

Literatúra:

- KOLEKTÍV. (1991): Klimatické pomery na Slovensku. Zborník prác SHMÚ č. 33., Alfa, Bratislava
- PODHORSKÝ, F. (1991): Diaľnice na Slovensku. Geografický časopis, 43, 2, 150-161
- RAK, J. (1977): Znečisťovanie ovzdušia v modelových oblastiach Slovenska. Meteorologické zprávy, 30, 4-5, 115-124
- SOTÁK, Š., BORSÁNYI, P. (1998): Variabilita maximálnych úhrnov zrážok v horskej krajine. Práce a štúdie SHMÚ 57, Bratislava, 49-54
- SOTÁK, Š. (1997): Diaľničná komunikácia v mestskej aglomerácii z aspektu klímy. Práce a štúdie SHMÚ 55, Bratislava, 52-56
- VRDLOVCOVÁ, M., ČAPEK, O. (1996): Počítačové zpracování vlivu silničních staveb na ŽP – praktické zkušenosti v ČR. Zborník Conferencie EIA, ČVUT, Praha, 209-213

CLIMATE RISKS RELATING TO THE HIGHWAY TRANSPORT*Štefan SOTÁK***Summary**

By the evaluation of local climate conditions and their interaction with the transport activities were determined the parts of highway with the occurrence of bad diffusion of air pollution, strong lateral wind, ground ice, flood, snow drift and fog with small visual range. There were suggested some necessary steps for the restriction of climate risks in these parts of highway like as: change of highway direction, snow hindrance, protective green zones, terrain arrangement and signalization of risks by convenient signs.

Recenzent: RNDr. Vladimír Ira, CSc.

**MONITORING IMISNÉHO ZAŤAŽENIA V NÁRODNOM PARKU
SLOVENSKÝ RAJ***Jaroslav ŠPIČUK, Milan BOBRO***Abstract**

This paper evaluates the imission situation in the territory of The National Park Slovak Paradise. In the last ten years the imission situation has been monitored in the National Park by means of eight air – monitoring stations for sampling of airborne particles. The aspiration method was applied in the eight air-monitoring stations.

Key words: imission situation, air-pollution, sedimentation and aspiration methods

RNDr. Jaroslav ŠPIČUK

Správa Národného parku Slovenský raj, Letecká 3, 052 01 Spišská Nová Ves

RNDr. Milan BOBRO, CSc.

Ústav geotechniky SAV, Wattsonova 45, 040 01 Košice

Úvod

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

Hlavná časť krasového územia patrí planinovému krasu, menšia časť k slaborozvinutému krasu monoklinálnych chrbtov. Odolnosť takejto krajiny je voči antropogénnemu zaťaženiu pomerne nízka. Aj prírodné prostredie NP je negatívne ovplyvňované mnohými faktormi antropogénnej činnosti, ako je neadekvátny spôsob hospodárskej činnosti, predimenzovaná, ekologicky neúnosná návštevnosť, znečisťovanie podzemných a povrchových vôd, vplyv emisií z priemyselnej a komunálnej činnosti pôsobiacich ako imisie. Dlhodobý vplyv imisií v podobe kyslých dažďov za súčinnosti ďalších negatívnych faktorov je možné ilustrovať na zdravotnom stave lesov, ktoré tvoria 92 % z rozlohy NP.

Súčasťou imisií sú tuhé látky rôzneho charakteru v podobe technogénneho alebo komunálneho prachu prenášané vzdušnými prúdmi. Prach je nositeľom kovových prvkov, ktorých časť je závislá na ľudskej činnosti a tieto sú v prírode obvyčajne cudzie a ich nepriaznivý vplyv je evidentný. Prevažná časť týchto prvkov má nepriaznivý vplyv na živý organizmus preto, že sa v určitých orgánoch kumulujú a po dosiahnutí limitu spôsobujú zdravotné zmeny. Do prostredia NP Slovenský raj sa dostávajú z bodových, plošných a líniových zdrojov najbližších priemyselných zoskupení akými sú ŽELBA Rudňany, Kovohuty Krompachy a priemysel v Spišskej Novej Vsi, na Horehroní, v Popradskej kotline, v Dobšinej a Nižnej Slanej.

Monitoring ovzdušia

Na získanie vzorky tuhej fázy aerosólu – prachu boli použité gravimetrická a aspiračná metóda. Gravimetrická metóda uvádza výsledok zaprášenia územia v g.m^{-2} . 30 dní^{-1} . Aspiračná uvádza zaprášenie ovzdušia v mg.m^{-3} . Pri prvej metóde sa tzv. stredné geometrické zrno pohybuje vo veľkostiach 3–4 μm . U druhej je podstatne menšie a pohybuje sa okolo 1 μm . Takéto zrná majú veľmi nízku gravitačnú rýchlosť a pohybujú sa pod vplyvom dynamiky ovzdušia. Získaný vzorkový materiál zo študovaného územia sme podrobili základným a špeciálnym mikroanalytickým spracovaniam. Časť výsledkov výskumu bola publikovaná (napr. Bobro, M., Matanin, J. 1992, Matanin, J., Bobro, M. 1992, Špičuk, J. 1993, Špičuk, J., Bobro, M. 1995).

Stanovištia na odber prašného materiálu gravimetrickou metódou boli rozmiestnené v priestore celého národného parku. Sú to A – Dubnica, B – Geravy, C – Gapeľ, D – Besník, E – Vernár, F – Veľká Poľana, G – Kláštorisko, H – Smežanská Maša. Zber sedimentovaného prachu sa uskutočnil 2x za rok ako tzv. zimná a letná fáza. Aerosól aspiračnou metódou bol sledovaný po obvode NP na týchto miestach: Čingov, Podlesok, Dobšinská ľadová jaskyňa, Dedinky, Novoveská Huta, Spišská Nová Ves a Rudňany.

Zhodnotené boli výsledky analytického spracovania sedimentovaných prachov z ôsmich miest v NP a dvoch z priemyselného a komunálneho prostredia kvôli porovnaniu. Množstvo sedimentovaných prachov v NP neprekračuje prípustnú hygienickú normu $12,5 \text{ g.m}^{-2}$. 30 dní^{-1} a dosahuje približne jej 1/10, len v Smežanskej Maši dosahuje hodnoty okolo $2,5 \text{ g.m}^{-2}$. 30 dní^{-1} . Prekročenie normy je zistené v Rudňanoch a v Spišskej Novej Vsi, kde je tento vývoj ovplyvnený priemyselnou a komunálnou činnosťou – intenzitou kúrenia v zimnom období.

fosílnymi palivami. Zloženie prašných častíc je veľmi pestré a tvoria ho anorganické aj organické zložky. Anorganické zložky sú minerálnej aj amorfnej podoby, tieto najmä ako produkty spaľovania. Minerálne zloženie prachov môže mať pôvod aj v importe, ale prevažne sú to častice miestneho pôvodu zo zvetralinového a odkrytého pôdneho plášťa. Prevládajú častice kalcitu – vápenca, dolomitu a ilovitých zložiek. Ďalej sú prítomné kremeň, živce, chloridy, sľudy – sericit a niektoré iné. V oblasti ŽELBA Rudňany sú v prevahe karbonáty Fe a Ca v podobe dobre tvarovaných platničkovitých jedincov, sádrovce, ílovité minerály, kremeň, živce a kôrovité útvary oxidov Fe a Mn. V komunálnej sfére mesta prevahu tuhých častíc tvoria amorfné popoly, expandované sklovité útvary, sadze a menej minerálne zložky ako kalcit, kremeň, živce a sľudy.

Významný podiel v prachu tvorí organická zložka, ktorá je prevažne miestneho pôvodu a skladá sa z častíc organickej drte, rias, húb, peľu, zvyškov živočíchov a i. Jej množstvo je ovplyvnené ročným obdobím a môžeme ho kvantifikovať približne nasledovne: 50 % tvorí tento podiel v letnom období a okolo 20 % v zimnom, kedy pribúdajú organické podiely z nespálených častíc z kúrenísk, sadze a pod. Zloženie prachov je závislé a ovplyvňované meteorologickou situáciou, najmä rýchlosťou a smerom pohybu vzdušných mäs.

Na prach sú viazané kovové prvky, pre ktoré sa zaužíval výraz „ťažké kovy“, ktoré sú prevažne produktami antropogénnej činnosti, hlavne z priemyselnej, ale aj komunálnej sféry. Do oblasti NP sú prinášané vzdušnými prúdmi aj zo vzdialených zdrojov diaľkovým prenosom. Zvýšené obsahy v oblasti Rudňan vykazujú prvky Cu, Hg, Mn, Sb, Fe, ktoré priamo súvisia s činnosťou závodu ŽELBA Rudňany. V oblasti NP sú ich obsahy priemerne o rad nižšie. Či sú tieto obsahy kovových prvkov v normách, nemôžeme posúdiť, lebo pre prašný spád okrem uvedenej hodnoty jeho množstva nemáme u nás uzákonené iné normy. Celkove môžeme v oblasti NP hodnotiť sedimentovanú prašnosť a jej vývoj v súčasnosti ako priaznivý, lebo množstvá prachu na najexponovanejších miestach (Smiž, Maša) nedosahujú ani 1/4 povolených hodnôt. V súčasnej dobe môžeme pozorovať rapídne zníženie prašnosti celkove na množstvá 1/10 – 1/20 povolenej normy, čo môžeme dávať do súvisu s útlmom nielen baníckej, ale celkove priemyselnej činnosti v tomto regióne (Špičuk, J. a kol. 1995).

Podobný vývoj bol zistený aj aspiračnou metódou. Výhodou tejto metódy je, že výsledky môžeme porovnať s NPK (najvyššie prípustné koncentrácie). Zistené obsahy analyzovaných kovových prvkov v predmetnej oblasti z tuhej fázy aerosólov nedosahujú také hodnoty, ktoré by bolo nutné bližšie sledovať. Oproti hygienickej norme ($\text{NPK} = 0,150 \text{ mg.m}^{-3}$) je zvýšený obsah tuhej fázy zistený v Spišskej Novej Vsi ($0,090 - 0,110 \text{ mg.m}^{-3}$) a Rudňanoch ($0,125 - 0,175 \text{ mg.m}^{-3}$). Najvyššie hodnoty v NP boli zistené na Čingove ($0,040 \text{ mg.m}^{-3}$), na Podlesku ($0,030 \text{ mg.m}^{-3}$), kým na ostatných miestach neprekročili hodnoty $0,025 \text{ mg.m}^{-3}$. 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 ($\text{NPK Cu} = 0,0005 \text{ mg.m}^{-3}$) približne 3 krát. Podobne je možné 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 do súvisu s geologickými a tektonickými danosťami územia.

Jednotlivé hodnoty polietavého a sedimentovaného prachu ako aj hodnoty prvkov (u sedimentovaného prachu v %, pričom $1 \% = 10.000 \text{ mg.kg}^{-1}$) za obdobie rokov 1995-1997,

t.j. 3 letné a 3 zimné fázy, resp. 6-10 odberov u polietavého prachu sú uvedené v tabuľkách č. 1 a 2.

Tab. 1. Priemerné zastúpenie prvkov v sedimentovaných prachoch v % na monitorovacích staniciach v NP Slovenský raj v období 1995 – 1997

Average contains of elements in the sediment dust /% / in the monitoring stations in NP Slovak Paradise 1995 – 1997

Lokalita	Sedimentovaný prach $\text{g.m}^{-2}.30 \text{ dní}^{-1}$	Obsah sledovaných prvkov v %					
		Hg	Sb	As	Fe	Cu	Mns
Dubnica	0,9116	0,009	St	0,0021	2,31	0,022	0,053
Geravy	1,0042	0,015	0,0015	0,0008	2,45	0,025	0,057
Gápeľ	1,1818	0,010	0,0008	0,0010	3,06	0,034	0,069
Besník	0,8920	0,004	St	0,0013	2,70	0,025	0,029
Vernár	1,0311	0,009	St	0,0011	2,34	0,030	0,069
Veľká Poľ.	1,3564	0,010	St	0,0019	2,19	0,022	0,057
Kláštorskó	1,1198	0,011	St	0,0028	2,22	0,021	0,045
Smiž. Maša	2,5273	0,010	0,0175	0,0021	2,10	0,035	0,051
Rudňany	19,9604	0,105	0,090	0,022	17,91	0,293	0,688
ŽB S.N.V.	14,1636	0,069	0,002	0,025	5,96	0,043	0,287
Rudňany ZŠ	4,8467	0,091	0,177	0,026	13,12	0,205	0,334
Holý vrch	2,0850	0,070	0,032	St	8,02	0,040	0,260

pokračovanie tabuľky

Lokalita	Cd	Pb	Ni	Cr	Zn	Ca	Mg
Dubnica	0,0013	0,021	0,0159	0,0013	0,118	0,93	0,56
Geravy	0,0009	0,042	0,006	0,0050	0,079	1,24	0,78
Gápeľ	0,0018	0,031	0,010	0,0051	0,101	0,80	1,17
Besník	0,004+	0,033	0,0052	0,0040	0,071	1,3	1,49
Vernár	0,0038	0,027	0,053	0,0053	0,082	1,62	2,11
Veľká Poľ.	0,0012	0,040	0,0033	0,0037	0,100	0,96	1,13
Kláštorskó	0,0011	0,032	0,0038	0,0031	0,066	1,25	1,12
Smiž. Maša	0,0058	0,055	0,0048	0,0062	0,080	1,3	0,21
DZ Rudňany	0,0008	0,010	0,0060	0,0024	0,104	1,14	1,23
ŽB Sp.N.V.	0,0005	0,014	0,0064	0,007	0,049	1,21	0,41
Rudňany ZŠ	0,001	0,009	0,0070	0,0070	–	1,08	1,02
Holý vrch	0,0013	0,046	0,0040	0,0070	–	1,30	0,21

Tab. 2. Priemerný obsah prvkov v polietavom prachu na lokalitách odberu tuhej fázy aerosólu aspiračnou metódou v NP Slovenský raj v čase 1995 - 1997

Average contains of elements in air dust in the monitoring stations byx aspiration method in NP Slovak Paradise 1995-1997

Lokalita	Polietavý prach $\mu\text{g.m}^{-3}$	Obsah prvkov v $\mu\text{g.m}^{-3}$ /mikrogram. 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. Lad.	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
Nov. Huta	18,5	2,10	4,55	0	0	0	0,20	0,04	0,02	0,01	0,01	0,04	1,37
Sp.N.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 Rudň.	125,0	—	—	1,00	0	1,20	0,40	0,20	—	0,20	St	St	15,0
Ortuťovňa	146,0	3,38	13,15	0,70	0	0,92	2,98	0,05	6,43	0,01	0,14	0,04	9,39

Sledovanie SO₂ a acidity tuhých zrážok

Z komunálnej aj priemyselnej činnosti do priestorov NP sa spolu so vzdušnými prúdmi dostávajú aj plynne zložky najmä SO₂. Zvýšené hodnoty boli zistené len na tých miestach, kde sú aktívne kúreniská na tuhé a fosilné palivo. Obsah SO₂ v ovzduší nedosahuje hodnoty, ktoré by boli škodlivé – podľa lesníckych kritérií (koncentrácie nad 40 mikrogr.m³), poľnohospodárskych kritérií (nad 60 mikrogr.m³), a podľa hygienických noriem pre komunálnu sféru (NPK=150 mikrogr.m³) dosahujú necelú 1/6 a v letných mesiacoch ešte menej.

Tento stav je priaznivý a očakával sa ešte priaznivejší po útlme baníckej a priemyselnej činnosti. Výsledky z r. 1994 za letné obdobie dokumentujú túto skutočnosť úplne presvedčivo. Do priestorov NP sú importované zložky SO₂ v podobe plynnej, alebo formou slabej kyseliny v zrážkových vodách, niekedy na ľahkých prachových časticách. Táto situácia bola sledovaná formou previerky kyslosti dažďov na sedimentačných stanovištiach, kde napr. u snehu možno pozorovať zvýšenú kyslosť, ktorá sa pri styku s vápenatým povrchom zmierňuje. Pozorujeme vplyvy sídlisťných a priemyselných aglomerácií a import SO₂ vzdušninami najmä zo západných smerov, z priemyselných a sídlisťných zoskupení Horehronia a Podtaranskej oblasti.

Z diaľkového importu považujeme za zdroj oblast priemyslu Krakova a Sliezkej uhoľnej panvy.

Zistiť znečistenie ovzdušia priamym znečistením zo vzdialených aj blízkych zdrojov sme sa snažili analýzou vzoriek čerstvého snehu na území NP Slovenský raj. Tento pri svojom pohybe vo vzdušninách môže prinášať takéto znečistenie zo vzdialenejších miest, alebo priamo nad predmetným územím vymýva ovzdušie a kontaminovaný padá na zem. Takýmto spôsobom sa dá zistiť smer prísunu vzduchu znečisteného SO₂, ktorý pochádza hlavne z priemyselnej, ale aj z komunálnej činnosti (kúreniská, dopava).

Tab. 3. *Obsah SO₂ v NP Slov. raj v ovzduší v mikrogr.m⁻³*
Capacity SO₂ in NP Slovak Paradise in air / mikrogramm.m⁻³/

Miesto odberu v NP	Obsah SO ₂ v mikrogr.m ³		
	marec 91	október 92	august 94
Čingov	12.47	8.32	1.06
Podlesok	6.12	9.12	2.31
Dedinky	13.00	10.06	3.72
Novoveská Huta	20.20	18.05	5.23
Dobš. Ladová Jaskyňa	12.00	8.22	2.32
Kláštorská	0.00	0.00	0.00

Tab. 4. *Analýza čerstvého snehu na hodnoty pH a obsah SO₄²⁻ v mg.l⁻¹*
Analysis of fresh snow /pH and capacity SO₄²⁻ in mg.l⁻¹/

lokalita v NP	december 96		február 97	
	pH	SO ₄	pH	SO ₄
Vernár	5.8	5.7	5.9	6.0
Glac	6.4	4.8	4.0	6.2
Smižanská Maša	6.4	5.4	6.2	8.1
Gápeľ	5.3	4.6	5.7	5.3
Grajnár	5.2	4.1	5.6	4.3
Podlesok	5.2	4.1	5.4	5.4
Dedinky	5.3	4.5	5.6	5.5

Záver

Článok hodnotí imisnú situáciu na území NP Slovenský raj a v priľahlej komunálnej oblasti mesta Spišská Nová Ves. Znečistenie ovzdušia je zapríčinené prenosom vzdušných mäs. Prašný spád bol sledovaný na ôsmich stacionárnych monitorovacích stanovištiach v NP. Výsledky monitoringu kvality ovzdušia uvádzajú množstvo a smer transportu imisí z jednotlivých antropogénnych zdrojov. Pri štúdiu sedimentovaného prachu bolo zistené jeho rôzne minerálne zloženie. Toto je závislé od lokalizácie jednotlivých odberných stanovišť. Popol a rôzne pevné komponenty sa na územie NP dostávajú hlavne ako produkt lokálnych kúrenísk. Presné určenie vplyvu priemyselnej aglomerácie Rudňan na kvalitu ovzdušia v NP nebolo zatiaľ možné. Množstvá polietavého prachu a prvkov v ňom obsiahnutých zisťované aspirač-

nou metódou dosahujú len 1/10, resp. od 1/20 do 1/10 najvyšších prípustných koncentrácií. Podľa dosiahnutých výsledkov môžeme charakterizovať územie NP Slovenský raj aj v súčasnosti ako zachovalé. Napriek týmto výsledkom by mal byť monitoring ovzdušia a ďalších prvkov prírodného prostredia neoddeliteľnou súčasťou ochrany prírody.

Literatúra:

- BOBRO, M., HANČULÁK, J., ŠPIČUK, J. (1995): Monitoring znečistenia ovzdušia v NP Slovenský raj. *Životné prostredie* 3, s. 150 – 153
- ŠPIČUK, J., BOBRO, M. (1995): Monitoring imisnej situácie v NP Slovenský raj. *Chránené územia Slovenska* 24, s. 33 – 35
- ŠPIČUK, J., BOBRO, M., HANČULÁK, J. (1995): Imisná situácia v NP Slovenský raj po útlme baníctva. Zborník zo IV. sympózia o ekológii vo vybraných aglomeráciách Jelšavy-Lubenka a stredného Spiša. *Hrádok*, s. 68 – 72
- ŠPIČUK, J., ŠKORVÁNKOVÁ, K., VALO, M. (1997): Monitoring imisnej záťaže a zdravotného stavu lesov NP Slovenský raj. *Ochrana prírody* 15, s. 247 – 256

THE MONITORING OF THE IMISSION SITUATION IN THE NATIONAL PARK SLOVAK PARADISE

Jaroslav ŠPIČUK, Milan BOBRO

Summary

The paper pays attention to the imission situation in 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 imission situation has been observed by means of eight stationary 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 ash and various solid components as a product of solid fuels combustion predominate thereabouts of above mentioned municipal area. Direct expressive influence of RudňanyĽs 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 imission concentration respectively.

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

Recenzent: RNDr. Vladimír Ira, CSc.