

CHEMISMUS VODY DROBNÝCH VODNÍCH TOKŮ VE VODOHOSPODÁŘSKY VÝZNAMNÝCH LESNÍCH OBLASTECH ČR

Water chemistry of small water streams economically important in forest areas of CR

Abstract

In 2000 – 2005, within the project on monitoring of the forest ecosystems in connection to the food chain, evaluation of water quality in small water sources with respect to chemical composition was done. Water samples of 447 localities in 37 forest regions in the whole Czech Republic were analysed.

Klíčová slova: lesní oblast, drobný vodní tok, monitoring, povodí, chemismus vody

Key words: forest areas, small water stream, monitoring, catchment, water chemistry

ÚVOD

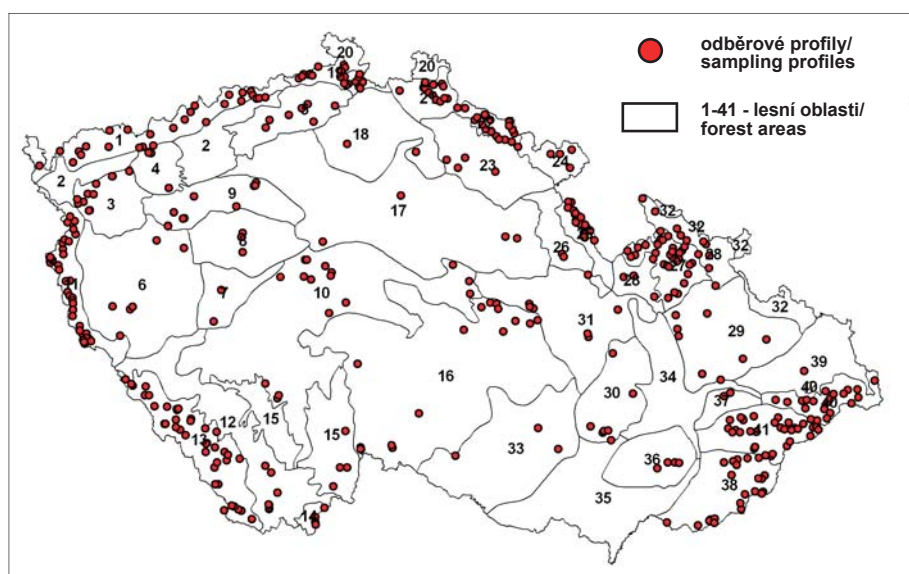
Voda má v lesním ekosystému své nezastupitelné místo. Koloběh vody je jedním z ekologických faktorů, který se zcela zásadním způsobem podílí na formování výsledných stanovištních a růstových podmínek pro lesní vegetaci. Vstup vody do lesního ekosystému závisí převážně na klimatických podmínkách – na množství a časovém rozložení srážek, jejich intenzitě, době trvání, výparu a podobně. Chemické složení srážek je do značné míry ovlivněno znečištěním ovzduší a je odrazem celkové depozice imisních látek. Fáze pohybu vody ve vegetačním pokryvu a zejména pak v půdním prostředí je ještě více závislá na lokálních faktorech. Pohyb vody v tomto prostředí je možno hodnotit buď kvantitativně, z hlediska celkových množství a směru proudění, nebo kvalitativně, z hlediska chemického složení. V tomto příspěvku se zaměříme na chemické složení vody, odtékající z lesních ekosystémů v podobě drobných vodních toků.

Sledování drobných vodních zdrojů v lesích je od roku 2000 zařazeno také do programu monitoringu lesních ekosystémů s vazbou na potravní řetězec, který garantuje Odbor bezpečnosti potravin Ministerstva zemědělství. V rámci tohoto programu jsou v lesním prostředí monitorovány i další složky, které jsou významné z hlediska kontaminace cizorodými látkami. Jako indikátory zatížení těžkými kovy, organochlorovými pesticidy, polycyklickými aromatickými uhlovodíky a polychlorovanými bifenoly jsou využívány jedlé houby, lesní plody a případně i některé druhy mechorostů.

Voda ze zalesněných povodí je důležitým zdrojem pro další využití v systému zásobení obyvatelstva pitnou vodou. Povodí většiny vodárenských nádrží tvoří lesní porosty, zanedbatelné nejsou ani drobné zdroje pro lokální využití. Voda je jednou z komodit, u níž jsou sledovány některé její ukazatele nejen při technologické úpravě a dodávce ke spotřebiteli, ale již přímo v prostředí, kde se tyto zdroje přirozeně vytvářejí. Udržení dobré jakosti vody v přirozeném prostředí je také mnohonásobně ekonomicky efektivnější než její dodatečná úprava a čištění v technologickém procesu.

METODIKA

Sledování vodních zdrojů v rámci programu monitoringu cizorodých látek je založeno na plošném pokrytí nejdůležitějších lesních oblastí (LO) České republiky (obr. 1). Od roku 2000 probíhalo základní orientační šetření, v jehož rámci byly v naprosté většině lesních oblastí vybrány reprezentativní profily a provedeny odběry vzorků s následnou analýzou chemického složení vody. V této fázi šlo o přibližně 5 lokalit v každé z hodnocených lesních oblastí. Lesní oblasti byly jako základ pro hodnocení vybrány záměrně proto, že toto geografické rozčlenění nejlépe vystihuje oblasti s obdobnými stanovištními, růstovými i dalšími ekologickými podmínkami.



Obr. 1. Přehled lesních oblastí a lokalizace odběrů
Forest areas and sampling localization

Výběr konkrétních lokalit (odběrních profilů) byl zaměřen především do povodí s maximálním podílem lesní půdy a s minimem bodových zdrojů kontaminace vody (komunální znečištění v okolí sídel). Převážnou část vybraných zdrojů tvořily drobné vodní toky a bystřiny, menší část prameny a jiné zdroje podpoверхové vody. Pod pojmem „vodní zdroj“ jsou v tomto šetření chápány zejména neupravené drobné vodní toky, bystřiny, prameny a pramenní vývěry a jen v ojedinělých případech k přímému odběru pitné vody upravené prameny a studny. Jednotlivé profily jsou charakterizovány v zeměpisných souřadnicích, které slouží následně i pro zpracování výsledků rozborů v systému GIS.

V následujícím období byla soustava profilů postupně dále zahušťována a na základě výsledků tohoto šetření dochází postupně k podrobnějšímu hodnocení jednotlivých vodohospodářsky a lesnický významných oblastí. V této fázi je rozšířen počet odběrů na cca 20 - 30 v rámci jedné lesní oblasti a cílem je postihnout širší spektrum konkrétních podmínek. To umožňuje mnohem lépe charakterizovat sumárně vlastnosti odtékající vody v jednotlivých oblastech a zejména regionální specifika a trendy. Celkem bylo koncem roku 2005 analyzováno již 447 profilů (obr. 1).

Pozornost byla věnována i časovému měřítku, resp. potřebné frekvenci odběrů. V rámci orientačního šetření byly vybrány profily, kde byly prováděny opakované odběry během roku v různých klimaticko-hydrologických podmínkách. Již na základě dlouhodobých výsledků předchozích výzkumů existoval předpoklad, že kolísání hodnot jednotlivých hlavních parametrů v průběhu roku bude pro daný účel nevýznamné. To potvrdilo i provedené vyhodnocení podrobných opakovaných rozborů a proto je i nadále preferováno hodnocení většího množství profilů v jednorázovém termínu před analýzami opakovaných odběrů. K těm se přistupuje pouze v odůvodněných případech při zjištění nadlimitních hodnot nebo z jiných důvodů.

Vzorky vody byly analyzovány v útvaru zkušebních laboratoří Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti Jiloviště–Strnady podle metodiky, užívané v rámci mezinárodního programu ICP Forests. Výjimku tvořila v roce 2000 rtuť, jejíž analýza byla provedena v laboratoři Slovákých vodáren a kanalizací, a. s., v Uherském Hradišti (podle TNN 71 74 40 a ČSN EN 1483). Na základě negativních výsledků z roku 2000 již nebyla v dalších letech rtuť analyzována.

Základem hodnocení byly v letech 2000 – 2001 vybrané ukazatele ČSN 757111 z hlediska chemického složení vody. Nebyly hodnoceny fyzikální, biologické a mikrobiologické ukazatele. V roce 2002 byl celý soubor výsledků přehodnocen podle ukazatelů vyhlášky MZd č. 376/2000 Sb. Do tohoto hodnocení byly zahrnuty i výsledky roku 2002. V roce 2003 bylo v souladu s metodikou odebráno a analyzováno 100 vzorků a v roce 2004 to byly 104 vzorky. V roce 2004 byla platná vyhláška nahrazena novou vyhláškou MZd č. 252/2004 Sb. Ta již ale nepřinesla výraznější změny u ukazatelů, sledovaných v rámci tohoto monitoringu. Přesto také v tomto případě došlo k dílčí úpravě a aktualizaci hodnocení celého dosavadního souboru a ten byl postupně dále rozšiřován - v roce 2005 o dalších 80 vzorků. Odběry byly zaměřeny převážně na podrobnější vyhodnocení vybraných lesních oblastí. Protože výsledky z předchozích let ukázaly, že termíny odběru nejsou z hlediska prováděného hodnocení významné, naopak je mnohem důležitější plošné pokrytí příslušných oblastí, jsou i nadále hodnoceny výsledky v celém souboru. Z tohoto důvodu také i vyhodnocení za rok 2005 shrnuje zároveň celý dosavadní soubor 447 lokalit.

Ukazatele, dané vyhláškami MZd č. 376/2000 Sb. a následnou č. 252/2004 Sb., zpřísnilo hodnocení oproti dříve použité ČSN 757111 zejména u reakce vody (pH), kde to mělo přímý dopad na výsledky hodnocení. Dále pak k určitým změnám ukazatelů došlo i u manganu, mědi a železa, zde však s výjimkou železa leží zjišťované koncentrace hluboko pod mezními hodnotami. Specifickou otázkou je vápník a hořčík, kde nová legislativa reagovala na skutečný zdravotně–hygienický význam těchto prvků a stanovila pro ně naopak spodní minimální hranice koncentrací (mezní hodnotu) a doporučenou hodnotu.

Cílem probíhajícího monitoringu je postupně analyzovat stav jednotlivých významných lesních oblastí. A to nejen jako informaci o stavu přirozených vodních zdrojů, ale i jako odraz antropogenního ovlivnění lesního prostředí.

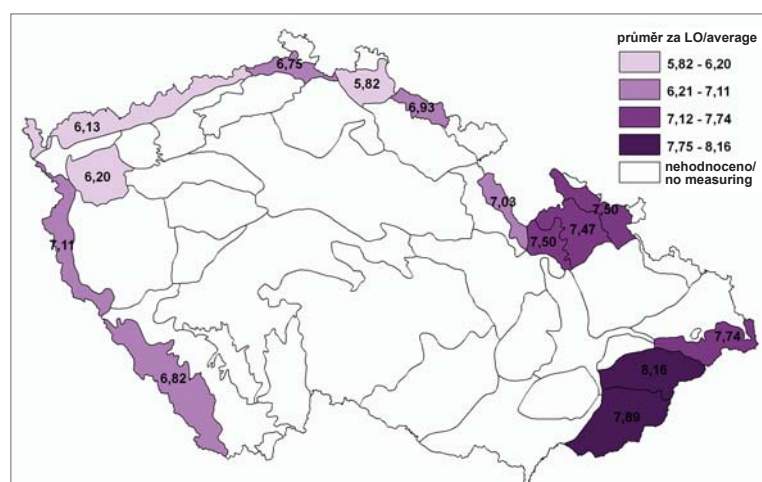
VÝSLEDKY A DISKUSE

Předložené vyhodnocení se vztahuje k celému souboru výsledků z let 2000 – 2005 a hodnocení je provedeno podle ukazatelů vyhlášky MZd č. 252/2004 Sb.

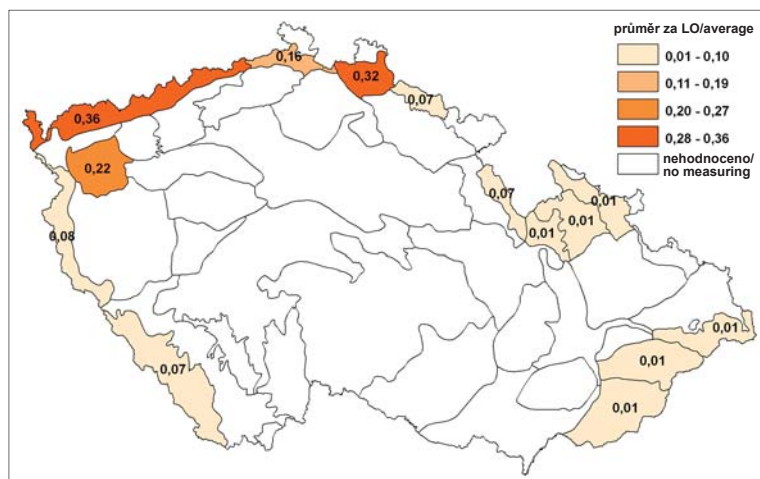
Postupným zahušťováním sítě profilů došlo k podrobnějšímu pokrytí většího počtu lesních oblastí. Proto je možno, vedle obecných výsledků platných pro celé území ČR, vylíčit i některé specifické rysy jednotlivých vodohospodářsky významných lesních oblastí.

Průměrné hodnoty některých významných ukazatelů jsou znázorněny v obrázcích - mapkách. Plošně vyjádřené průměrné hodnoty jsou v mapách znázorněny pouze u podrobněji hodnocených lesních oblastí s větším počtem odběrních lokalit.

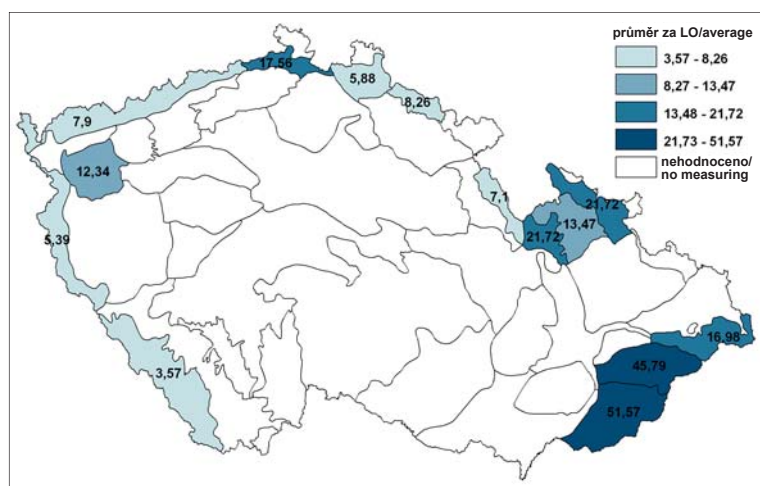
U všech vzorků byla měřena reakce – hodnota pH (obr. 2). Průměrná hodnota pH vody byla 7,16; 82,3 % vzorků leželo v rozpětí poměrně vysokých normovaných hodnot pH 6,5 – 9,5, naopak u 17,7 % vzorků bylo zjištěno pH nižší než 6,5 (minimální hodnota pH 3,83) Jako závažný je nutno hodnotit výskyt nízkých hodnot pH, často nižších než 5,0 které v mnoha případech navíc korespondují s vysokým obsahem hliníku. Z dosavadních výzkumů lesního prostředí vyplývá, že hliník je



Obr. 2.
Průměrné hodnoty pH vody vybraných lesních oblastí
Average values of water pH in chosen forest areas



Obr. 3.
Průměrné koncentrace Al ve vodě (mg.l⁻¹)
Average Al concentrations in water (mg.l⁻¹)



Obr. 4.
Průměrné koncentrace Ca ve vodě (mg.l⁻¹)
Average Ca concentrations in water (mg.l⁻¹)

uvolňován z půdního prostředí právě v důsledku oxyselení a narušení pevných chemických vazeb. Z pohledu kyselosti byla nejkritičtější LO 21 - Jizerské hory (94,1 % vzorků s pH nižším než 6,5), kde byla zároveň vypočtena jedna z nejnižších průměrných hodnot pH - 5,82. Dále to byla LO 1 - Krušné hory (60,9 % vzorků s pH nižším než 6,5) - průměrná hodnota pH 6,13. Rovněž v LO 15 - Jihočeské pánve je vysoký podíl velmi kyselých zdrojů (průměr pH 5,60), zde však jde především o vliv přirozeně kyselých slatinných a rašelinných půd zkoumaných povodí.

U většiny vzorků, u nichž je pH nižší než 6,5, byla zároveň překročena mezní hodnota pro hliník (0,2 mg.l⁻¹). Průměrná hodnota koncentrací Al byla 0,11 mg.l⁻¹ (obr. 3). Celkem byla mezní hodnota Al překročena u 13,2 % vzorků. Výrazné to bylo zejména u LO 15 - Jihočeské pánve (100 % vzorků – zde je to ale především dáno výše uvedeným výběrem profilů), LO 21 - Jizerské hory (70,6 %), LO 1 - Krušné hory (56,5 %), LO 16 - Českomoravská vrchovina (57,1 %), LO 22 - Krkonoše (15 %).

Z dalších prvků bylo také zjištěno překročení normovaných ukazatelů u železa (13,6 %) a manganu. U těchto dvou prvků ale zvýšené hodnoty nejsou výraznějším problémem, neboť i ve vyhlášce je uvedeno, že u surové vody koncentrace do 0,5 mg.l⁻¹ u Fe a 0,2 mg.l⁻¹ u Mn, způsobené geologickým prostředím, jsou považovány za vyhovující. To již splní naprostá většina vzorků. Průměrná hodnota koncentrací Fe je 0,11 mg.l⁻¹ a Mn 0,02 mg.l⁻¹. Lokálně zvýšené koncentrace železa mohou mít také souvislost s vyššími obsahy organických (humusových) látek ve vodách, zejména v rašelinných půdách.

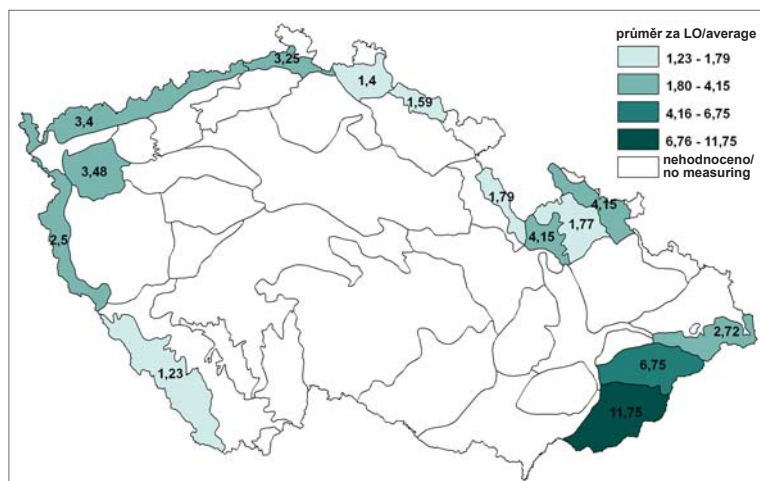
Hodnoty sodíku a mědi nepřekročily mezní hodnoty v žádném případě. Vždy v jednom případě byla překročena vyhláškou stanovená mezní hodnota u fluoridů, chloridů a síranů. Koncentrace rtuti byla zjišťována na omezeném souboru 44 lokalit v roce 2000. Ve všech případech byly výsledky negativní – koncentrace pod mezí detekce použité metody stanovení, tedy menší než 0,05 mg.l⁻¹. Proto bylo od roku 2001 od tohoto sledování upuštěno. Přesto jde o významný údaj, neboť u analyzovaných vzorků hub bylo naproti tomu překročení obsahu rtuti zaznamenáno v řadě případů.

Koncentrace dusičnanů (NO₃⁻) byly v odebraných vzorcích velmi nízké (průměr 4,84 mg.l⁻¹). Mezní hodnota 50 mg.l⁻¹ pro pitnou vodu nebyla překročena v žádném případě (obr. 6). Hodnoty amoniakálního dusíku (NH₄⁺) byly rovněž nízké a překročení mezní hodnoty 0,5 mg.l⁻¹ nebylo zaznamenáno.

Rovněž velmi nízké byly obsahy fosforu (průměr 0,03 mg.l⁻¹), pro který není stanovena mezní hodnota, mírně zvýšené koncentrace oproti požadovným hodnotám byly zaznamenány pouze v lokalitách, kde je pravděpodobné určité okrajové ovlivnění splachem ze zemědělských půd.

Specifickými prvky jsou z hlediska prováděného hodnocení vápník a hořčík. U Mg uvádí vyhláška minimální mezní hodnotu 10 mg.l⁻¹ a doporučenou hodnotu 30 mg.l⁻¹, u Ca pak minimální mezní hodnotu 30 mg.l⁻¹ a doporučenou hodnotu 40 - 80 mg.l⁻¹. Zjištěné hodnoty u Mg jsou velmi nízké (obr. 5). Průměrná hodnota skutečně zjištěných koncentrací Mg je pouze 4,98 mg.l⁻¹, nedosahuje tedy ani poloviny minimální mezní hodnoty. Celkem dokonce 85,5 % vzorků má koncentraci Mg menší než minimálních 10 mg.l⁻¹. Nejnižší průměrné koncentrace vykazují LO 13 - Šumava (průměr 1,23 mg.l⁻¹) a LO 14 - Novohradské hory (průměr 1,24 mg.l⁻¹), velmi nízké jsou i průměrné koncentrace v LO 21 - Jizerské hory (průměr 1,39 mg.l⁻¹), 22 - Krkonoše (průměr 1,59 mg.l⁻¹), 27 - Hrubý Jeseník (průměr 1,77 mg.l⁻¹), Orlické hory (průměr 1,79 mg.l⁻¹), 11 - Český les (průměr 2,50 mg.l⁻¹) a další. Poněkud vyšší a tím příznivější obsahy jsou naopak v lesních oblastech na jihovýchodě Moravy (Bílé Karpaty a Vizovické vrchy, Středomoravské Karpaty), v Moravském krasu a také v oblastech s bohatším minerálním podložím ve vnitrozemí Čech (České středohoří, Křivoklátsko a Český kras).

Hodnoty vápníku nedosahující minimální mezní hodnoty 30 mg.l⁻¹ byly zjištěny v 76,1 % vzorků, převážně opět v lesních oblastech pohraničních pohoří Čech. Oblast jihovýchodní Moravy byla nejpří-



Obr. 5.
Průměrné koncentrace Mg ve vodě (mg.l⁻¹)
Average Mg concentrations in water (mg.l⁻¹)

znivější (obr. 4). I zde jde, stejně jako u hořčíku, největší měrou o vliv složení minerálního podloží a půd. Průměrná hodnota je 23,21 mg.l⁻¹, obdobně jako u hořčíku nedosahuje ani minimální mezní hodnoty.

Podrobné šetření (v rozsahu cca 20 - 30 lokalit v rámci jedné LO) bylo provedeno v letech 2002 - 2003 v LO 1 - Krušné hory, 21 - Jizerské hory a Ještěd, 22 - Krkonoše, 13 - Šumava a 25 - Orlické hory, v roce 2004 pak v LO 11 - Český les, 19 - Lužická pískovcová vrchovina, 27 - Hrubý Jeseník, 28 - Předhoří Hrubého Jeseníku, 38 - Bílé Karpaty a Vizovické vrchy, 40 - Moravskoslezské Beskydy, 41 - Hostýnsko-vsetínské vrchy a Javorníky. To potvrdilo trendy, zjištěné orientačním šetřením v předchozích letech na menším počtu vzorků. Jako první byly zpracovány tradiční tzv. imisní oblasti, zejména Krušné hory a Jizerské hory. Postupně jsou dále zpracovávány lesnický a vodohospodářsky významné lesní oblasti po celé ČR, přednostně horské oblasti s vysokým podílem lesů.

U LO 1 - Krušné hory byly hlavním problémem nízké hodnoty pH (60,9 % vzorků s pH nižším než 6,5 a průměrná hodnota pH 6,13), vyšší obsah Al (překročení mezní hodnoty u 56,5 % vzorků a průměrná hodnota 0,36 mg.l⁻¹) a současně také velmi nízký obsah Ca (průměr 7,90 mg.l⁻¹) a Mg (průměr 3,40 mg.l⁻¹ a 95,7 % vzorků pod minimálními mezními hodnotami). Geologické podloží má vliv i na relativně vyšší koncentrace manganu (koncentrace vyšší než 0,05 mg.l⁻¹ u 65,2 % vzorků). U železa (koncentrace vyšší než 0,2 mg.l⁻¹ u 34,8 % vzorků) jde navíc i o vliv humusových látek, které urychlují jeho pohyb.

V LO 21 - Jizerské hory je situace po stránce kyselosti vody a nízkého obsahu vápníku a hořčíku ještě nepříznivější. Zde dokonce 94,1 % vzorků má pH nižší než 6,5 (průměrná hodnota pH 5,82) a u Ca a Mg nedosahuje minimálních mezních hodnot celých 100 % vzorků. Také překročení mezních hodnot Al bylo zaznamenáno u 70,6 % vzorků. Vysvětlení této situace je třeba hledat v pokračující atmosférické depozici v této oblasti, kde se doposud projevují vlivy dálkového přenosu kyselých depozic (zřejmě převážně ze zahraničních zdrojů). Přirozená pufrací schopnost půdního prostředí je zde velmi nízká, vyskytuje se vysoký podíl přirozeně kyselých rašelinných a zrašelinělých půd a jde i o vliv kyselého horninového podloží (žuly).

V LO 22 - Krkonoše bylo průměrné pH poněkud vyšší (6,93) a podíl vzorků s pH nižším než 6,5 byl 30 %. Naopak velmi nízké byly zjištěné koncentrace Mg (průměr 1,59 mg.l⁻¹) a celých 100 % vzorků nedosahovalo minimální mezní hodnoty. U Ca pak byl podíl nedosažení mezní hodnoty 95 %. Překročení mezních hodnot u Al bylo zaznamenáno u 15 % vzorků (průměr 0,32 mg.l⁻¹).

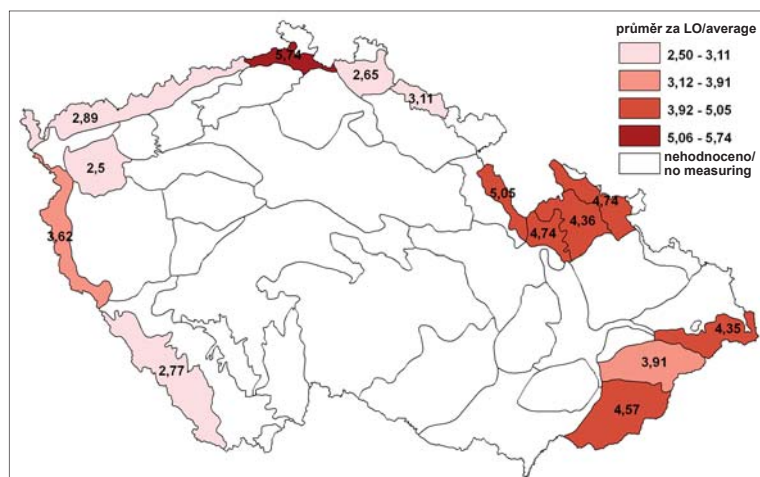
LO 25 - Orlické hory je charakteristická také zejména nízkými koncentracemi Mg (průměr 1,79 mg.l⁻¹) a Ca (průměr 7,1 mg.l⁻¹), naopak hodnoty pH jsou poměrně příznivé (průměr 7,03) a jen 9,5 % vzorků s pH nižším než 6,5. Také překročení koncentrací Al bylo zaznamenáno pouze u 4,8 % vzorků. Vzhledem k tomu, že jde v současné době v rámci ČR o jednu z oblastí, kde dochází k relativně nejrychlejšímu nárůstu poškození lesa, bude vhodné tuto oblast i nadále monitorovat.

Velmi zajímavé jsou výsledky z LO 13 - Šumava. Tam byl zaznamenán prakticky nejnižší obsah Mg a Ca ve vodách ze všech sledovaných oblastí (u Mg spolu s Novohradskými horami). U obou prvků celých 100 % vzorků nedosahovalo minimálních mezních hodnot a průměrné koncentrace byly pouhých 1,23 mg.l⁻¹ u Mg a 3,57 mg.l⁻¹ u Ca. Relativně příznivější bylo pH (průměr 6,82) a jen 5 vzorků (12,5 %) mělo pH nižší než 6,5. Koncentrace Al přesáhla mezní hodnotu jen u 5,0 % vzorků. Přesto je z vyhodnocení patrné, že půdy v této lesní oblasti mají malou pufrací kapacitu a velmi snadno by v případě vyšší antropogenní zátěže mohlo dojít k výraznému narušení ekologické stability lesních porostů se všemi negativními důsledky.

V LO 11 - Český les je výrazná zejména nízká průměrná koncentrace Ca 5,38 mg.l⁻¹, což je po Šumavě druhý nejnižší průměr ze všech lesních oblastí. Také zde celých 100 % vzorků nedosahovalo minimálních mezních hodnot. Obsah Mg je zde také nízký (průměr 2,50 mg.l⁻¹) a také 100 % vzorků nedosahovalo minimálních mezních hodnot. Příznivější jsou zde ale hodnoty pH s průměrem 7,1 a také koncentrace Al byla překročena pouze u 5,4 % vzorků.

LO 19 - Lužická pískovcová vrchovina neměla výrazně extrémní hodnoty v žádném z hodnocených ukazatelů, nicméně i zde je patrný zejména nízký obsah Mg (průměr 3,24 mg.l⁻¹ a nedodržení minimálních mezních hodnot v 94,7 % vzorků) a také relativně vyšší koncentrace Al (průměr 0,16 mg.l⁻¹, překročení mezní hodnoty v 15,8 % vzorků). Průměrné pH je zde 6,75. V této oblasti byly zjištěny i relativně vyšší koncentrace Mn u některých vzorků (koncentrace nad 0,2 u 31,6 % vzorků). Stejně jako u LO Krušné hory je to dáno geologicky a nepředstavuje to problém z hlediska antropogenního zatížení prostředí.

LO 27 - Hrubý Jeseník má relativně příznivé hodnoty ve většině ukazatelů. Ale i zde je možno zaznamenat velmi nízkou průměrnou koncentraci Mg (pouze 1,77 mg.l⁻¹) a nedodržení minimální mezní hodnoty ve 100 % vzorků, stejně tak i nízké hodnoty Ca (průměr 13,47 mg.l⁻¹), které jsou ale téměř dvojnásobné oproti srovnatelným horským oblastem v českých zemích (Krkonoše, Šumava, Jizerské hory). Naproti tomu hodnoty ostatních ukazatelů, které jsou v těchto srovnávaných oblastech kritické (pH - průměr 7,47, Al - průměr 0,01 mg.l⁻¹), jsou v LO Hrubý Jeseník velmi příznivé.



Obr. 6.
Průměrné koncentrace NO_3 ve vodě ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)
Average NO_3 concentrations in water ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)

Obdobný charakter má i LO 28 - Předhoří Hrubého Jeseníku. Zde ale dosahují příznivějších vyšších hodnot i koncentrace Mg (průměr $4,15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a zejména Ca (průměr $21,7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), což je dáno hlavně geologickým podložím (vápence) v oblasti Rychlebských hor. Průměrná hodnota pH je zde 7,50. Zaznamenané překročení mezní hodnoty u síranů v jednom případě je pozůstatkem důlní činnosti v oblasti Zlatých Hor a není z širšího hlediska významné.

Z lesních oblastí na východě Moravy má nejpříznivější hodnoty sledovaných ukazatelů LO 38 – Bílé Karpaty a Vizovické vrchy. Ty jsou důsledkem minerálně bohatšího horninového podloží. Průměrná hodnota pH je 7,89. Koncentrace Ca jsou příznivé – průměrná hodnota $51,57 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (nedodržení minimální mezní hodnoty jen u 30,4 % vzorků), stejně tak i u Mg – průměr $11,75 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (což je nejvíce z dosud podrobně hodnocených lesních oblastí) a nedodržení minimální mezní hodnoty u 39,1 % vzorků.

Obdobná situace je i u LO 41 – Hostýnsko-vsetínské vrchy a Javorníky. Zde jsou ještě příznivější hodnoty u pH (průměr dokonce 8,16 jako nejvyšší z dosud podrobně hodnocených LO) a u Ca (průměr $45,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a nedodržení minimální mezní hodnoty u pouhých 18,8 % vzorků). U Mg je naopak průměr poněkud nižší ($6,75 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a nedodržení minimální mezní hodnoty $10 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ bylo zaznamenáno u 84,4 % vzorků.

LO 40 – Moravskoslezské Beskydy se odlišuje od dvou předchozích oblastí jak stanovištními podmínkami (vyšší nadmořská výška pohoří), tak i geologicky. To podmiňuje i relativně nižší průměrnou hodnotu pH (7,74), která je však stále nad průměrem ostatních horských lesních oblastí ve vyšších vegetačních stupních. Také průměrná hodnota koncentrací Ca je nižší ($16,98 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a minimální mezní hodnota není dosažena u celých 100 % vzorků. Stále ale zůstávají příznivě nízké koncentrace Al (průměr $0,007 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a ostatních prvků.

ZÁVĚR

Výsledky sledování chemismu vody ukazují, že v zalesněných povodích je voda v drobných vodních tocích velmi málo kontaminovaná látkami antropogenního původu. Po stránce chemického složení dokonce ve většině případů splňuje přísná kritéria, daná vyhláškami pro pitnou vodu. Pokud je v části případů zaznamenáno nedodržení některých ukazatelů, jde zejména o nízké obsahy vápníku a hořčíku. Ty jsou podmíněny nízkým obsahem těchto prvků v horninovém podloží i půdním substrátu. Negativní antropogenní působení se projevuje hlavně prohlubováním kyselosti vody – snižováním hodnot pH. Ty jsou ve většině lesních oblastí přirozeně nízké a jejich další snižování je důsledkem kyselých spadů. S tím souvisí i lokálně zvýšené koncentrace hliníku, uvolňovaného z půdních vazeb v důsledku okyselení.

Přes výše uvedené trendy lze konstatovat, že z hlediska jakosti vody v krajině jsou lesní porosty tím nejvhodnějším a nejpříznivějším působícím typem vegetačního pokryvu.

Široké spektrum naznačených ekologických a dalších mezioborových souvislostí je nutno brát v úvahu i při plánování, projektování a realizaci jakýchkoli zásahů do vodních toků, a to nejen na vlastních tocích, bystřinách a vodních nádržích, ale i v širším krajiněm prostoru, zejména v pramenných oblastech.

Poznámka:

Příspěvek byl zpracován s využitím výsledků, získaných v rámci výzkumného záměru MZE č. 0002070201 „Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnicích se podmínkách prostředí“ a výzkumného projektu NAZV č. QF3013 „Vývoj hydrického působení lesů malých horských povodí“, řešených ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

LITERATURA

- ANDREAE, H.: Ecological Impacts of Some Heavy Metals related to Long-range Atmospheric Transport. Materiál UN/ECE ICP Forests, Sächsische Landesanstalt für Forsten 1996.
- BĚLSKÝ, J., BÍBA, M., VANČURA, K.: National report on the Management of Mountain Watersheds - Czech Republic. Environmental Documentation No. 165, Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape, Berne, 2003, s. 139-147
- BÍBA, M.: Dlouhodobý lesnicko-hydrologický výzkum v lesních povodích. In: Sborník Lesy a povodně. Praha, Česká lesnická společnost 2003, s. 9-16. ISBN 80-02-01564-9
- BÍBA, M.: Poznatky z monitoringu jakosti drobných vodních zdrojů v zalesněných povodích. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005, č. 1, s. 49-52
- BÍBA, M., JAŘABÁČ, M., VÍCHA, Z.: Poznatky z padesátiletého lesnicko-hydrologického výzkumu v Beskydských experimentálních povodích. Zprávy lesnického výzkumu, 51, 2006, č. 1, s. 44-56.
- BÍBA, M., VÍCHA, Z., OCEÁNSKÁ, Z., JAŘABÁČ, M.: Zalesněná povodí a jejich vliv na vodní režim krajiny. In: Sborník příspěvků z mezinárodní konference „Krajinné inženýrství 2005 - Voda v krajině 21. století“, Česká společnost krajinných inženýrů, Pardubice 8. - 9. 12. 2005, s. 230-236, ISBN 80-903258-4-X
- BÖHM, S. et al.: Hodnocení stavu životního prostředí. Monitoring cizorodých látek v potravních řetězcích v roce 1995. Praha, VŠCHT 1996. 171 s.
- DE VRIES, W., REINDS, G. J., DEELSTRA, H. D., Klap, J. M., VEL, E. M.: Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe. Technical report. EC-UN/ECE. Brussels, Geneva, 1998. 193 s.
- LOCHMAN, V., BÍBA, M., FADRHOŇOVÁ, V.: Air pollution load of forest stands in Vojvířov and the impact on soil and run-off water chemistry. Journal of Forest Science, 48, 2002, č. 7, s. 292-309
- UHLÍŘOVÁ, H., FADRHOŇOVÁ, V., BÍBA, M., LOCHMAN, V.: Depozice a pohyb vybraných látek v lesních ekosystémech s vazbou na potravní řetězec. Chemické listy, 96, 2002, s. 598-606
- UN-ECE, 1998. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 4th edition. Hamburg, Germany.
- VANMECHELEN, L., GROENEMANS, R., VAN RANST, E.: Forest Soil Condition in Europe, Forest Soil Co-ordinate Centre, EC - UN/ECE. Brussels, Geneva, 1997. 261 s.

Water chemistry of small water streams economically important in forest areas of CR

Summary

Acidity of water was one of the parameters. The average pH value was 7.16. In total 82.3 % samples were within the standard values of pH 6.5 – 9.5, in 17.7 % samples values of pH were lower than 6.5 (minimum pH value 3.83). Low pH values, in many cases corresponding to high aluminium content are of importance. Aluminium is released from the soil due to acidification and disturbance of chemical bonds. Forest region LO 21 - Jizerské hory (94.1 % samples with pH under 6.5 and average pH value only 5.82) was the most critical with respect to acidity.

In most of the samples with pH under 6.5 also the threshold value for Al was exceeded (0.2 mg.l⁻¹). In total the critical Al value was exceeded in 13.2 % samples.

Of the other element, in much lower extent, overexceeding of the standard parameters was measured for Fe (13.6 %). Values of Na and Cu did not exceed the standards given by the Regulation no. 252/2004 in any case, in fluorides, chlorides and sulphates always in one case only.

Concentrations of nitrogen (NO₃⁻) were comparatively low in the samples taken (the average 4.84 mg.l⁻¹). Thresholds value of 50 mg.l⁻¹ for drinking water was not exceeded in any case. Values of NH₄⁺ were also low, critical value of 0.5 mg.l⁻¹ was not recorded.

The values measured for Mg are very low. The average value of the concentrations measured was only 4.98 mg.l⁻¹, i. e. less than a half of minimum thresholds value of 10 mg.l⁻¹. In total even 85.5 % of the samples had the Mg concentration under 10 mg.l⁻¹.

Values of Ca under the minimum threshold value of 30 mg.l⁻¹ were measured in 76.1 % samples, mostly again in the border mountains of CR. The region of SE Moravia was the most favourable. Also here, same as for Mg, composition of mineral bedrock and soils was the most important factor. The average value was 23.21 mg.l⁻¹, same as for Mg, it was lower than the minimum threshold values.

Recenzent: doc. Ing. V. Švihla, CSc.