prakticky stejný podíl svrchních minerálních horizontů do hloubky 20 cm. Tyto svrchní vrstvy půdy jsou nejvíce ovlivněny dlouhodobou acidifikací kyselými srážkami, ve smrkových porostech zároveň představují hlavní zónu prokořenění. Při pohledu na půdní reakci povrchových horizontů lesních půd (obr. 2) je patrné, že výrazně acidifikovány nejsou půdy pouze v pohraničních pohořích, jež obvykle vnímáme jako klasické „imisní“ lokality. Naopak lze konstatovat, že s výjimkou jižní Moravy silně kyselé půdy na území ČR zcela převládají.

Vápník je v minerálních horizontech na většině ploch v mírném až výrazném nedostatku. Jako výrazný deficit Ca bývá uváděna hodnota $140 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Do této kategorie spadá 61 % vzorků horizontu svrchní minerální půdy 0–10 cm, 71 % vzorků z hloubky 10–20 cm, 67 % vzorků z vrstvy 20–40 cm a 53 % vzorků z hlubších vrstev

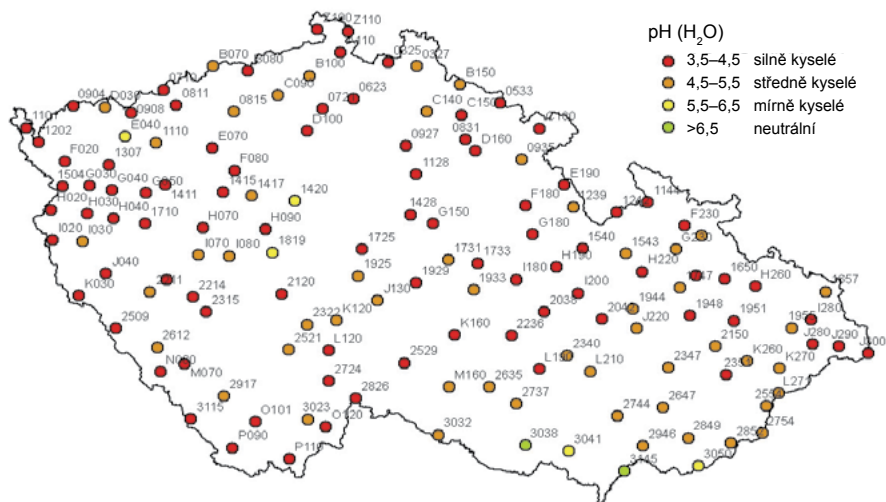
Tab. 1: Základní charakteristiky chemických vlastností půd na plochách programu BioSoil podle jednotlivých odebíraných vrstev

| | | FH | 0–10 cm | 10–20 cm | 20–40 cm | 40–80 cm |
|-------------------------------------|-------------|------|---------|----------|----------|----------|
| pH(H₂O) | medián | 4,27 | 4,20 | 4,39 | 4,56 | 4,77 |
| | 25% kvantil | 4,02 | 4,02 | 4,26 | 4,43 | 4,53 |
| | 75% kvantil | 4,54 | 4,45 | 4,58 | 4,82 | 5,14 |
| pH(CaCl₂) | medián | 3,44 | 3,55 | 3,78 | 3,94 | 4,10 |
| | 25% kvantil | 3,15 | 3,37 | 3,64 | 3,82 | 3,93 |
| | 75% kvantil | 3,85 | 3,76 | 3,95 | 4,15 | 4,32 |
| N_{tot} [%] | medián | 1,41 | 0,18 | 0,10 | 0,06 | 0,04 |
| | 25% kvantil | 1,23 | 0,12 | 0,07 | 0,04 | 0,03 |
| | 75% kvantil | 1,65 | 0,27 | 0,14 | 0,10 | 0,07 |
| K [mg.kg ⁻¹] | medián | 349 | 44 | 29 | 28 | 35 |
| | 25% kvantil | 270 | 31 | 20 | 18 | 18 |
| | 75% kvantil | 490 | 62 | 43 | 49 | 58 |
| Ca [mg.kg ⁻¹] | medián | 1995 | 100 | 49 | 50 | 126 |
| | 25% kvantil | 1228 | 46 | 21 | 17 | 19 |
| | 75% kvantil | 3437 | 287 | 173 | 270 | 631 |
| Mg [mg.kg ⁻¹] | medián | 234 | 24 | 14 | 14 | 29 |
| | 25% kvantil | 159 | 15 | 7 | 5 | 5 |
| | 75% kvantil | 370 | 48 | 37 | 55 | 136 |
| BS [%] | medián | 62 | 13 | 9 | 12 | 25 |
| | 25% kvantil | 52 | 8 | 6 | 6 | 8 |
| | 75% kvantil | 76 | 23 | 20 | 41 | 71 |

FH – nadložní organický horizont, BS – saturace sorpčního komplexu bazickými prvky

v hloubce 40–80 cm. V horizontu nadložního humusu, který tvoří v různé míře přeměněná organická hmota opadu listů, jehličí a větví, jsou obsahy všech živin řádově vyšší než v minerální půdě.

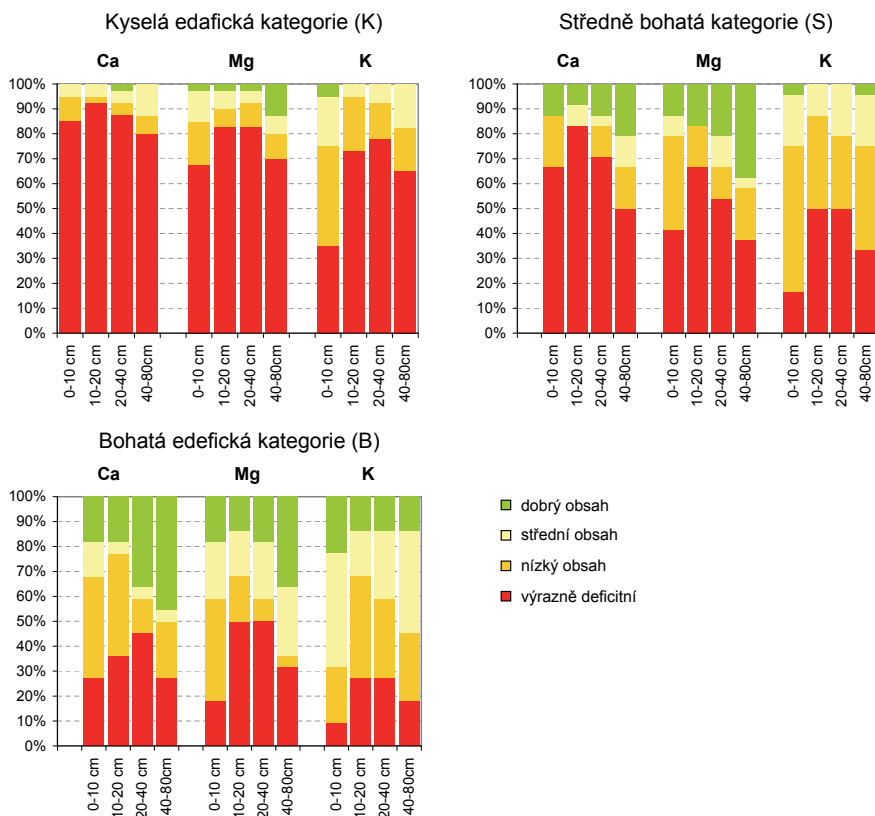
Zjištění nízkých obsahů vápníku v lesních půdách lze považovat za závažná, nejsou však zcela překvapivá. Obdobně nízké hodnoty vykazují půdní průzkumy prováděné Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ) (FIALA a kol. 2013). Výrazné nedostatky tohoto prvku dokumentuje řada regionálních i lokálních studií. Pro oblast Krušných hor dokládá KULHAVÝ a kol. (2008) velmi nízké obsahy vápníku u třetiny odebraných vzorků humusem ovlivněného minerálního horizontu A a u téměř 70 % minerální půdy do hloubky 30 cm. SLODIČÁK a kol. (2005) konstatují, že v Jizerských horách se obsahy vápníku v minerální půdě



Obr. 2: Hodnoty aktivního pH ve svrchních 40 cm minerální půdy na plochách BioSoil v ČR

pohybují v oblasti velmi nízké až nízké zásoby. Průzkum provedený ÚKZÚZ v oblasti LS Vyšší Brod na 64 lokalitách (FIALA a kol. 2004) konstatuje, že pod hranici obsahu Ca, která garantuje „normální“ růst (200 mg.kg^{-1}), se nachází téměř všechna odběrová místa. Na Českomoravské vrchovině FIALA a kol. (2003) dokumentují na 137 odběrných místech pokles obsahu přístupného vápníku z hodnoty 340 mg.kg^{-1} v roce 1994 na hodnotu 125 mg.kg^{-1} v roce 2003. I z tohoto přehledu je patrné, že rovněž nedostatek Ca je plošný a není omezený pouze na imisemi nejvíce zatížené regiony. Velmi nízké jsou také obsahy přístupného draslíku a hořčíku. U hořčíku jsou i v současnosti v některých oblastech pozorovány příznaky deficitu v asimilačních orgánech lesních dřevin s narušením zdravotního stavu porostů a jsou přijímána opatření k nápravě formou chemické meliorace lesních půd. Příznaky deficitu draslíku jsou zatím spíše výjimečné a jeho obsahy v asimilačních orgánech dřevin jsou spíše dobré, přestože řada půd vykazuje nedostatečné obsahy tohoto prvku v přístupné formě. U draslíku i hořčíku je v lesních půdách většinou dostatečná celková zásoba. Potenciálně je v dlouhodobém časovém horizontu možné jejich doplnění do sorpčního komplexu zvětráváním. Nasycení sorpčního komplexu bázezi (BS) odpovídá výše uvedeným skutečnostem – ve svrchních minerálních horizontech do 30 cm hloubky je hodnota BS extrémně nízká ($< 10\%$) u 40 % všech sledovaných půdních profilů.

Zajímavé je srovnání saturace bázemi a obsahů přístupných bazických prvků na jednotlivých edafických kategoriích lesnické typologie (obr. 3). U vápníku v kyselé kategorii K zaznamenáváme prakticky v celém půdním profilu nedostatek Ca u 80 % sledovaných ploch, v minerální vrstvě 10–20 cm je to u více než 90 % případů. I ve středně bohaté kategorii S vykazují více než dvě třetiny hodnocených lokalit deficit Ca v minerálních vrstvách do hloubky 40 cm; v hlubších vrstvách půdy vykazuje výrazný deficit polovina analyzovaných vzorků. Také u bohaté kategorie B se zastoupení půd s nedostatkem vápníku pohybuje ve vysokých číslech – pro jednotlivé horizonty od 27 % do 45 %. U hořčíku je nejvyšší zastoupení deficitních hodnot v minerálních vrstvách v hloubce od 10 cm do 40 cm, V kategorii K je to opět přes 80 % vzorků, ve středně bohaté kategorii cca 60 % a v bohaté kategorii B



Obr. 3: Relativní zastoupení půd podle parametrů zajištění výživy dřevin v minerálních horizontech odlišných edafických kategorií

je zde situace horší než u vápníku – výrazný nedostatek hořčíku vykazuje polovina všech odebraných vzorků. V povrchových horizontech 0–10 cm a v hlubších vrstvách půdního profilu jsou obsahy Mg o něco příznivější. I u draslíku je v hloubkách 10–40 cm deficitních více než 70 % vzorků normální edafické kategorie, 50 % vzorků kategorie středně bohaté a cca 20 % kategorie bohaté.

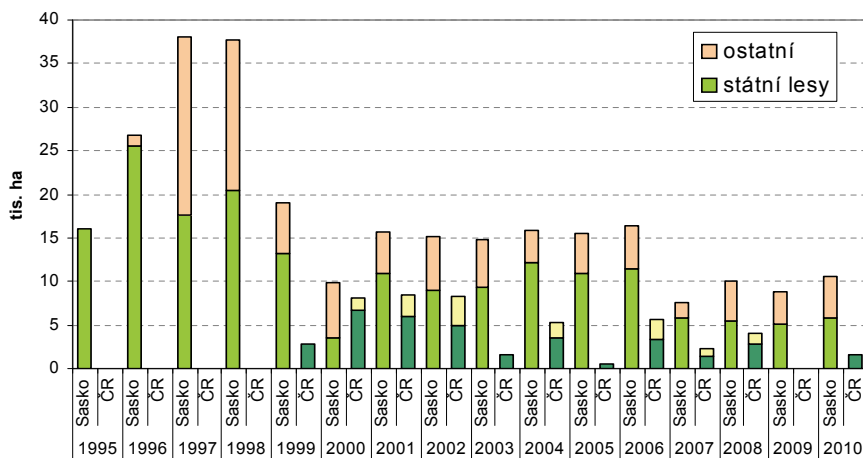
Oproti bazickým kationtům je zásobení lesních půd dusíkem poměrně dobré, ve vztahu k předpokládanému deficitu tohoto prvku v minulosti ho lze považovat za zvýšené. Nižší poměr C/N v nadložním organickém horizontu nasvědčuje blízké saturaci ekosystémů dusíkem, obsahy tohoto prvku v minerálních horizontech však nevykazují extrémně vysoké hodnoty. Poměr C/N je tradičně hodnocen jako měřítko kvality humusu – příznivější humusové typy s rychlejší dynamikou živin (mull, moder) mají nižší poměr C/N, optimální hodnota se pohybuje v rozsahu 15–20. Na straně druhé je zejména v posledních 20 letech tento poměr vnímán jako indikátor nasycení ekosystému dusíkem, který signalizuje riziko vyplavování nitrátů z lesních ekosystémů. Podle GUNDERSENA a kol. (1998) představují hodnoty C/N nižší než 25 vysokou saturaci ekosystému dusíkem, při níž může docházet k uvolňování nitrátů do podzemních a povrchových vod. V České republice byla ovšem hodnota C/N pod 25 zjištěna na 78 % hodnocených ploch. Míru nasycení ekosystému dusíkem je zřejmě nutno posuzovat podle komplexnějších kritérií (ABER 1992, DISE a kol. 2009), v optimálním případě se znalostí chemického složení půdního roztoku.

2.1.3 Historie vápnění lesů v České republice

První použití vápenatých látek ke „zmírnění poklesu úrody na polích“ zatížených imisemi z nedaleké textilní továrny bylo zřejmě doporučováno již v roce 1843 (NOŽIČKA 1963 in PODRÁZSKÝ 1991). Reálně se vápnění v lesním provozu začalo používat až počátkem 20. století především k revitalizaci chudých lesních stanovišť půd – například k urychlení rozkladu silných vrstev nadzemního humusu v borovicových porostech na pískách (NĚMEC, MAŘAN 1939; NĚMEC 1942), k revitalizaci smrkových porostů na ortštejnových půdách (NĚMEC 1939), případně na půdách degradovaných odběrem organické hmoty (NĚMEC 1949). S nástupem imisní kalamity se začalo uvažovat o vápnění jako o prostředku, kterým je možno do jisté míry bránit zhoršování půdních vlastností a dramatické acidifikaci lesních půd (GUSSONE 1983, HÜTTL 1985, DEROME 1985). První aplikace vápnění v imisemi poškozené oblasti Krušných hor byla provedena již v roce 1967 (KUBELKA 1988). Od druhé poloviny 70. let bylo využití vápnění intenzivnější. V letech 1978–1983 bylo v Krušných horách povápněno 17 680 ha lesů (KUBELKA 1992). V následujícím období 1984–1991 to bylo 44 400 ha lesů. Pro vápnění se začala využívat letecká technika – letouny i vrtulníky, která umožnila rychlejší průběh prací a také apli-

kace v mlazinách i vzrostlých porostech (Boštřík 1988). Rozsáhlé plochy lesů byly vápněny rovněž v Jizerských horách, Krkonoších i Orlických horách. Menší rozsah ploch byl v letech 1983–1987 vápněn také v Moravskoslezských Beskydech (KLIMO, VAVŘÍČEK 1991). Celkem bylo v letech 1975–1991 v České republice vápněno více než 80 tisíc ha. Období intenzivního vápnění každopádně skončilo na samém počátku 90. let, kdy se začalo výrazně snižovat znečištění ovzduší a porosty náhradních lesních dřevin i cílových dřevin v imisních oblastech začaly postupně regenerovat.

Současné aplikace vápnění se datují od přelomu století (BADALÍK 2006). V roce 1999 se v oblasti západního Krušnohoří objevilo rozsáhlé žloutnutí smrkových porostů. Hlavní příčinou byl prokázán závažný nedostatek hořčíku na chudých půdách ovlivněných dlouhodobým působením kyselých antropogenních depozic (BALEK kol. 2001; LOMSKÝ, ŠRÁMEK 2004) Obdobný typ poškození byl diagnostikován také v Orlických horách (ŠRÁMEK a kol. 2000). Na zhoršující se zdravotní stav v těchto oblastech reagovala v květnu 2000 vláda ČR, která svým usnesením 532/2000 uložila ministru zemědělství zajistit vápnění a hnojení v lesích Krušných a Orlických hor pro roky 2000–2004. V lednu 2004 bylo přijato navazující usnesení č. 22, jímž vláda ČR schvaluje „Návrh komplexního a systémového řešení směřujícího k zastavení degradace lesních půd vlivem imisí“. Součástí dlouhodobých opatření „Návrhu“ je i pokračování realizace nezbytných chemických meliorací v nejexponovanějších oblastech ČR. Celkem bylo v letech 1999–2012 v ČR vápněno téměř 50 tisíc ha lesních porostů. Tato plocha není nikterak rozsáhlá, porovnáme-li velikost vápněných ploch se spolkovou zemí Sasko, kde bylo v témže období vápněno téměř 160 tisíc ha lesů (obr. 4).



Obr. 4: Vývoj vápněných ploch v České republice a v Sasku v letech 1995–2010

Vzhledem k současnému stavu lesních půd, který byl prezentován v předchozích kapitolách, je nutné počítat s uplatněním vápnění lesů i v dohledné budoucnosti. Výsledky půdních průzkumů zároveň ukazují, že je nutné upravit některá kritéria výběru ploch oproti předchozí metodice (ŠRÁMEK 2005). To je náplní této metodiky.

2.2 Výběr ploch pro vápnění lesních porostů

Výběr konkrétních ploch pro vápnění lesních porostů z prostředků státního rozpočtu provádí vlastníci lesních pozemků, případně osoby vlastníky zastupující (odborný lesní hospodář – OLH) na základě parametrů uvedených v následujících kapitolách. Vhodnost typologických kritérií navržených ploch, vhodnost porostů a návaznost na předchozí projekty vápnění ověřuje Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. (VÚLHM). VÚLHM rovněž posuzuje vhodnost ploch z hlediska chemických vlastností lesních půd. Chemické analýzy mohou být zajištěny z půdních průzkumů VÚLHM, ÚKZÚZ, případně z průzkumů Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL). Mohou být rovněž zajištěny v rámci poradenských služeb poskytovaných vlastníkům lesů např. v rámci Lesní ochranné služby (LOS). Celkový projekt návrhu vápnění předkládá vlastník lesů ke schválení orgánům státní správy (místně příslušná obec s rozšířenou působností, případně příslušný krajský úřad, správa CHKO). Projekt obsahuje tyto náležitosti:

- zakres navrhovaných ploch v obrysových mapách 1 : 10 000
- plochovou tabulku
- písemné vyjádření VÚLHM s doporučením dávky a parametrů aplikace

Schválený projekt chemické meliorace je předán Ministerstvu zemědělství, případně pověřenému pracovišti, které může být za tímto účelem stanoveno.

A Výběr oblastí pro vápnění

A.1 Aplikace vápnění jsou směřovány do lesních porostů s příznaky narušení výživy. Takové lokality se nachází obvykle v oblastech s dlouhodobým působením kyselých depozic, zpravidla na méně příznivých geologických podložích, kde mají lesní půdy nižší schopnost odolávat kyselým srážkám. Nemusí však jít pouze o regiony v minulosti výrazně zatížené znečištěním ovzduší či horské polohy. Vhodným identifikačním parametrem je chřadnutí lesních porostů či projevy diskolorace (změna zbarvení) asimilačních orgánů spojené s nedostatkem bazických živin (např. žloutnutí starších ročníků jehličí smrkových porostů vlivem nedostatku Mg). Takové projevy se obvykle vyskytují ve větším

plošném rozsahu – nejsou omezeny na konkrétní jednotlivé porosty či na konkrétní věkové stupně. Vyšší pravděpodobnost nedostatku bazických živin je v oblastech, kde jsou i v současné době překračovány kritické zátěže depozic (obr. 3). Samotný stav lesních porostů ovšem není dostačujícím podkladem pro návrh vápnění. Ten musí vždy být podložen chemickými analýzami půd a asimilačních orgánů. Prioritu jednotlivých návrhů a jejich zahrnutí do plánu aplikací stanovuje Ministerstvo zemědělství.

B Zájmy ochrany přírody

- B.1** Hnojení pozemků v prvních zónách národních parků a chráněných krajinných oblastí je výslovně zakázáno zákonem č. 114/1992 Sb. Na těchto územích je nutno aplikaci vápence či hnojiv vyloučit a stanovit příslušná ochranná pásma.
- B.2** Při úvahách o vápnění či hnojení zvláště chráněných území ve smyslu zákona č. 114/1992 Sb. (NP, CHKO, NPR, PR, NPP, PP) či v případě chráněných území NATURA 2000 vyhlášených dle směrnic 79/409/EHS (ptačí oblasti) a 92/43/EHS (evropsky významné lokality) a jejich bezprostřední blízkosti je nutno postupovat v součinnosti a se souhlasem orgánů ochrany přírody. V těchto územích mají příslušné orgány ochrany přírody právo rozhodnout o plochách, na kterých je nutno aplikaci vápence či hnojiv vyloučit, stanovit šířku ochranného pásma, případně stanovit doplňující technologické podmínky aplikace.

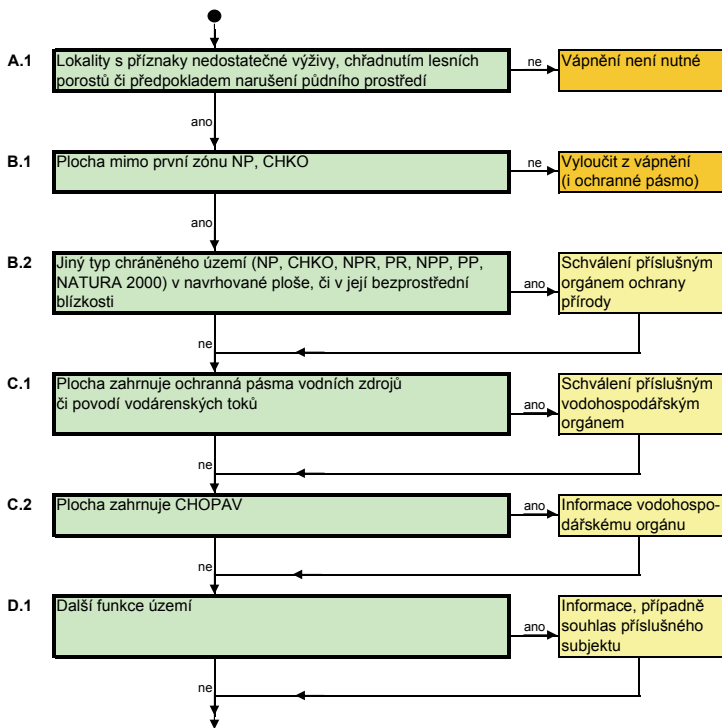
C Vodohospodářské zájmy

- C.1** Zasahují-li plochy určené k vápnění či hnojení lesních porostů do ochranných pásem vodních zdrojů či povodí vodárenských toků (zákon č. 254/2001 Sb.), nebo s těmito pásmy sousedí, je vlastník lesních porostů povinen konzultovat tato opatření se zodpovědnými vodohospodářskými orgány a vyžádat si jejich písemný souhlas, případně podmínky k provedení. Seznam vodárenských nádrží uvádí vyhláška MŽP č. 137/1999 Sb.
- C.2** V případě, že se vápnění či hnojení bezprostředně týká chráněných oblastí přirozené akumulace vod (CHOPAV), informují vlastníci příslušný vodohospodářský orgán, případně reagují na jeho připomínky. Zřízení, vedení a aktualizace evidencí o stavu povrchových a podzemních vod je uloženo zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění zákona č. 20/2004 Sb., a zákona č. 150/2010 Sb. Hranice CHOPAV jsou vyhlášeny nařízeními vlády č. 40/1978 Sb., (Jeseníky, Jizerské hory, Šumava, Žďárské vrchy, Krkonoše a Orlické hory), č.10/1979 Sb., (Brdy, Jablunkovsko, Krušné hory, Novohradské hory, Vsetínské vrchy a Žamberk – Králíky)

a č. 85/1981 Sb. (Chebská pánev a Slavkovský les, Severočeská křída, Východočeská křída, Polická pánev, Třeboňská pánev a Kvartér řeky Moravy).

D Další funkce území

D.1 Vlastník je při výběru ploch pro aplikaci povinen zvažovat další funkce lesních porostů při výběru území. Jde např. o provoz výzkumných ploch, rekreační funkci (dětské letní tábory). O plánovaných aplikacích vápnění musí být vyzoomněny dotčené subjekty. Omezení vyplývající z těchto funkcí (termín či způsob aplikace) je součástí projektové dokumentace.



E Systém aplikací vápence

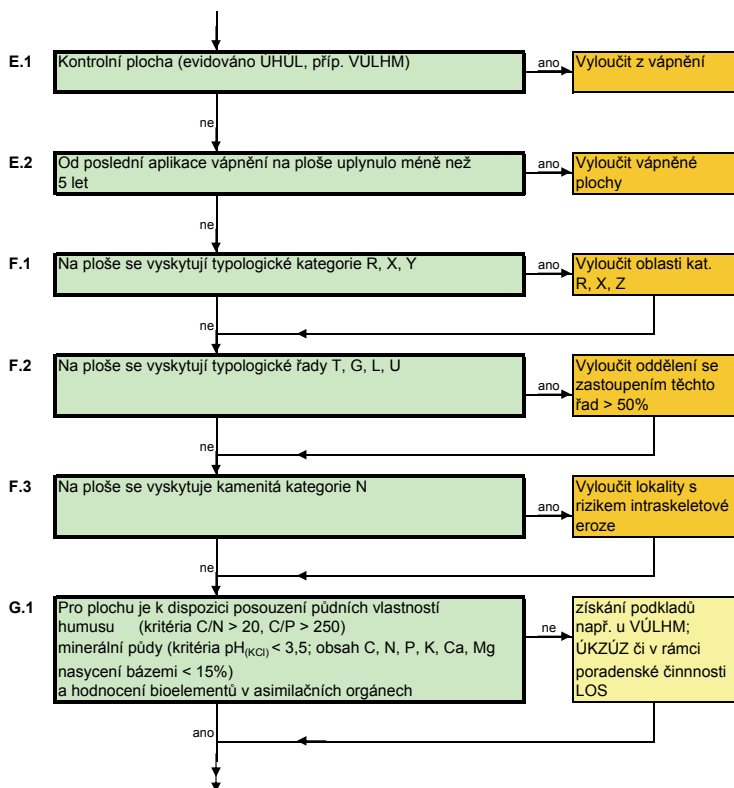
E.1 Na území každé oblasti, kde je vápnění jako plošná chemická meliorace plánováno, je Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) evidován dostatečný počet kontrolních lokalit, zpravidla o velikosti jednoho až několika oddělení tak, aby vhodně charakterizoval zastoupení přírodních podmínek i zdravotního stavu lesů v této oblasti. Kontrolní lokality jsou trvale vyloučeny z aplikací

vápence, minerálních i kapalných hnojiv a slouží k ověřování účinnosti hnojiv. Umístění kontrolních lokalit, případně dalších výzkumných aktivit, je možné ověřit také u VÚLHM.

E.2 O opakování hnojení či vápnění lesních půd je nutno rozhodnout na základě znalosti úrovně depozice a opakovaných půdních rozborů, a to v delších časových horizontech. Vzhledem k omezení náhlých a výrazných změn půdního prostředí je minimální časový odstup opakování vápnění 5 let.

F Typologické charakteristiky porostů

F.1 Z vápnění je nutno vyloučit rašelinnou typologickou kategorii (R) z důvodů rizika rozkladu organické vrstvy, dále xerothermní kategorii (X) na bazickém podloží a skeletovou kategorii (Y) extrémní řady, vzhledem k riziku intraskeletové eroze a vyplavení humusových látek. V případě rašelinišť je vhodné vymežit také ochranné pásmo v šíři cca 50 m.



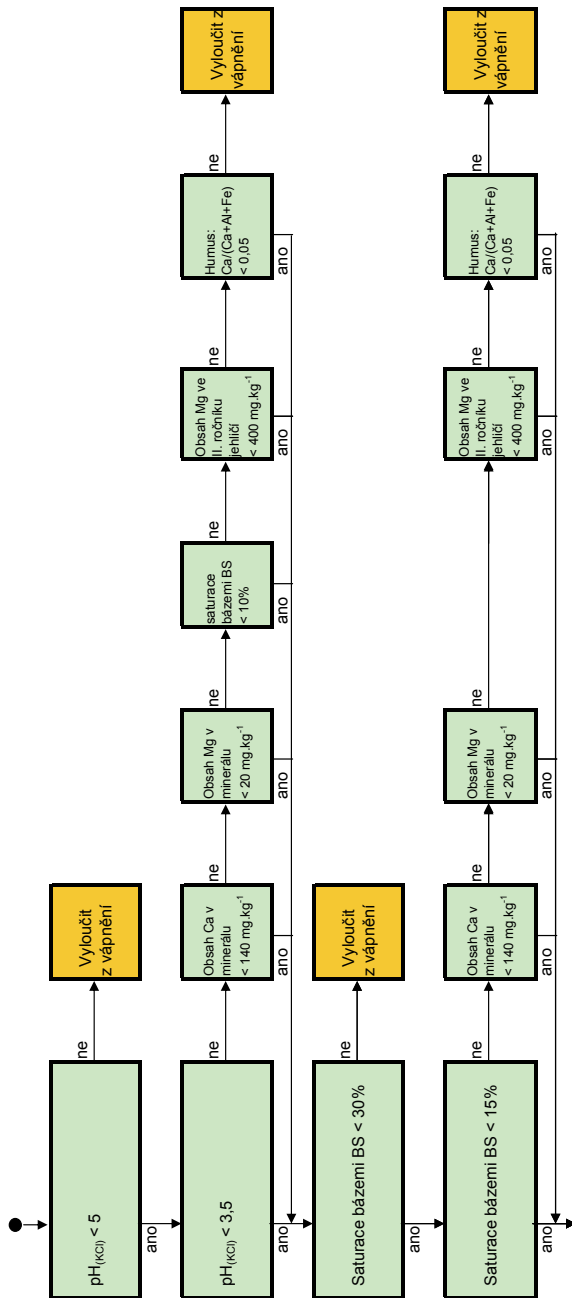
- F.2** V typologické řadě ovlivněné vodou je efektivnost vápnění obecně nižší. V porostech kategorie T a G (podmáčená, glejová) a lužních kategoriích L a U nelze výrazný vliv vápnění očekávat. Objektem rozhodování je v tomto případě oddělení. Vyloučena jsou oddělení se zastoupením uvedených řad nad 50 %.
- F.3** U kamenité kategorie (N) kyselé řady je nutno vyloučit porosty, kde hrozí riziko intraskeletové eroze.

G Půdní vlastnosti

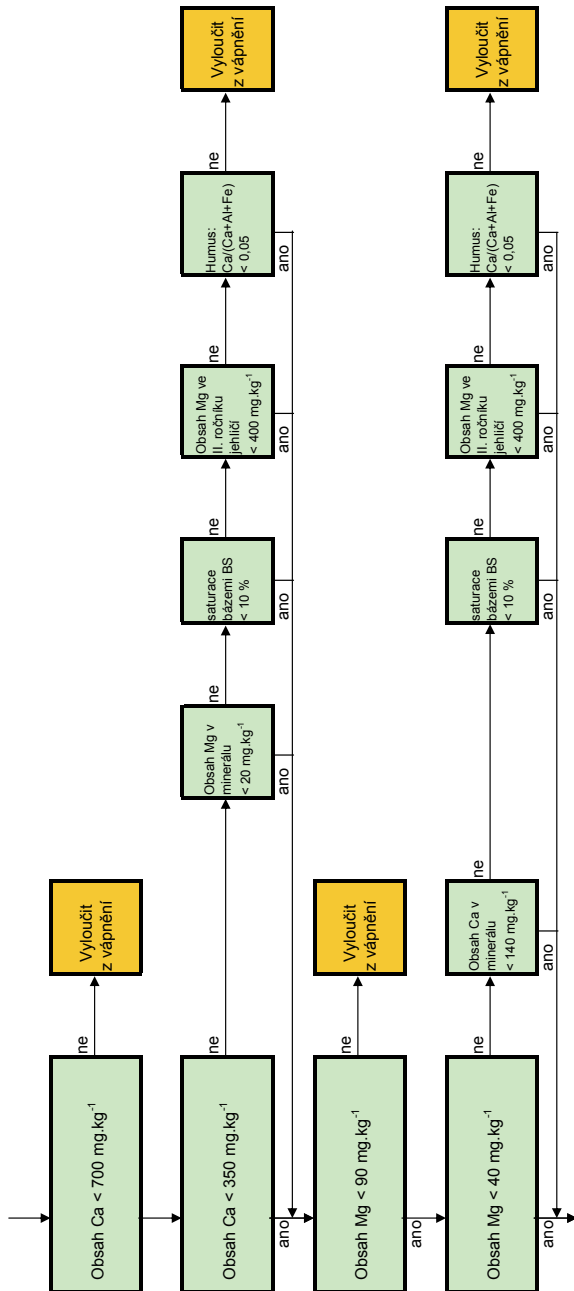
G.1 Projekt chemické meliorace musí obsahovat charakteristiku chemických vlastností půdy, humusu a asimilačních orgánů, doporučení dávky aplikovaného materiálu a vyloučení nevhodných lokalit. Tuto část zpracovává na vyžádání VÚLHM. Podklady jsou zpracovány na základě chemických analýz prováděných VÚLHM a ÚKZÚZ, které nesmějí být starší 5 let v rámci pravidelných půdních průzkumů či poradenské činnosti pro vlastníky lesů. V případě, že na připravovaném území neexistují odpovídající analýzy, je nutno o podklady žádat s dostatečným časovým předstihem. Odběry vzorků probíhají v podzimních měsících, následně chemické analýzy a zpracování výsledků zpravidla do února následujícího roku. Základními posuzovanými parametry při posuzování potřeby vápnění či hnojení jsou:

- Poměr C/N v nadložní organické vrstvě (FH) je jedním z faktorů, který určuje rychlost mineralizace humusu, a tím ovlivňuje rychlost koloběhu živin. Charakterizuje obsah organických látek v humusu v poměru k obsahu dusíku. Při hodnotách C/N < 20 je zvýšené riziko rychlého rozkladu humusové vrstvy a vyplavování dusíku.
- Poměr C/P v humusu (FH) – plochy s C/P < 250 je vhodné z vápnění vyloučit
- pH minerální půdy je významnou vlastností, charakterizující kyselost půdy. Stanovuje se ve vodním výluhu (aktivní pH), ve výluhu KCl či CaCl₂ (výměnné pH). Aplikace dolomitického vápence je vhodná na půdách s pH(KCl) < 3,8, naléhavé je vápnění při pH(KCl) < 3,0. Z aplikace vápence je nutno vyloučit půdy s pH(KCl) > 5. Vždy je však nutno vztahovat hodnotu pH ke konkrétní dřevinné skladbě, k záměrům projektu a k aktuálnímu zdravotnímu stavu porostů. Např. vápnění smrkových porostů dolomitickým vápencem na půdách s pH(KCl) > 4 je účelné pouze v případech, kdy má za cíl doplnit nedostatečnou zásobu hořčíku, podpořit přirozené zmlazení či umožnit vnášení listnatých dřevin do druhové skladby.
- Sorpční nasycení půd bázemi – Hodnota sorpčního nasycení půd bázemi (BS) charakterizuje kvalitativní stránku sorpčního komplexu. Představuje procentuální poměr aktuálního obsahu výměnných bází v půdě vůči celkové sorpční

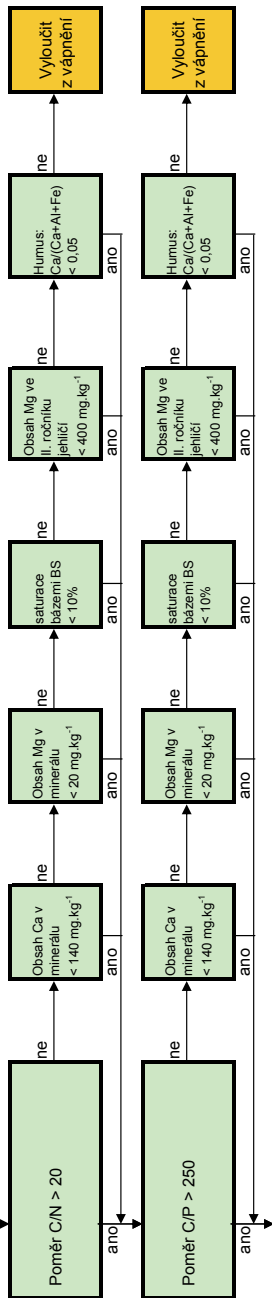
G.1: detail
Chemické parametry - Minerální půda (minimálně do 30 cm) I



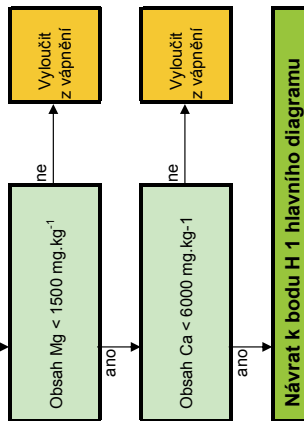
Chemické parametry - Minerální půda (minimálně do 30 cm) II



Chemické parametry - Nadložní organický horizont (FH)



Chemické parametry - asimilační orgány (smrk)



kapacitě půdy. Půdy s BS < 30 % lze pokládat za nenasycené bázemi. Vápnit je možné pouze půdy nenasycené bázemi, naléhavé je vápnění na lokalitách s BS < 15 %.

- Obsahy základních živin a mikroprvků – celkové obsahy základních živin a mikroprvků a jejich přístupné formy v humusu a minerální půdě se stanovují v rámci kontrolní činnosti VÚLHM a ÚKZÚZ podle platných metodik. Na základě těchto rozborů je hodnocena potřeba a vhodnost melioračních zásahů. Posuzovány jsou obsahy jednotlivých prvků i jejich vzájemná vyváženost. Na jejich základě jsou doporučovány vhodné dávky pro aplikaci.

H Charakteristiky porostů

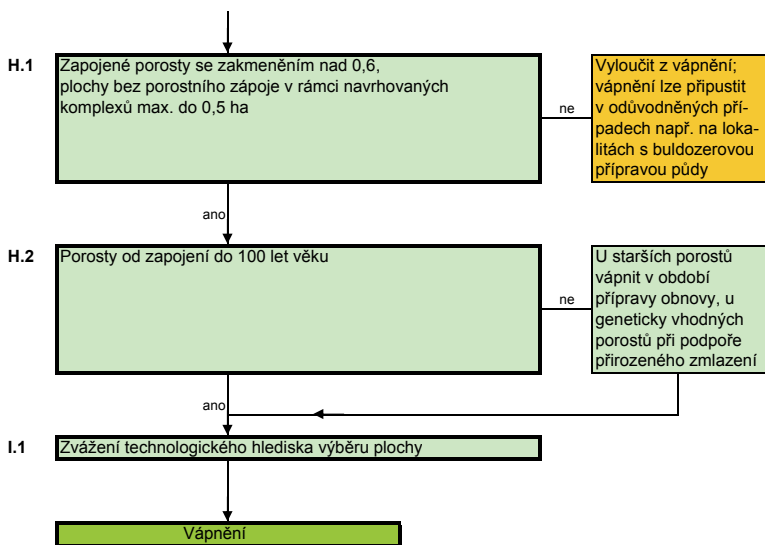
H.1 Vápnění je doporučeno provádět v porostech po zapojení a s dostatečným zakmeněním. Pokud nejsou tyto parametry dodrženy, hrozí zvýšené riziko rozkladu humusové vrstvy s nedostatečným využitím uvolněných látek. Proto je nutné vyloučit z vápnění holiny s rozlohou nad 0,5 ha. Určitou výjimkou jsou lokality po buldozerové přípravě půdy, kde byly humusové a humusem obohacené horizonty plošně odstraněny. Na takovýchto lokalitách je možné použít vhodně naplánované vápnění či hnojení pro stimulaci růstu melioračních dřevin s cílem nárůstu biomasy a postupné akumulace organické vrstvy půdy. Obdobně lze podpořit růst melioračních dřevin a listnáčů na silně kyselých půdách.

H.2 Optimální využití dodávaných živin, případně živin uvolněných při rozkladu humusové vrstvy, lze předpokládat u porostů s intenzivním růstem – tedy (zejména u smrku) v období od zapojení do 80 až 100 let věku. Ve starších porostech lze vápnění považovat za efektivní pouze při přípravě jejich obnovy, u geneticky vhodných porostů při současné podpoře přirozeného zmlazení. Rozsáhlejší komplexy porostů starších 90 let, kde se nepředpokládá zahájení obnovy v následujících 5 až 10 letech, je vhodné z aplikací vyloučit.

I Technologické hledisko výběru plochy

I.1 Při výběru ploch pro vápnění či hnojení je nutné předem počítat s technologickými možnostmi jednotlivých druhů aplikací. Pro nejrozšířenější leteckou aplikaci jsou vhodné rozsáhlejší celky. Pro aplikaci granulátů, kde je poměrně rovnoměrný rozptyl hnojiva, lze vybírat plochy od cca 10 ha. Při aplikaci vápnitého dolomitu, kdy je nutné počítat s větším úletem nejjemnějších frakcí, je vhodný výběr celků o velikosti od 50 ha výše. Zejména ve výrazně členitém terénu, kde je obtížné zajistit rovnoměrnou výšku přeletů nad porosty, se rovnoměrnost a přesnost pokryvu s velikostí hnojené či vápněné plochy zvyšuje.

Vždy je nutno dbát na to, aby vybrané celky byly pokud možno kompaktní, s jasnou a nečlenitou hranicí, aby je při dlouhodobějším programu bylo možno v jednotlivých letech přiřazovat za sebou. Zřetelnost hranice vybraných celků je podmínkou kvalitní a rovnoměrné aplikace. Vhodnými hranicemi jsou silnice, hranice bezlesí (louky), široké průseky, zřetelné vodní toky či výrazné terénní zlomy. Aplikace vrtulníky umožňuje poměrně přesné kopírování i členité hranice území, i při ní je ovšem práce v homogenních celcích efektivnější. Pozemní aplikace umožňuje přihnojování a vápnění malých, členitých či roztroušených ploch a odlišné, detailní dávkování pro dílčí území (např. porosty). Mechanizovaná aplikace rozmetadly či pneumatickými systémy vyžaduje kvalitní zpřístupnění porostů a zejména v hustých porostech středního věku nezaručuje dokonalou rovnoměrnost. Manuální aplikace je využívána zejména pro bodové přihnojování k jednotlivým stromům či sazenicím při zalesňování, lze ji využít i pro plošné přihnojování, je však poměrně náročná na organizaci práce.



3 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Současná metodika je aktualizací východisek pro výběr ploch pro plošnou chemickou melioraci, které byly využívány v letech 2000–2010. Metodika byla aktualizována na základě nových poznatků vyplývajících z plošných průzkumů lesních půd – jednak v rámci monitoringu ICP Forests – BioSoil (ŠRÁMEK a kol. 2011), jednak v rámci průzkumů ÚKZUZ (FIALA a kol. 2013). Vápnění není zaměřeno jen na vybrané přírodní lesní oblasti s výraznou imisní historií, projekty jsou méně omezeny kategoriemi lesnické typologie, ale více by se měly opírat o konkrétní chemické analýzy půd a asimilačních orgánů. Metodika rovněž zohledňuje některé legislativní změny, ke kterým došlo – např. vznik chráněných území NATURA 2000.

4 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena pro vlastníky a správce lesních majetků a pro orgány státní správy a instituce zabývající se přípravou, realizací a kontrolou vápnění lesních porostů. Metodiku je možné využít při přípravě projektů chemické meliorace lesních půd, při vyhodnocení odběrů půdních vzorků a vzorků asimilačních orgánů v rámci poradenské činnosti (návrhy praktických opatření) i pro vhodné načasování opakovaných zásahů na místech s půdami výrazněji ochuzenými vlivem acidifikace.

5 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Ekonomické aspekty využití této metodiky vyplývají z předpokládaného zvýšení efektivity prováděných zásahů vápnění – zejména z pohledu výběru vhodných lokalit a možnosti stanovení priorit při financování zásahů. Efekty jsou tedy nepřímé. V příštích deseti letech lze očekávat vápnění zhruba ve stejném rozsahu jako v minulém desetiletí, tedy na cca 40–50 tis. ha lesů, což představuje celkovou finanční částku cca 600 milionů korun. Pokud by nové postupy pro výběr ploch zvýšily efektivitu prováděných zásahů o 1 %, představuje to úsporu v hodnotě cca 6 milionů Kč.

6 DEDIKACE

Metodika vznikla na základě zkušeností s přípravou a kontrolou projektů vápnění prováděných pro MZe. Z výzkumných projektů byly využity poznatky získané z poskytnuté institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR – Rozhodnutí č. RO0114 (č.j. 8653/2014-MZE-17011) (50%) a z projektu NAZV QI112A168 „Stav lesních půd jako určující faktor vývoje zdravotního stavu, biodiverzity a naplňování produkčních i mimoprodukčních funkcí lesů“ (50%).

7 SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- ABER, J., 1992: Nitrogen cycling and nitrogen saturation in temperate forest ecosystems. *Tree*, 7, 220-223
- ALEWELL, C., ARMBRUSTER, M., BITTERSÖHL, J., EVANS, C., MESSENBURG, H., MORITZ, K., PRECHTEL, A., 2001: Are there signs of acidification reversal in freshwaters of the low mountain ranges in Germany? *Hydrology and Earth System Sciences*, 5, 283-297
- BADALÍK, V., 2006: Zkušenosti s leteckým vápněním dle usnesení vlády ČR č. 532/2000 a č. 22/2004 a informace o předběžných výsledcích výzkumného projektu vyhodnocujícího vliv vápnění na půdní a epigeickou faunu. In: Neuhöferová, P. Využití chemické meliorace v lesním hospodářství – Sborník referátů. ČZU, 23-26
- BALEK, J., ŠRÁMEK, V., LOMSKÝ, B., 2001: Vápnění a hnojení lesních porostů v letech 2000-2001. *Lesnická práce*, 80, 483
- BOŠTÍK, J., 1988: Zkušenosti s leteckým vápněním na Lesním závodě Klášterec nad Ohří. *Lesnická práce*, 67, 393-396
- DEROME, J., 1985: Forest liming as a mean of counteracting the effect of soil acidification. In: Symposium on the effects of air pollution on forest and water ecosystem. Helsinki, 89-100
- DE VOS, B., COOLS, N., 2011: Second European forest soil condition report. Volume I: Results of the BioSoil soil survey. INBO.R.2011.35. Research Institute for Nature and Forest, Brussel, 359 s.
- DE VRIES, W., REINDS, G. J., KLAB, J. M., VAN LEEUWEN, E. P., ERISMAN, J. W., 2000: Effects of environmental stress on forest crown condition in europe. Part III: Es-

- timation of critical deposition and concentration levels and their exceedances. *Water Air and Soil Pollution*, 119, 363-386
- DISE N. B., ROTHWELL J. J., GAUCI V., VAN DER SALM, C., DE VRIES, W., 2009: Predicting dissolved inorganic nitrogen leaching in European forests using two independent databases. *Science of the Total Environment*, 407, 1798–1808
- FIALA, P., REININGER, D., SAMEK, T., 2003: Výsledky průzkumu stavu výživy lesa v lesní přírodní oblasti č. 16 Českomoravská vrchovina. *ÚKZÚZ Brno*, 107 s.
- FIALA, P., REININGER, D., SAMEK, T., 2004: Výsledky průzkumu stavu výživy lesa na území lesní správy Vyšší Brod. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, 46 s.
- FIALA, P., REININGER, D., SAMEK, T., NĚMEC, P., SUŠIL, P., 2013: Průzkum výživy lesa na území České republiky 1996–2011. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 148 s.
- FISHER, R., BINKLEY, D., 2000: *Ecology and management of forest soils*. John Wiley & Sons, 489 s.
- GUNDERSEN, P., CALLESEN, I., DE VRIES, W., 1998: Nitrate leaching in forest ecosystems is related to forest floor C/N ratios. *Environmental Pollution*, 102, 403-407
- GUSSONE, H. A., 1983: Die Praxis der Kalkung im Walde der Bundesrepublik Deutschland. *Forst und Holzwirtschaft*. 38, 63-71
- HŮNOVÁ, I., ŠANTROCH, J., OSTATNICKÁ, J., 2004: Ambient Air Quality and Deposition Trends at Rural Stations in the Czech Republic during 1993–2001. *Atmospheric Environment*, 38: 887–898.
- HÜTTL, R., 1985: „Neuartige“ Waldschäden und Nährelementversorgung. Freiburg im Breisgau, Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre, 195 s.
- KAUPENJOHANN, M., 1989: Cemischer Bodenzustand und Nährelementversorgung immissionbelasteter Fichtenbestände in NO-Bayern. *Bayreuther Bodenkundliche Berichte*, 11, 1-202
- KHANNA, P. K., ULRICH, B., 1985: Processes associated with acidification of soils and their influence on the stability of spruce stands in Solling area. In: Proc. Symp. Air Pollution and Stability of Coniferous Forest Ecosystems, Ostravice, October 1-5, 1984. *Fac. Forestry University of Agriculture Brno*, 23-26
- KLIMO, E., VAVŘÍČEK, D., 1991: Acidifikace a vápnění lesních půd v Beskydech. *Lesnictví*, 37, 61-72
- KUBELKA, L., 1988: Účinnost leteckého vápnění v oblasti Krušných hor. *Lesnická práce*, 67, 542-546
- KRUG, E., C., FRINK, C., 1986: Acid rain on acid soil: a new perspective. *Science*, 221, 520-525

- KUBELKA, L. (ed.), 1992: Obnova lesa v imisemi poškozované oblasti severovýchodního Krušnohoří. MZe ČR, 133 s.
- KULHAVÝ, J., ŠRÁMEK, V., LOMSKÝ, B., FIALA, P., BORŮVKA, L., MENŠÍK, L., 2008: Stav lesních půd zájmové oblasti. In: Slodičák, M., Balcar, V., Novák, J., Šrámek, V. (eds.): Lesnické hospodaření v Krušných horách. LČR, VÚLHM, 71-98
- LOMSKÝ, B., PFANZ, H., 2002: SO₂-pollution and forest decline in the Ore Mts. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, MZe ČR, 342 s.
- LOMSKÝ, B., ŠRÁMEK, V., 2004: Different types of damage in mountain forest stands of the Czech Republic. Journal of Forest Science, 50, 533-537
- MCKIE, B. G., PETRIN, Z., MALMQUIST, B., 2006: Mitigation or disturbance? Effects of liming on macroinvertebrate assemblage structure and leaf litter decomposition in the humic streams of northern Sweden. Journal of Applied Ecology, 43, 780-791
- MENGEL, K., LUTZ, H., BREININGER, M., 1987: Auswaschung von Nährstoffen durch sauren Nebel aus jungen intakten Fichten (*Picea abies*). Zentralr Pflanzernahrung Bodenkulture, 150, 61-68
- NĚMEC, A., 1939: Poruchy výživy smrkových kultur na ortštejnových půdách velkostatku Hrubá Skála. Sborník Československé akademie zemědělské, 18, 26-35
- NĚMEC, A., 1942: Příčiny krnění a zlepšení vzrůstu kultur borovice v polesí Běleč lesního úřadu města Hradec Králové. Sborník Československé akademie zemědělské, 17, 74-84
- NĚMEC, A., 1949: Zkušenosti z pokusů zlepšování vzrůstu krnicích kultur a meliorace degradovaných lesních půd. Československý les, 29, 364-366
- NĚMEC, A., MAŘAN, B., 1939: Výsledky melioračních pokusů na onemocnělých lesních půdách v pánvi plzeňské. Lesnická práce, 18, 507-539
- NILSSON, J., GRENNFELT, P., 1998: Critical loads for sulphur and nitrogen. Workshop at Skokloster, Sweden, March 19-24. The Nordic Council of Ministerial Report 15, Copenhagen
- PODRÁZSKÝ, V., 1991: Vliv vápnění na vlastnosti lesních půd a na odolnost lesních dřevin vůči působení imisí. Lesnictví, 37, 161-182
- SKOŘEPOVÁ, I., ROUŠAROVÁ, Š., FANTA, M., ŠOLC, P., STRNAD, Z., 1997: Mapování kritických zátěží síry a dusíku na území České republiky. Ochrana ovzduší, 3, 2-7
- SLODIČÁK, M. (ed.), 2005: Lesnické hospodaření v Jizerských horách. Lesy České republiky, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 232 s.
- ŠRÁMEK, V., 2005: Metodika výběru ploch pro plošnou chemickou melioraci půd. TEI – bulletin technicko-ekonomických informací, VÚLHM, 8s.
- ŠRÁMEK, V., LOMSKÝ, B., ŠEBKOVÁ, V., 2000: Zdravotní stav lesních porostů v Orlických horách z hlediska imisního zatížení a stavu výživy. In: Slodičák, M. (ed):

Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor. Sborník referátů z celostátního semináře. VÚLHM, 89-93

ŠRÁMEK, V., SLODIČÁK, M., LOMSKÝ, B., BALCAR, V., KULHAVÝ, J., HADAŠ, P., PŮLKRÁB, K., ŠIŠÁK, L., PĚNIČKA, L., SLOUP, M., 2008a: The Ore Mountains: Will successive recovery of forests from lethal disease be successful? Mountain Research and Development, 28, 216-221

ŠRÁMEK, V., VORTELOVÁ, L., LOMSKÝ, B., 2008b: BIOSOIL – Evropský projekt monitoringu lesních půd – průběh v České republice. Půda v moderní informační společnosti – 1. konference České pedologické společnosti a Societas pedologica slovača – sborník příspěvků (na CD), 287-297

TOMLISON, G., H., 2003: Acidic deposition, nutrient leaching and forest growth. Biogeochemistry, 65, 51-81

ULRICH, B., MEYER, H., JÄNICH, K., BÜTTNER, G., 1989: Basenverluste in den Böden von Hainsimsen – Buchenwäldern in Südniedersachsen zwischen 1954 und 1986. Forst und Holz, 44, 251-253

8 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

BALEK, J., ŠRÁMEK, V., LOMSKÝ, B., 2001: Vápnění a hnojení lesních porostů v letech 2000-2001. Lesnická práce, 80, 483

LOMSKÝ, B., ŠRÁMEK, V., MAXA, M., 2006: Fertilizing measures to decrease Norway spruce yellowing. Journal of Forest Science, 52, Special issue, 65-72

LOMSKÝ, B., ŠRÁMEK, V., NOVOTNÝ, R., 2012: Changes in the air pollution load in the Jizera Mts.: effects on the health status and mineral nutrition of the young Norway spruce stands. European Journal of Forest Research, 131, 757-771

NOVOTNÝ, R., LACHMANOVÁ, Z., ŠRÁMEK, V., VORTELOVÁ, L., 2008: Air pollution load and stand nutrition in the forest district Jablunkov, part Nýdek. Journal of Forest Science, 54, 49-54

ŠRÁMEK, V., 2005: Metodika výběru ploch pro plošnou chemickou melioraci půd. TEI – bulletin technicko-ekonomických informací, VÚLHM, 8s.

ŠRÁMEK, V., FADRHOŠOVÁ, V., 2011: Životnost a množství kořenů smrku ztepilého na plochách mezinárodního monitoringu ICP Forests v České republice. Zprávy lesnického výzkumu, 56, 58-67

- ŠRÁMEK, V., FADRHOŇSOVÁ, V., VORTELOVÁ, L., LOMSKÝ, B., 2012: Development of chemical soil properties in the western Ore Mts. (Czech Republic) 10 years after liming. *Journal of Forest Science*, 58, 57-66
- ŠRÁMEK, V., LOMSKÝ, B., FADRHOŇSOVÁ, V., 2003: Vápnění lesních porostů v Krušných horách – výsledky opakovaných analýz na LS Horní Blatná a OL Boží dar. In: Slodičák, M., Novák, J., *Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2002*. VÚLHM, 33-40
- ŠRÁMEK, V., LOMSKÝ, B., NOVOTNÝ, R., 2009: Hodnocení obsahu a zásoby živin v lesních porostech – literární přehled. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54, 307-315
- ŠRÁMEK, V., LOMSKÝ, B., ŠEBKOVÁ, V., 2000: Zdravotní stav lesních porostů v Orlických horách z hlediska imisního zatížení a stavu výživy. In: Slodičák, M. (ed): *Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor*. Sborník referátů z celostátního semináře. VÚLHM, 89-93
- ŠRÁMEK, V., MATERNA, J., NOVOTNÝ, R., FADRHOŇSOVÁ, V., 2006a: Effect of forest liming in the Western Krušné hory Mts. *Journal of Forest Science*, 52, Special Issue, 45-51
- ŠRÁMEK, V., NOVOTNÝ, R., 2013: Stav lesních půd a chřadnutí smrku. *Lesnická práce*, 92, 22-23
- ŠRÁMEK, V., NOVOTNÝ, R., LOMSKÝ, B., FADRHOŇSOVÁ, V., 2004: Testování nově vyvinutého melioračního materiálu na LS Kraslice. In: Novák, J., Slodičák, M., *Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2003*. VÚLHM, 167-174
- ŠRÁMEK, V., VORTELOVÁ, L., FADRHOŇSOVÁ, V., HELLEBRANDOVÁ, K., 2011: Výsledky výzkumu lesních půd v rámci programu BioSoil v České republice – zajištění výživy dřevin základními živinami. In: Sobocká J.: *Diagnostika, klasifikácia a mapovanie pôd*. Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, Societas pedologica slovacica, Bratislava, 182-190
- ŠRÁMEK, V., VORTELOVÁ, L., LOMSKÝ, B., 2008: BIOSOIL – Evropský projekt monitoringu lesních půd – průběh v České republice. Půda v moderní informační společnosti – 1. konference České pedologické společnosti a Societas pedologica slovacica – sborník příspěvků (na CD), 287-297
- ŠRÁMEK, V., VORTELOVÁ, L., NOVOTNÝ, R., MAXA, M., 2006: Střednědobá účinnost vápnění v Krušných horách – výsledky opakovaných analýz půd a jehličí v období pěti let po zásahu. In: Slodičák, M., Novák, J., *Lesnický výzkum v Krušných horách – recenzovaný sborník z celostátní vědecké konference*. VÚLHM, 317-333
- VORTELOVÁ, L., ŠRÁMEK, V., LOCHMAN, V., MAXA, M., FADRHOŇSOVÁ, V., 2007: Development of soil solution chemistry in the Ore Mountains. . In: *Forestry Research in the Ore Mts., Reviewed Proceedings from the National Scientific Workshop*, Teplice 14.9. 2007. ES MZLU v Brně, 93-106

SELECTION OF APPROPRIATE PLOTS FOR FOREST SOIL LIMING

Summary

The whole territory of the Czech Republic has been exposed to the extreme load of air pollution. High concentrations of sulphur dioxide led to deterioration of forest stands and forest decline in mountain areas during the 1970s and 1980s. Since the year 1989 the air pollution has decreased significantly, which lead to improved forest vitality in most endangered mountain regions. Such a positive development, however, was not observed in chemistry of forests soils for several reasons: i) base cations, which were leached out by acidic deposition cannot be easily replaced by weathering; ii) the acidic deposition of sulphur and mainly nitrogen are still exceeding the critical load on a significant part of the area of Czech Republic (fig.1); iii) increased nitrogen availability increases imbalances in forest nutrition. Recent soil surveys show that the soil chemistry is influenced not only in “traditional” air pollution areas but in general (tab. 1). Soils are mostly strongly to moderately acidic (fig. 2) with low contents of exchangeable calcium, magnesium and potassium in the upper mineral soil horizons (in depth 0–40 cm). The site indexes used in forestry practice do not sufficiently describe the soil quality. Even in nutrient rich soil category (B) we can find locations with strong deficit of base cations in soil profile (fig. 3).

The history of liming in the Czech Republic starts already in 19th century; the applications, however, were quite unique until the 1970s when liming has begun to be used in the areas damaged by air pollution. In the beginning of 1990s liming was abandoned due to clear decrease in air pollution and positive development of forest health in the Ore Mts. and other regions influenced by pollution. Yellowing of Norway spruce stands in the western Ore Mts. and Eagle Mts. pointed out that forest soils influenced by long-term acidic deposition cannot easily self-regenerate. The situation starts new period of liming, which is on legal base launched by the government resolutions 532/2000 and 22/2004. The extent of liming in the Czech Republic compared to Saxony is shown in fig. 4. New knowledge from soil survey presented in previous paragraph was the base for the update of liming plot selection criteria, which are described in chapter 2.2.

Methods of plot selection are described in flowcharts starting with general visual assessment of forest vitality and nutrition (A) then excluding area where liming is excluded by the nature conservation or evaluate its impacts in localities with lower protection by responsible bodies (B), which is applied also for water protection (C)

and other landscape use or functions (D). Also “control” plots and plots, which were limed before no more than 5 years are excluded (E). Site index is the base for excluding peat bogs and waterlogged sites (F) and the most important soil and nutritional parameters are presented in section G. Last two sections describe the required state of forest stand (canopy closure, age) (H) and recommended technological features of proposed liming project.

LESNICKÝ PRŮVODCE



Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
www.vulhm.cz