

Monitoring znečistenia ovzdušia v NP Slovenský raj

M. Bobro, J. Hančulák, J. Špičuk: Air-pollution Monitoring in the NP Slovak Paradise. Život. Prostr., Vol. 29, No. 3, 150–153, 1995.

The paper focuses on the immission situation on the territory of National Park Slovak Paradise and in the adjoining municipal area of Spišská Nová Ves town. The pollution is caused by atmospheric mass transport. For the last five years the immission situation has been observed by means of eight stable air-monitoring stations for the dust-amount sampling in the National Park. The results of air-quality monitoring determine the portion and transport direction of pollutants from individual anthropogenic sources.

The variegated mineral composition was detected in studied dust. It is dependent on location of settled dust samples taking. The ashes and various solid components as a product of solid fuels combustion predominate thereabouts of above mentioned municipal area. Direct expressive influence of Rudňany's industrial agglomeration on air-pollution was not observed. The dust amounts and concentrations of solid state in aerosol obtained by aspiration method achieve the values usually only 1/10 and from 1/20 to 1/10 of state-limited immission concentration respectively.

Because measured dust amount is negligible the National Park Slovak Paradise can be characterized as a well-preserved territory at the present time. In spite of acquired results the air-quality and the other environmental components monitoring would be the inseparable part of natural protection.

Národný park Slovenský raj so svojimi prírodnými krásami a mimoriadne esteticky pôsobiacimi scenériami patrí medzi naše najhodnotnejšie územia. Relatívne zachované ekosystémy, charakteristická flóra a fauna s množstvom chránených druhov umocňujú dôležitosť starostlivosti a ochrany tohto územia.

Orograficky patrí Slovenský raj do oblasti Slovenského rudohoria, do celku Spišsko-gemerský kras. Hlavnú časť jeho územia tvorí planinový kras, menšiu slaborozvinutý kras monoklinálnych chrbtov. Odolnosť takejto krajiny voči antropogénnemu zafaženiu je pomerne nízka. Aj tento NP negatívne ovplyvňujú mnohé faktory, napr. neprimeraná hospodárska činnosť, predimenzovaná, veľmi vysoká - ekologicky neúnosná návštevnosť, absencia čistiarň odpadových vôd v mnohých obciach a zariadeniach cestovného ruchu. Nezanedbateľný nie je ani vplyv emisií z priemyselnej a komunálnej činnosti pôsobiacich ako imisie. Dlhodobý vplyv imisií v podobe kyslých dažďov v súčinnosti s ďalšími negatívnymi faktormi možno ilustro-

vať na zdravotnom stave lesov, ktoré tvoria 90 % rozlohy NP. Stupeň ohrozenia lesných porastov r. 1989 (Smatana, 1989):

- veľmi ohrozené - 10 %,
- stredne ohrozené - 32,6 %,
- málo ohrozené - 57,4 %.

Čistý vzduch v súčasných podmienkach prakticky neexistuje. Obsahuje rôzne zložky plyného, tuhého i kvapalného charakteru, prirodzeného a antropogénneho pôvodu, pôsobiace ako imisie. Tuhé látky rôzneho pôvodu v podobe technogénneho alebo komunálneho prachu prenášajú vzdušné prúdy. Prach je nositeľom kovových prvkov, ktorých časť pochádza z antropogénnej činnosti a v prírode sú obyčajne cudzie. Prevažná časť týchto prvkov má nepriaznivý vplyv na živý organizmus preto, že sa v určitých orgánoch kumuluje, a až potom spôsobuje zmeny zdravotného stavu. Do NP Slovenský raj sa tieto látky dostávajú z bodových, plošných a líniových zdrojov najbližších priemyselných zoskupení v Rudňanoch, Spišskej

Tab. 1. Priemerný obsah prvkov v sedimentovaných prachoch v NP Slovenský raj za obdobie 1990–1993

Lokalita	Sedimentovaný prach $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 30 \text{ dní}^{-1}$	Obsah sledovaných prvkov [%]												
		Hg	Sb	As	Fe	Cu	Mn	Cd	Pb	Ni	Cr	Zn	Ca	Mg
Dubnica	0,9116	0,009	St	0,0021	2,31	0,022	0,053	0,0013	0,021	0,0159	0,0013	0,118	0,93	0,56
Geravy	1,0042	0,015	0,0015	0,0008	2,45	0,025	0,057	0,0009	0,042	0,006	0,0050	0,079	1,24	0,78
Gápeľ	1,1818	0,010	0,0008	0,0010	3,06	0,034	0,069	0,0018	0,031	0,010	0,0051	0,101	0,80	1,17
Besník	0,8920	0,004	St	0,0013	2,70	0,025	0,029	0,0041	0,033	0,0052	0,0040	0,071	1,3	1,49
Vernár	1,0311	0,009	St	0,0011	2,34	0,030	0,069	0,0038	0,027	0,053	0,0053	0,082	1,62	2,11
Veľká Poľana	1,3564	0,010	St	0,0019	2,19	0,022	0,057	0,0012	0,040	0,0033	0,0037	0,100	0,96	1,13
Kláštorskó	1,1198	0,011	St	0,0028	2,22	0,021	0,045	0,0011	0,032	0,0038	0,0031	0,066	1,25	1,12
Smižianska Maša	2,5273	0,010	0,0175	0,0021	2,10	0,035	0,051	0,0058	0,055	0,0048	0,0062	0,080	1,3	0,21
Dopravný závod Rudňany	19,9604	0,105	0,090	0,022	17,91	0,293	0,688	0,0008	0,010	0,0060	0,0024	0,104	1,14	1,23
ŽB Spišská Nová Ves	14,1636	0,069	0,002	0,025	5,96	0,043	0,287	0,0005	0,014	0,0064	0,007	0,049	1,21	0,41
Rudňany ZŠ	4,8467	0,091	0,177	0,026	13,12	0,205	0,334	0,001	0,009	0,0070	0,0070	–	1,08	1,02
Holý vrch	2,0850	0,070	0,032	St	8,02	0,040	0,260	0,0013	0,046	0,0040	0,0070	–	1,30	0,21

Novej Vsi, Horehronia a z oblasti Popradu. Na základe štúdia tuhej fázy aerosólov, pri zohľadnení morfológických a meteorologických zvláštností tohto územia, možno určiť smer alebo aj zdroj ich pôvodu. Predmetom konkrétneho štúdia je preto tuhá fáza - prach s charakteristickými mineralogickými, morfológickými, disperzoidnými, chemickými a fyzikálnochemickými vlastnosťami.

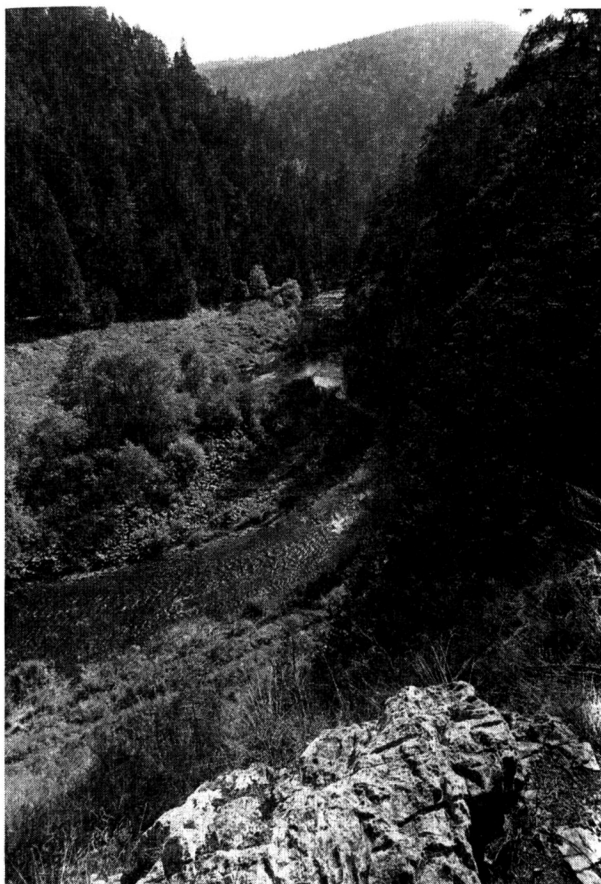
Na získanie vzorky tuhej fázy aerosólu - prachu - sa použili dve metódy: gravimetrická a aspiračná. Gravimetrická metóda uvádza výsledok zaprášenia územia v $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 30 \text{ dní}^{-1}$. Aspiračná uvádza zaprášenie ovzdušia v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Pri prvej metóde sa tzv. stredné geometrické zrno pohybuje vo veľkostiach 3–4 μm . Pri druhej je podstatne menšie, pohybuje sa okolo 1 μm . Takéto zrná majú veľmi nízku gravitačnú rýchlosť a pohybujú sa vplyvom dynamiky ovzdušia. Vzorky zo študovaného územia sa podrobili základným a špeciálnym mikroanalytickým spracovaniám.

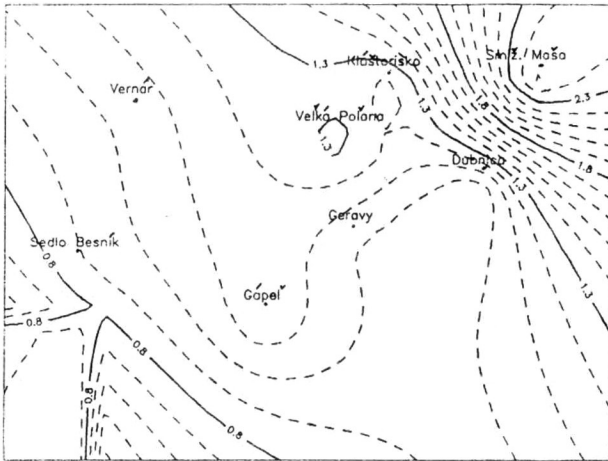
Odber prášneho materiálu gravimetrickou metódou sa robil na stanovištiach rovnomerne rozmiestnených v priestore celého NP (A - Dubnica, B - Geravy, C - Gápeľ, D - Sedlo Besník, E - Vernár, F - Veľká Poľana, G - Kláštorskó, H - Smižianska Maša). Zber sedimentovaného prachu sa robil 2-krát za rok, tzv. zimná a letná fáza. Aspiračnou metódou sa aerosóly odoberali v miestach po obvode NP (Čingov, Podlesok, Dobšinská ľadová jaskyňa, Dedinky, Novoveská Huta, Spišská Nová Ves a ZŠ Rudňany).

Imisné zaťaženie

Množstvo sedimentovaných prachov v NP neprekračuje prípustnú hygienickú normu $12,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 30 \text{ dní}^{-1}$, dosahuje približne desatinu jej hodnoty, len v Smižianskej Maši

ŠPR Prielom Hornádu





Prašný spad v priestore národného parku za obdobie 1990-1993 v $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 30\text{dní}^{-1}$

Ihla - jeden z výrazných geomorfologických útvarov ŠPR Prielom Hornádu



sa hodnoty pohybujú okolo $2,5\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 30\text{dní}^{-1}$. Prekročenie normy sa zistilo v Rudňanoch a v Spišskej Novej Vsi, kde tento vývoj ovplyvňuje priemyselná a komunálna činnosť (intenzita kúrenia v zimnom období fosílnymi palivami). Zloženie prašných častíc je veľmi pestré, tvoria ho anorganické i organické zložky. Anorganické zložky majú minerálnu aj amorfnú podobu (ako produkty spalovania). Minerálne zložky môžu pochádzať aj z importu, ale prevažne sú to častice miestneho pôvodu zo zvetralinového a odkrytého pôdneho plášťa. Prevládajú častice kalcitu - vápenca, dolomitu a ílovitých zložiek. Ďalej je prítomný kremeň, živce, chlority, sludy - sericit a niektoré iné. V oblasti ŽB Rudňany prevládajú karbonáty železa a vápnika v podobe dobre tvarovaných platničkovitých útvarov, sadrovce, ílovité minerály, kremeň, živce a kôrovité útvary oxidov železa a mangánu. V komunálnej sfére prevažujú v tuhých časticiach amorfné popoly, expandované sklovité útvary a sadze, menej minerálne zložky, ako kalcit, kremeň, živce a sludy. Prevažnú väčšinu minerálnych zrn v prachoch tvoria tzv. foliofilné, ktoré majú vhodné platničkovito-lístkovité tvary a dobre poletujú v ovzduší.

Závažný podiel v prachu tvorí organická zložka, ktorá je prevažne miestneho pôvodu a skladá sa z častíc organickej drviny, rias, húb, peľu, zvyškov živočíchov a i. Jej množstvo závisí od ročného obdobia - 50 % je podiel v letnom období a okolo 20 % v zimnom, keď pribúdajú organické podiely z nespálených častíc z kúrenísk, sadze a pod. Zloženie prachov ovplyvňuje aj meteorologická situácia, najmä rýchlosť a smer pohybu vzdušných mäs.

Na prach sa viažu kovové prvky, tzv. „ťažké kovy“, ktoré zväčša nemajú miestny ani prirodzený pôvod (tab. 2). Pochádzajú prevažne z antropogénnej činnosti, hlavne priemyselnej, ale aj z komunálnej sféry. Do oblasti NP ich prinášajú vzdušné prúdy aj zo vzdialených zdrojov diaľkovým prenosom. V oblasti Rudňan je zvýšený obsah Cu, Hg, Mn, Sb, Fe teda prvkov, ktoré priamo súvisia s činnosťou Železorudných baní Rudňany. V oblasti NP sú ich obsahy priemerne o jeden rád nižšie. Či je obsah týchto kovových prvkov v normách nemôžeme posúdiť, lebo pre prašný spad nemáme, okrem spomínanej hodnoty jeho množstva, uzákonené iné normy. Celkove môžeme v oblasti NP hodnotiť sedimentovanú prašnosť a jej vývoj v súčasnosti ako priaznivý, lebo množstvo prachu na najexpozovanejších miestach (Smížiarska Maša) nedosahujú ani štvrtinu povolených hodnôt. Rápidne zníženie prašnosti na 1/10-1/20 povolenej normy môžeme dávať do súvisu s útlmom nielen baníckej, ale priemyselnej činnosti v tomto regióne vôbec. Rozptýl tuhej fázy za obdobie 1990-1993 na ploche NP znázorňuje obr. 1.

Podobný vývoj sme zistili aj aspiračnou metódou. Výhodou tejto metódy je skutočnosť, že výsledky môžeme porovnať s NPK. Obsahy analyzovaných kovových prvkov z tuhej fázy aerosólov nedosahujú také hodnoty, ktoré by bolo nevyhnutné bližšie sledovať. Zvýšený obsah tuhej

Tab. 2. Priemerný obsah prvkov v polietavom prachu na lokalitách odberu tuhej fázy aerosólu aspiračnou metódou v NP Slovenský raj za obdobie 1990 -1993

Miesto odberu	Poliet.prach $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Obsah prvkov [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]											
		Mg	Ca	Sb	As	Hg	Cu	Pb	Zn	Cd	Ni	Co	Fe
Čingov	39,0	4,68	27,3	0,05	0	0	1,82	0,40	1,29	0,04	0,30	0,09	4,46
Podlesok	28,7	1,20	13,27	0,06	0	0	0,20	0,09	0,28	0,01	0,06	0,03	0,95
Dobš. Iadová j.	15,5	0,98	4,80	0,17	0	0	0,50	0,02	0,21	1,10	0,05	0,02	–
Dedinky	24,0	1,15	2,45	0,06	0	0	0,24	0,20	0,21	0,01	0,10	0,04	1,69
Novoveská Huta Rybníky	18,5	2,10	4,55	0	0	0	0,20	0,04	0,02	0,01	0,01	0,04	1,37
Sp. Nová Ves	93,0	4,20	11,60	0,70	0	1,05	1,70	0,21	0,70	0,06	0,31	0,15	3,57
DZ-Rudňany	125,0	–	–	1,00	0	1,20	0,40	0,20	–	0,20	St.	St.	15,0
Ortuťovňa dvor	146,0	3,38	13,15	0,70	0	0,92	2,98	0,05	6,43	0,01	0,14	0,14	9,39

fázy oproti hygienickej norme (NPK = $0,150\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) sa zistil v oblasti mesta ($0,090\text{--}0,110\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) a Rudniam ($0,125\text{--}0,175\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$). Najvyššie hodnoty v NP sme zaznamenali na Čingove ($0,040\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$), na Podlesku ($0,030\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$), kým na ostatných miestach neprekročili hodnoty $0,025\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. To znamená, že množstvá tuhej fázy od komunálnych aktivít smerom do územia parku klesajú. Z kovových prvkov viazaných na tuhú fázu aerosólov sú zaujímavé, ale aj vysvetliteľné obsahy Cu na Čingove, kde prekračuje NPK (NPK Cu = $0,0005\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) približne 3-krát. Podobne možno pozorovať aj zvýšené obsahy Hg na Podlesku. Obsah Cu na Čingove dávame do súvisu s prenosom z komunálnej sféry mesta, dopravy a miestnych kúrenísk, Hg na Podlesku zase s geologickými a tektonickými danosťami územia.

* * *

Špecializovaný výskum a čiastočný monitoring ovzdušia - základnej zložky prírodného prostredia NP Slovenský raj - sa dosiaľ zameriaval na dôsledky, ktoré vznikajú jeho znečisťovaním. Merania boli lokalizované v smeroch prevládajúcich vzdušných prúdení, odkiaľ sa môžu importovať cudzorodé aj škodlivé zložky do priestorov NP. Takéto zameranie výskumu je prínosom pre poznanie konkrétnych zdrojov znečistenia ovzdušia.

Snahou Správy NP Slovenský raj je zabezpečiť komplexný monitoring prírodného prostredia, pod čím rozumieme sústavné sledovanie a vyhodnocovanie stavu základných prírodných prvkov územia, aby sme získali čo

možno najkomplexnejší obraz o ich vývoji, jednotlivo i vo vzájomných vzťahoch.

Literatúra

- Bobro, M. a kol., 1991: Súhrnná správa o sledovaní čistoty ovzdušia v NP Slovenský raj. BaÚ SAV, Košice, 23 pp. (manuscript).
- Bobro, M., Špičuk, J., Hančulák, J., 1994: Monitorovanie kvality ovzdušia v prostredí NP Slovenský raj. Ochrana prírody 3, Liptovský Mikuláš (in press).
- Matanin, J., Bobro, M., 1992: Vplyv sídelných aglomerácií na kvalitu ovzdušia v NP Slovenský raj. Konferencia SZOPK Ochrana a tvorba ŽP vo vybraných sídelných aglomeráciách ČSFR. Košice, p. 86-93.
- Smatana, A., 1989: Ochrana lesov. Konferencia 25. výročie ochrany prírody Slovenského raja. Čingov, p. 36-43.

