

VPLYV NADMORSKEJ VÝŠKY NA ATMOSFÉRICKÚ DEPOZÍCIU A CHEMIZMUS PORASTOVÝCH ZRÁŽOK V KLIMAXOVÝCH A MONOKULTÚRNÝCH SMREČINÁCH V BIOSFÉRICKEJ REZERVÁCIÍ POLANA

MARTINA BLIHÁROVÁ
JAROSLAV ŠKVARENINA

Abstract

THE ALTITUDE INFLUENCE ON ATMOSPHERIC DEPOSITION AND CHEMISM OF THE THROUGHFALL AND STEMFLOW IN CLIMAX AND MONOCULTURE SPRUCE STANDS OF BIOSPHERE RESERVE POLANA

The chemism of stand precipitation (throughfall and stemflow) was investigated at two localities in Biosphere Reserve Polana: the climax spruce stand 1360 m above sea level (Predná Poľana) and the monoculture spruce stand 475 m above sea level (Iviny). Higher acidity of precipitation was found out in the climax spruce stand, extreme values were measured for stemflow (pH 3.35). The higher values of anion concentrations were observed in monocultures but the depositions in consequence of higher precipitation amounts achieved the maximums in the climax mountain spruce stands, e.g. the deposition of sulphur for open area of Predna Polana equals 24 kilograms per hectare and year, in the stand 18 - 55, resp. 21 and 15 - 34 kg/ha/year for Iviny. The stemflow represents insignificant portion of the deposition (less than 1%) in both spruce stands, ecologically relevant values were detected only for H⁺ deposition (0,66-1,44 kg/ha/year)

ÚVOD

Pojem kyslé zrážky je v súčasnej dobe všeobecne známy, ako aj to, že sa tieto chemické substancie do značnej miery podieľajú na zhoršovaní zdravotného stavu lesov. Výskum zdravotného stavu lesov Slovenska poukazuje na skutočnosť, že až 80% našich lesov je nejakou mierou postihnutých pôsobením imisií. Najpoškodenejšou drevinou u nás, ale aj v európskom kontexte je jednoznačne smrek, čo pravdepodobne súvisí s vysokou filtračnou schopnosťou smrekového ekosystému ako aj s výskytom smrečín prevažne v exponovaných horských polohách, resp. v lokalitách mimo prirodzeného areálu rozšírenia smreka, kde táto drevina trpí často krát suchom, hmyzími a veternými kalamitami a pod. .

Slovensko sa nachádza na orograficky vyvýšenom karpatskom oblúku, preto je jeho územie vystavené prevládajúcim atmosférickým prúdeniam a tým aj diaľkovému prenosu škodlivín, ktorý sa na znečistení podieľa až 60%. Škodlivému vplyvu sa teda nevyhlo ani naše najväčšie sopečné pohorie Poľana, ktoré je pre účely štúdia chemizmu zrážok v rôznych nadmorských výškach mimoriadne vhodným územím. Naše výskumné plochy boli na plochách výškovo i štruktúrovo rozdielnych (smreková monokultúra 475 m a horská klimaxová smrečina 1360 m). Hoci sú od seba vzdušnou čiarou vzdialené necelých osem kilometrov a výškový rozdiel medzi nimi predstavuje 874 metrov. Táto skutočnosť nám môže ďalej poslúžiť pre modelovanie depozícií, úhrnov zrážok a koncentrácií škodlivín na území Poľany.

CHARAKTERISTIKA VÝSKUMNÝCH PLÔCH, METODIKA A CIELE PRÁCE

V príspevku venujeme pozornosť hydrochemickým vlastnostiam smrečín na lokalitách:

- **Predná Poľana 1360 m** prirodzené - klimaxové porasty horského ekotypu smreka v siedmom vegetačnom stupni, typické pre svoju polohu v hrebeňom pásme kaldery masívu Poľany,
- **Iviny – Dúbravy 475 m** plochy s neautochtónnym monokultúrnym porastom smreka v druhom vegetačnom stupni s charakterom hospodárskeho lesa.

Základná charakteristika plôch sú podrobne uvedené v článku ŠKVARENINA – STŘELCOVÁ – MINDÁŠ 2002: Bioklimatologický a ekofyziologický výskum v BR Poľana v tomto zborníku a CD.

Na vybraných plochách sme sledovali fyzikálno-chemické charakteristiky zrážkových vôd a ich zmeny po prechode cez lesné porasty. Za ciele práce sme určili:

- vykonávať odbery vzoriek z týchto druhov zrážok:
 - vertikálne zrážky na voľnej ploche
 - podkorunové zrážky smreka
 - stok po kmeni smreka
- z odobratých vzoriek vykonávať chemické analýzy a zisťovať hodnoty nasledovných charakteristík:
 - hodnoty pH, koncentrácie vodíkových kationov a elektrickú vodivosť
 - koncentrácie síranových, dusičnanových, amoniakových iónov
 - koncentrácie draslíka, vápnika, sodíka a horčíka
- zo zistených koncentrácií vypočítať štatistické charakteristiky a celkové ročné depozície pre vybrané komponenty
- depozíciu prostredníctvom stoku po kmeni vypočítať dvoma metódami a výsledky porovnať
- v rámci plôch porovnať zistené údaje porastových zrážok s údajmi zrážok zachytených na voľnej ploche a tiež porovnať navzájom výsledky z oboch plôch z pohľadu rozdielu nadmorských výšok

Vzorky z oboch výskumných plôch boli odoberané pre vyhodnocovaný rok 2001 od 15. januára 2001 do 12. decembra 2001 v priemere jeden až dvakrát za mesiac. Celkovo boli vzorky odobraté štrnásťkrát. Chemické analýzy sa realizovali podľa MIHÁLIKA ex BLIHÁROVÁ (2000). Výpočet depozície zrážkami na voľnej ploche a podkorunovými zrážkami sa uskutočnil podľa ICP FOREST, stok po kmeni sa kalkuloval aj podľa hrúbkových tried (HOMOLA 2002).

VÝSLEDKY

Predmetom pozornosti našej práce boli porastové zrážky smrekových spoločenstiev 2. a 7. vs, ktorý tu zaznamenáva svoj najjužnejší výskyt. Zaujímali nás predovšetkým chemicko-fyzikálne vlastnosti porastových zrážok (pH, EV) a koncentrácie a depozície jednotlivých zložiek (H^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+). Čo sa týka dusíka, zisťovali sme aj jeho sumárnu depozíciu z oboch foriem. V rámci výskumných plôch sme porovnávali zisťované hodnoty zrážok podkorunových a stokov po kmeni s hodnotami zrážok z voľnej plochy. Tiež sme skúmali vplyv nadmorskej výšky na chemizmus zrážok a depozície porovnávaním nameraných hodnôt medzi plochami. Výskumné plochy Predná Poľana a Iviny pre tento účel podľa nás vysokú výpovednú hodnotu kvôli takmer 1000 metrovému výškovému rozdielu a

pomerne malej horizontálnej vzdialenosti. Prezentovaný výskumný zámer priniesol tieto najvýznamnejšie výsledky:

Na ploche Predná Poľana najvyššiu kyslosť vykazuje stok po kmeni smreka nami určenej hrúbkovej kategórie 40 - 50 cm (3,76). Naproti tomu, najnižšia kyslosť bola preukázaná u zrážok zachytených na voľnej ploche (4,68). Na výskumnej ploche Iviny sa extrémne hodnoty pH pohybovali v rámci intervalu 3,35 (stok SM40) až 7,29 (voľná plocha). Priemerné hodnoty 3,7 (stok SM60) až 5,2 (voľná plocha) možno porovnať s údajmi z plochy Predná Poľana,

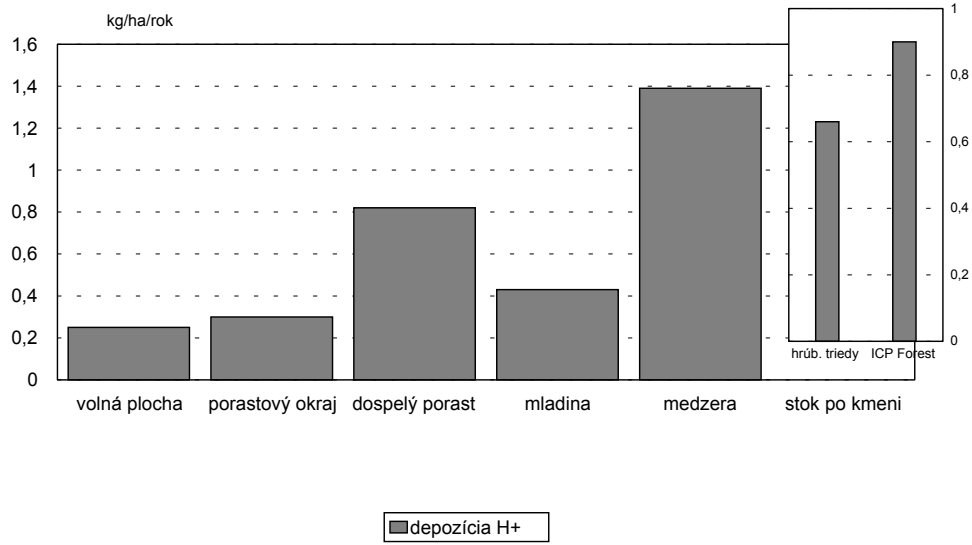
Najviac H^+ sa na lokalite Predná Poľana dostalo do ekosystému korunovými medzerami ($1,39 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$), najmenej cez voľnú plochu ($0,25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$). Na lokalite Iviny sa hodnoty depozícií pohybujú v rozpätí $0,03 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ (voľná plocha) až $0,16 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ (medzera) (obrázok 1).

Najvyššiu hodnotu depozície síry sme zaznamenali v medzere medzi korunami na lokalite Predná Poľana ($54,37 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$), čo predstavuje až 5-násobné prekročenie kritickej záťaže (KZ $10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$) stanovenej EHK pre oblasti prírodných ihličnatých horských lesov. Túto hodnotu prekračujú depozície vypočítané pre všetky odberové miesta na oboch lokalitách. Na ploche Iviny boli zistené hodnoty depozícií síry na jednotlivých miestach vyrovnanjšie ($15,28$ -medzera, až $33,79 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ -smrek) ako na ploche Predná Poľana ($17,57$ -porastový okraj, až $54,37 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ -medzera). Hodnoty depozícií na voľných plochách sa líšia o $3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ (Predná Poľana- $23,69$, Iviny- $20,82 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$), (obr. 2).

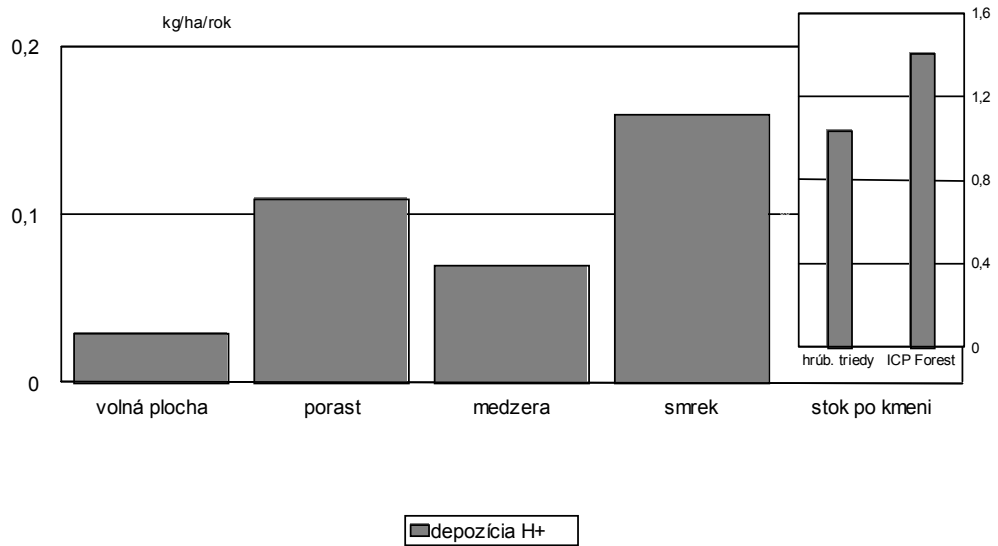
Na lokalite Predná Poľana sme zistili, že hodnoty koncentrácií NO_3^- v zrážkach odobratých na špecifických miestach porastu a na voľnej ploche sa pohybovali v pomerne úzkom variačnom rozpätí ($1,41$ - mladina až $5,95 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ -medzera). Na voľnej ploche bola pre koncentráciu NO_3^- zistená hodnota váženého priemeru $3,24 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Tejto hodnote sa v priemere približujú aj hodnoty koncentrácií NO_3^- v stokoch po kmeni ($2,11$ až $3,67 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Na lokalite Iviny možno konštatovať nižšie koncentrácie NO_3^- u podkorunových zrážok ($1,60$ - medzera až $3,25 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ - porast). Najnižšia koncentrácia NO_3^- ($1,19 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) bola zaznamenaná na voľnej ploche. Stoky po kmeni túto hodnotu prekročili 4 až 7-krát.

Depozícia N- NH_4^+ je na Ivinách v priemere o $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ vyššia ako na Predná Poľana, kde sa pohybuje v rozmedzí hodnôt $11,06$ - porastový okraj až $22,02 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ - medzera. To, že hodnota depozície N- NH_4^+ meranej na porastovom okraji je nižšia ako na voľnej ploche ($12,05 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$) možno zdôvodniť nižším zrážkovým úhrnom. Na ploche Iviny je depozícia N- NH_4^+ vyššia ako na Predná Poľana a pohybuje sa v menšom variačnom rozpätí ($14,19$ - medzera až $19,27 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ - voľná plocha), táto skutočnosť je pravdepodobne vyvolaná vysokými koncentraciami amoniaku v ovzduší (poľnohospodárska a živočíšna výroba v okolí) (obrázok 3). Z hodnôt koncentrácií a depozícií základných kationov v porastových zrážkach a na voľnej ploche poukazujeme na pôvod kationov K^+ a Ca^{2+} v biomase a tiež na zanedbateľný vplyv porastu na koncentráciu Na^+ (zmeny pozorujeme len pri porovnaní podkorunových zrážok a zrážok z voľnej plochy so stokmi po kmeni) (obrázok 4). Čo sa týka použitých metód pre výpočet depozícií sledovaných komponentov zo stokov po kmeni, môžeme skonštatovať, že nami navrhovaný spôsob výpočtu neprináša v porovnaní s metódou navrhnutou ICP Forest veľmi odlišné hodnoty, ale považujeme ju pri našom rozdelení hrúbok do troch kategórií za málo relevantnú pri porastoch s výrazne diferencovanou hrúbkovou štruktúrou ako je napríklad aj výskumná plocha Predná Poľana. Pre takéto porasty odporúčame pri použití tejto metódy podchytiť rôznorodosť porastu rozdelením hrúbkových početností do viacerých hrúbkových tried s menším intervalom a vzorky odoberať v rámci každej hrúbkovej triedy.

H⁺-Predná Pol'ana

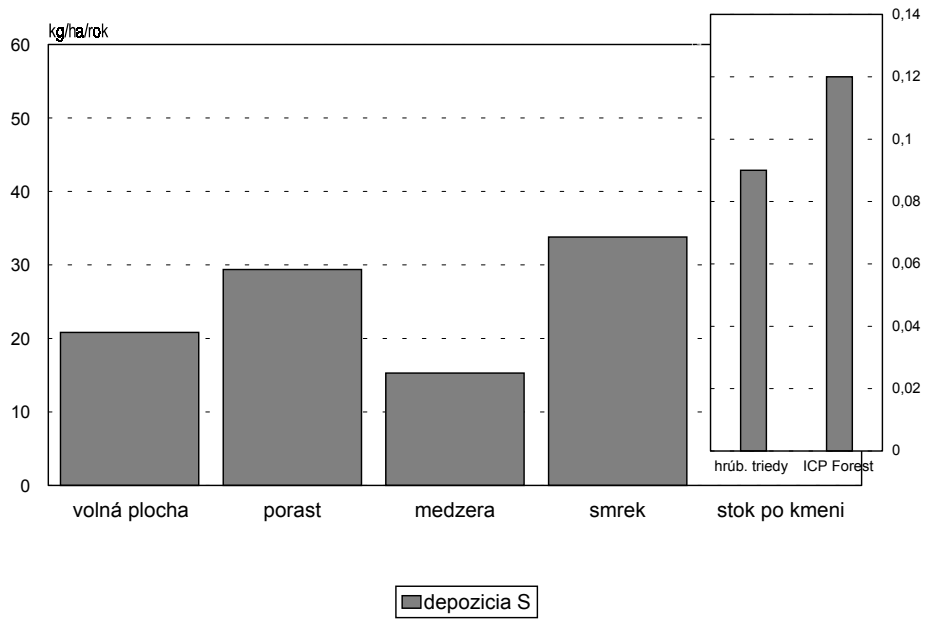


H⁺-Iviny

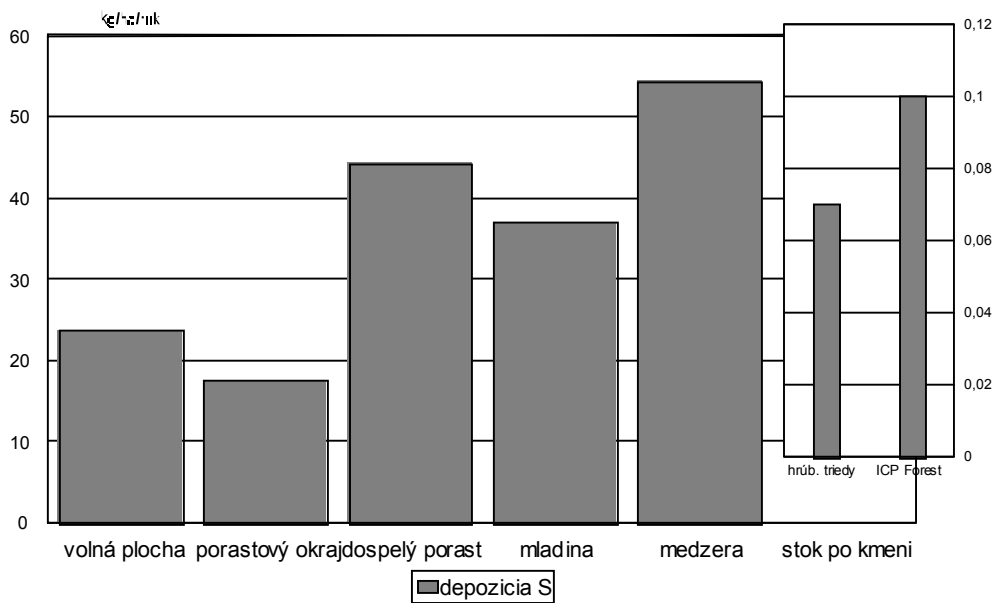


Obrázok 1 *depozícia H⁺ na výskumných plochách*

S-SO₄²⁻-Iviny

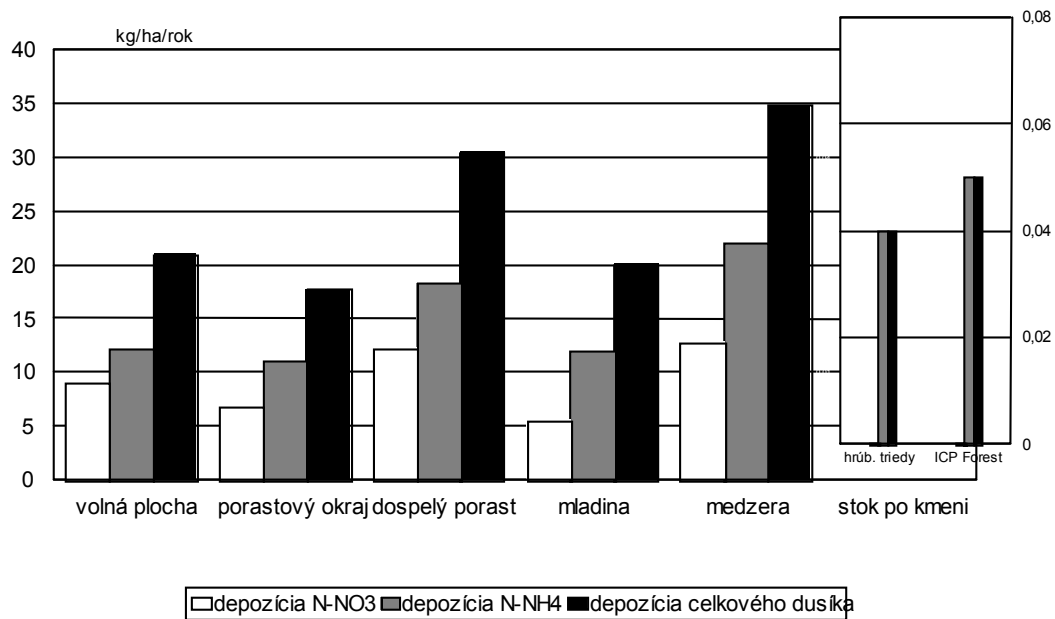


S-SO₄²⁻-Predná Pol'ana

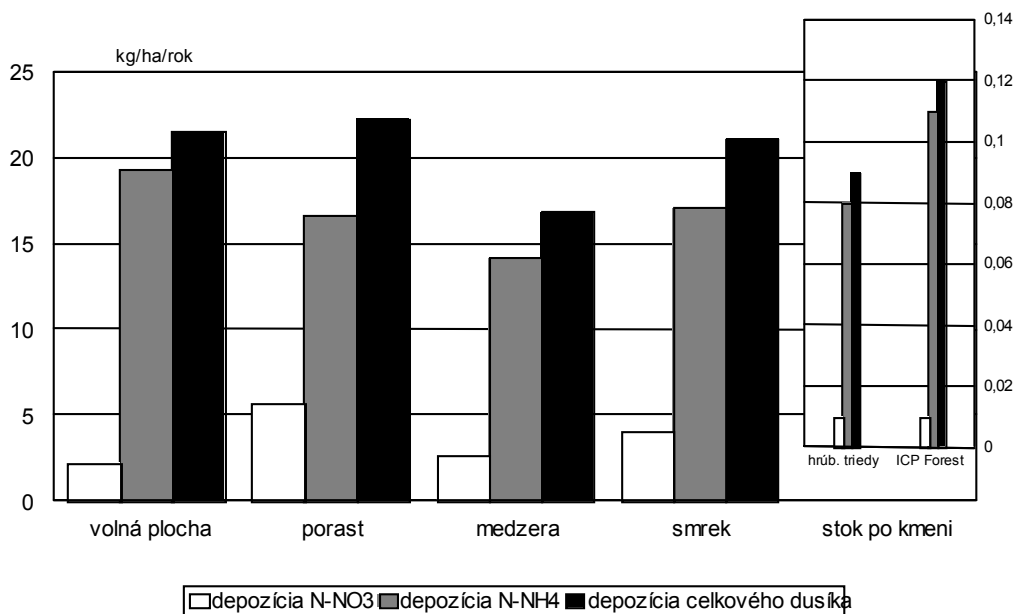


Obrázok 2 *depozícia síry na výskumných plochách*

Predná Poľana

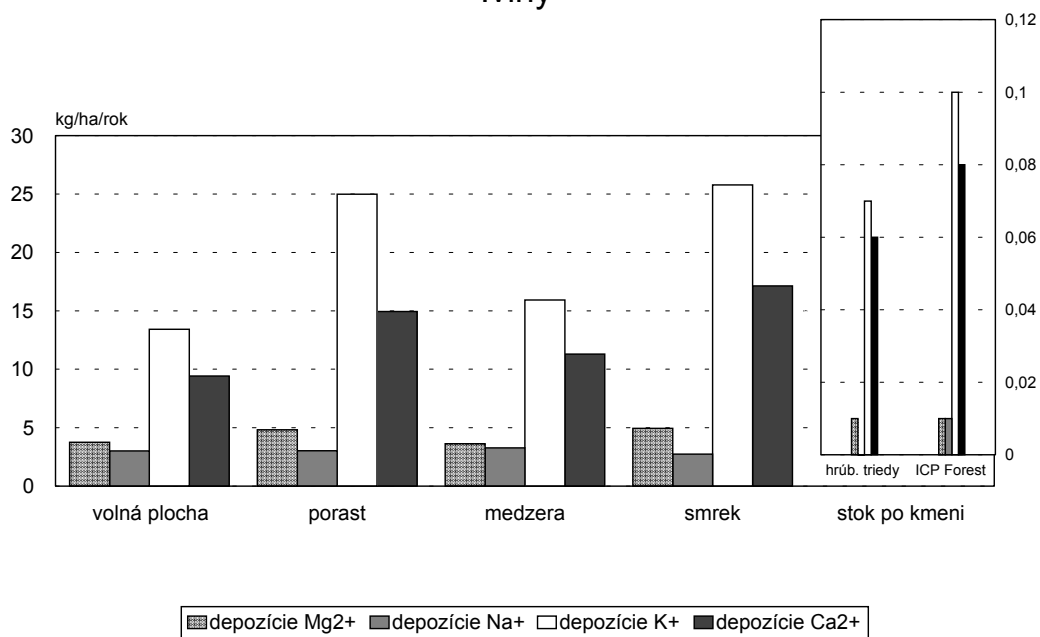


Iviny

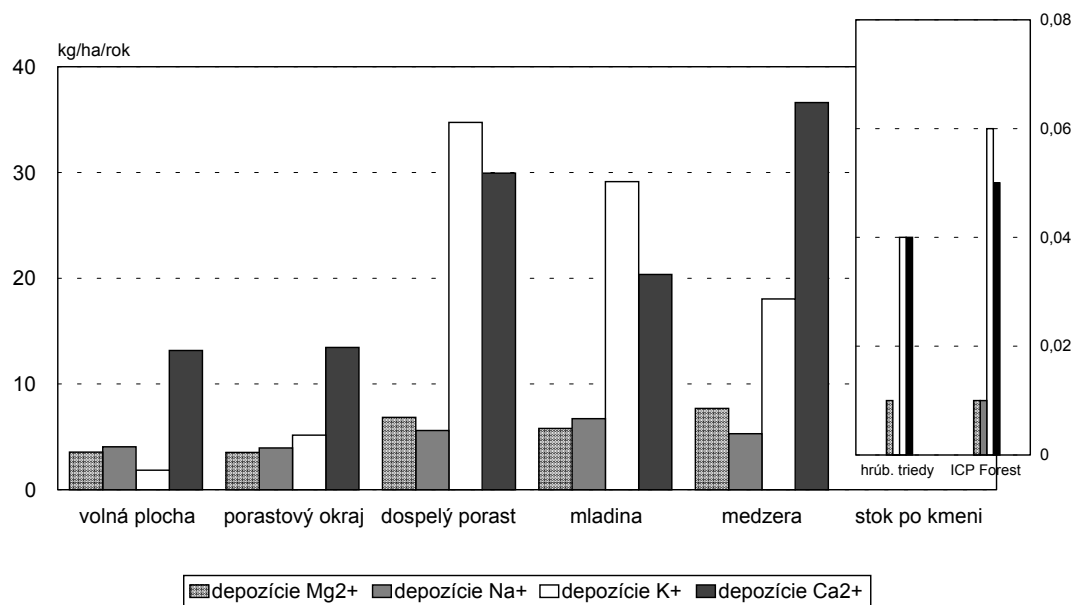


Obrázok 3 Depozície dusičnanovej a amoniakálnej formy dusíka a celkového dusíka

Iviny



Predná Poľana



Obrázok 4 Depozície bázických katiónov

ZÁVER

V Biosférickej rezervácii Poľana sme zisťovali chemizmus porastových zrážok (podkorunové zrážky a stok zrážok po kmeňoch) na dvoch lokalitách: v klimaxovej smrečine 1360m n. m. (Predná Poľana) a v monokultúrnej smrečine 475m n. m. (Iviny). Vyššiu kyslosť dosahovali zrážky v klimaxovej smrečine, extrémne hodnoty boli namerané v stoku po kmeni (pH 3,35). Koncentrácie iónov dosahovali vyššie hodnoty v monokultúrach, depozície však v dôsledku vyšších úhrnov dosahovali maxima v klimaxovej horskej smrečine, napr. depozícia síry Predná Poľana voľná plocha 24 kg, v poraste 18-55 kg/ha/rok. Iviny voľná plocha 21 kg, v poraste 15-34 kg/ha/rok. Stok po kmeni predstavuje v oboch smrečinách len nepatrný podiel na depozícií (pod 1%), ekofyziologicky relevantné hodnoty dosahujú len H⁺ depozície (0,66-1,44 kg/ha/rok). Prezentované výsledky sledovania kyslosti, imisného chemizmu a množstva deponovaných elementov do lesných ekosystémov poskytujú informačnú databázu predovšetkým pre ďalšie modelovane pôsobenia imisií na lesné pôdy a lesné dreviny prostredníctvom ekologických imisných limitných hodnôt – kritických úrovní a záťaží v rámci monitoringu zdravotného stavu lesa v SR, ako aj v Európe.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. BLIHÁROVÁ, M., 2000. Zmeny atmosférickej depozície v orografickom celku Poľana od vplyvom lesného porastu a rozdielnej nadmorskej výšky. Projekt dizertačnej práce. Zvolen. s.41
2. BLIHÁROVÁ, M. - MINĎÁŠ, J., 1999: Príspevok k porovnaniu kvality snehových zrážok 5. a 7. lesného vegetačného stupňa v CHKO BR Poľana. In: Atmosféra 21. storočia, organizmy a ekosystémy s.83 – 87
3. ICP FOREST (<http://www.icp-forests.org/>)
4. MIHALIK, A., SLÁVIK, D. 1988. Ovplyvňovanie chemického zloženia zrážok v smrekovom a bukovom poraste CHKO Poľana. In: *Ochrana prírody* 1988, č. 11, s. 131-195.
5. MINĎÁŠ, J., 1999. Kvantitatívna a kvalitatívna charakteristika zrážkového režimu jedľo - bukového ekosystému. Dizertačná práca, Študijný odbor: 15-21-9 Ekológia, Lesnícka fakulta TU, Zvolen, 153 s.
6. MINĎÁŠ, J. – KUNCA, V., 1997, Chemické zloženie atmosférických a podkorunových zrážok v poraste jedľovej bučiny na lokalite na lokalite Poľana- Hukavský grúň. *Lesnícky časopis – Forestry journal*.43, 1997: 329-341.
7. SLÁVIK, D., Chránená krajinná oblasť – biosférická rezervácia Poľana. SAŽP, Správa CHKO-BR Poľana vo Zvolene. 34s.
8. SLÁVIKOVÁ, D., KRAJČOVIČ, V., et al., 1994. Ochrana biodiverzity a obhospodarovanie trvalých trávnych porastov CHKO-BR Poľana, Nadácia IUCN, Svetová únia ochrany prírody, Slovensko, Bratislava. 205s.
9. Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v Slovenskej republike 1997. SHMU a MŽP SR, Bratislava 1999.
10. ŠKVARENINA, J., 1994. Atmosférická depozícia v horskom jedľovobukovom ekosystéme. In: Trvalo udržateľný rozvoj a krajinnokoekologické plánovanie v európskych horských ekosystémoch. Zvolen. 1994, 271-276.
11. ŠKVARENINA, J. – STŘELCOVÁ, K. – MINĎÁŠ, J. 2002: Bioklimatologický a ekofyziologický výskum v BR Poľana v tomto zborníku a CD.
12. UN ECE, 1993. Mapping critical levels/loads. Federal Agency, Berlin,25, 1993. 60s.

Podakovanie:

Táto práca bola čiastočne podporená finančnými prostriedkami z vedeckých projektov č. 1/9207/02, 1/9265/02 komisie VEGA ekologické vedy a Komisie VEGA pre poľnohospodárske, lesnícke a veterinárne vedy.

Kontaktná adresa autora:

Ing. Martina Blihárová
Doc. Ing. Jaroslav Škvarenina, CSc.
Lesnícka fakulta TU vo Zvolene
Masarykova 24
960 53 Zvolen
E-mail: jarosk@vsld.tuzvo.sk