

ZMENY VYBRANÝCH BÁZICKÝCH KATIÓNOV V DÔSLEDKU VETERNEJ KALAMITY Z NOVEMBRA 2004 V TANAPE

Dagmar Magová¹, Jaroslav Škvarenina¹, Jana Ďurkovičová²,

¹Katedra prírodného prostredia, Lesnícka fakulta TU Zvolen jarosk@vsld.tuzvo.sk,
magova@vsld.tuzvo.sk

²Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Abstract:

The aim of the contribution was evaluation of chosen basic cations changes in streams as a consequence of wind storm in Tatra National Park in November 2004. Analyses of calcium, magnesium, sodium and potassium in chosen streams are presented. The water samples were taken from three research areas in Tatar's National Park calamity area: first is in the zone with extracted wood - EX, second in the zone with not extracted wood - NEX and the third in the control zone in untouched forest – IF, which was not affected by wind storm. We observed the seasonal dynamics and we verified determined hypothesis whether forest calamity impacts or not impacts the changes of observed chemical parameters in the streams. There were find out tiny changes that can be caused by deforestation mainly by potassium basic cation (Figure1).

Next verification of hypothesis variants showed partial changes in chemism of streams after wind storm. These changes are not so considerable like others experiments of similar character.

Keywords: biogeochemical cycle, chemism of water, seasonal dynamics

1 Úvod

Les predstavuje základný krajnotvorný a ekostabilizačný prvok územia. Je najvýznamnejším zdrojom obnoviteľných ekologických surovín a vďaka svojim funkciám zohráva významnú úlohu pri tvorbe a ochrane jednotlivých zložiek prírodného a životného prostredia. Les okrem svojho kvantitatívneho vplyvu na pohyb vody v prírode pôsobí aj ako účinný filter, regulátor kvality vody. Je všeobecne známe, že les dokáže vyprodukovať dostatočné množstvo kvalitnej vody, ktorá spĺňa kritéria pitnej vody, a ktorá si vyžaduje minimálne úpravy pre zásobovanie obyvateľstva (Mind'áš a kol., 2006).

Veterná kalamita v novembri 2004 spôsobila rozpad lesa na ploche 12 600 ha čo zároveň predstavuje objem až 2,5 mil. m³ poškodenej drevnej hmoty. Bola zapríčinená vpádom „tatranskej bóry“ na územia národného parku. Išlo o časovo posunuté a nerovnako intenzívne kalamitné udalosti,

pričom najkatastrofálnejšie následky spôsobil vpád studeného vzduchu cez najvyššie hrebene Vysokých Tatier a zasiahol lesný porast od Vyšných Hágov až po Tatranskú Lomnicu. Jedným z nepriamych dôsledkov tejto kalamity bolo aj vytvorenie jedinečného prírodného laboratória na sledovanie fungovania základných procesov lesných ekosystémov.

2 Metodika merania

Základ výskumu bol založený určením troch plôch, a to kalamitná plocha so spracovaným drevom „EX“, kalamitná plocha s padnutým porastom ponechaným na samovývoj bez spracovania dreva „NEX“ a kontrolná plocha nepoškodená kalamitou „IF“, na meranie zmien prebiehajúcich v poškodených porastoch. Všetky tri výskumné plochy boli vyberané tak, aby mali ak nie úplne rovnaké aspoň veľmi prírodné podmienky.

Cieľom výskumu bolo na každej vytvorenej ploche odobrať vzorky vody z prameňov vyvierajúcich na tejto ploche a analyzovať zmeny základných kationov Ca, Mg, Na a K.

Na odber vzoriek sme používali 500 ml fľaše, ktoré bolo potrebné so vzorkou vody udržiavať pri teplote do 2 °C, aby sa zabránilo biologickej aktivite.

Výskumná plocha so všeobecným označením „EX“ bola založená na sledovanie vývoja ekosystému (Prílohy, Obrázok 1), kde bola kalamita spracovaná tradičným spôsobom a v nasledujúcom období bola zalesnená. Porasty s tradičným spracovaním kalamity sa nachádzajú v lokalite nad Danielovým domom, v nadmorskej výške 1040 m n. m. Lokalita je umiestnená na miernom svahu s južnou expozíciou. Z hľadiska geológie je plocha tvorená pieskovcovo - ílovcovým súvrstvom. Prevládajúcimi pôdami sú hnedé lesné pôdy prevažne hrdzavé. Zrnitosť a obsah skeletu sa mení podľa horizontov, ale v priemere je to asi 30 %, pórovitosť je v priemere 60 %. Celkovo sú to pôdy stredne hlboké až hlboké s priaznivou humifikáciou. Pôdy sú zväčša kyslé s maximálnym obsahom humusu vo vrchných pôdnych vrstvách. Z klimatického hľadiska je plocha situovaná v tatranskej oblasti, kde prevláda severozápadné prúdenie vetra s ročnou priemernou rýchlosťou 1,8 m.s⁻¹. Priemerná ročná teplota je 8,02 °C a priemerný ročný úhrn zrážok je 53 mm, pričom za rok padne celkovo v priemere 575 mm zrážok. Fytocenologicky je plocha zaradená ku skupine lesných typov Lariceto piceetum, 6145. Pôvodné porasty boli smrekové s primiešanými smrekovcami a borovicami.

Plocha postihnutá kalamitou bez lesníckeho zásahu, „NEX“ bola založená na sledovanie prirodzeného vývoja poškodených porastov (Prílohy, Obrázok 2). Nachádza sa nad Tatranskou Lomnicou na lokalite Jamy v nadmorskej výške 1000 m n. m. Lokalita je umiestnená na miernom svahu s južnou expozíciou. Z hľadiska geológie

je plocha tvorená pieskovcovo - ílovcovým súvrstvom, pričom ílovce sú v menšej prevahe alebo v rovnováhe s pieskovecami. Prevládajúcimi pôdami sú hnedé lesné pôdy prevažne hrdzavé s miernym náznakom podzolizácie. Zrnitosť a obsah skeletu sa mení podľa horizontov, ale v priemere je to asi 30 %, pórovitosť je v priemere 60 %. Celkovo sú to pôdy stredne hlboké až hlboké s priaznivou humifikáciou. Pôdy sú zväčša kyslé s maximálnym obsahom humusu vo vrchných pôdnych vrstvách. Z klimatického hľadiska je plocha situovaná v tatranskej oblasti, kde prevláda severozápadné prúdenie vetra s ročnou priemernou rýchlosťou 1,8 m.s⁻¹. Priemerná ročná teplota je 8,02 °C a priemerný ročný úhrn zrážok je 53 mm, pričom za rok padne celkovo v priemere 575 mm zrážok. Fytocenologicky je plocha zaradená ku skupine lesných typov Lariceto piceetum, 6145. Pôvodné porasty boli smrekové s primiešanými smrekovcami a borovicami.

Kalamitou nezasiahnuté porasty boli ako výskumná plocha s označením „IF“ (Prílohy, Obrázok 3) založené na porovnanie a kontrolu výsledkov zistených z prvých dvoch spomínaných výskumných plôch. Plocha bola vybraná tak, aby sa po geologickej, pedologickej, fytocenologickej a klimatickej stránke čo najviac podobala ploche zasiahnutej kalamitou bez spracovania drevnej hmoty a ploche zasiahnutej kalamitou, ktorá bola spracovaná tradičným spôsobom. Nachádza sa na lokalite Smrekovec, pri obci Vyšné Hágy, v nadmorskej výške 1050 m n. m. Lokalita je umiestnená na miernom svahu s južnou expozíciou. Z hľadiska geológie je plocha tvorená pieskovcovo - ílovcovým súvrstvom, pričom ílovce sú v menšej prevahe alebo v rovnováhe s pieskovecami. Prevládajúcimi pôdami sú hnedé lesné pôdy prevažne hrdzavé s miernym náznakom podzolizácie. Zrnitosť a obsah skeletu sa mení podľa horizontov, ale v priemere je to asi 30 %, pórovitosť je v priemere 60 %. Cel-

kovo sú to pôdy stredne hlboké až hlboké s priaznivou humifikáciou. Pôdy sú zväčša kyslé s maximálnym obsahom humusu vo vrchných pôdnych vrstvách.

Z klimatického hľadiska je plocha situovaná v tatranskej oblasti, kde prevláda severozápadné prúdenie vetra s ročnou priemernou rýchlosťou $2,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Priemerná ročná teplota je $4,30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a priemerný ročný úhrn zrážok je 64 mm , pričom za rok padne celkovo v priemere 627 mm zrážok. Fytocenologicky je plocha zaradená ku skupine lesných typov *Lariceto piceetum*, 6145. Pôvodné porasty sú smrekové s primiešanými smrekovcami a borovicami.

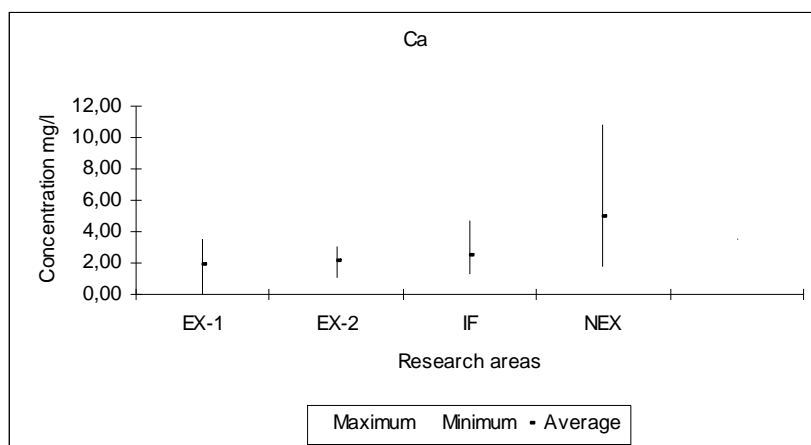
3 Výsledky

Po kalamite v novembri 2004 sa začal výskum, ktorého súčasťou bola aj analýza vybraných chemických parametrov povrchových vôd. Údaje pre štatistické spracovanie sme v našom prípade získali priamym zisťovaním, čiže odberom vzoriek a následnou analýzou v chemickom laboratórií. V priebehu takmer troch rokov sme odoberali každé dva mesiace vzorky vody z troch výskumných plôch.

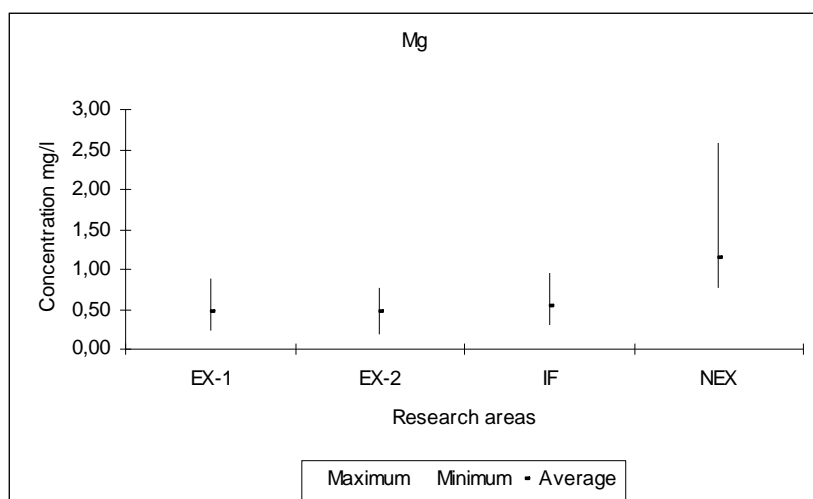
Obrázky 1 – 4 nás informujú o maximálnej, minimálnej a priemernej hodnote bázičných katiónov vápnika, horčíka, sodíka a draslíka v štyroch skúmaných prameňoch. Z uvedených obrázkov 1 – 4 môžeme vyvodit', že štatisticky významný rozdiel medzi jednotlivými plochami sa ukázal pri vápniku a pri horčíku (plocha NEX).

Hlavné porovnávanie sme urobili z hľadiska sezónnej dynamiky, kde sa nám najmarkantnejšie odzrkadlili rozdiely medzi jednotlivými plochami a podľa ktorých sme analyzovali vplyv tatranskej kalamity na zmenu sledovaných chemických parametrov v prameňoch.

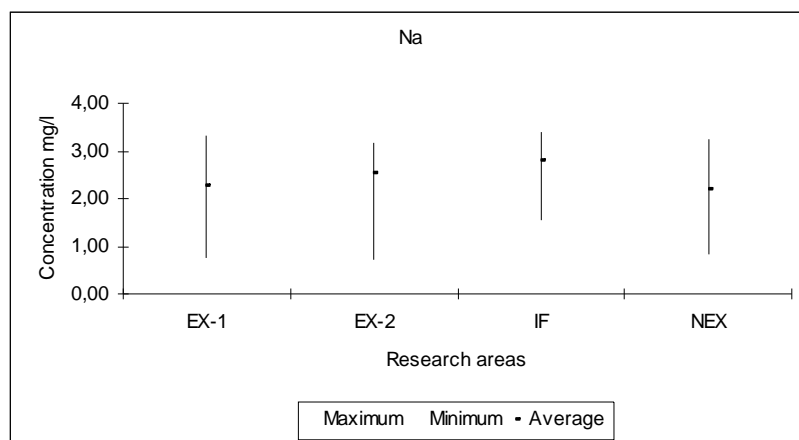
Obrázok 5 zobrazuje zistené koncentrácie iónov vápnika v odobratých vzorkách. Z grafu je vidieť, že najviac vápnika sa vymýva z plochy NEX, kde zostalo kalamitné drevo ponechané na samovývoj. Ostatné koncentrácie z prameňov EX1, EX2 a IF majú takmer rovnaký priebeh. Ako možno z grafu vidieť koncentrácia iónov vápnika na ploche NEX sa od začiatku výskumu postupne znižuje a teda možno predpokladať, že časom jej hodnoty budú porovnateľné s koncentraciami z ostatných prameňov.



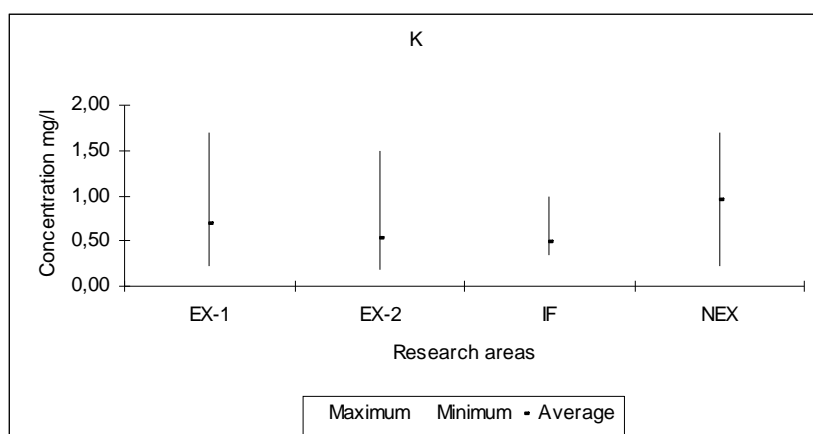
Obrázok 1: Štatistická charakteristika katiónu vápnika (Ca^{2+}) na vybraných lokalitách



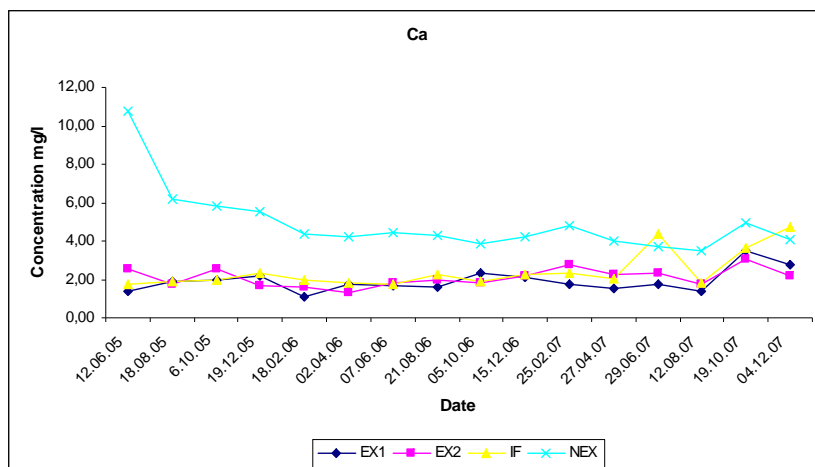
Obrázok 2: Štatistická charakteristika kationu horčíka (Mg²⁺) na vybraných lokalitách



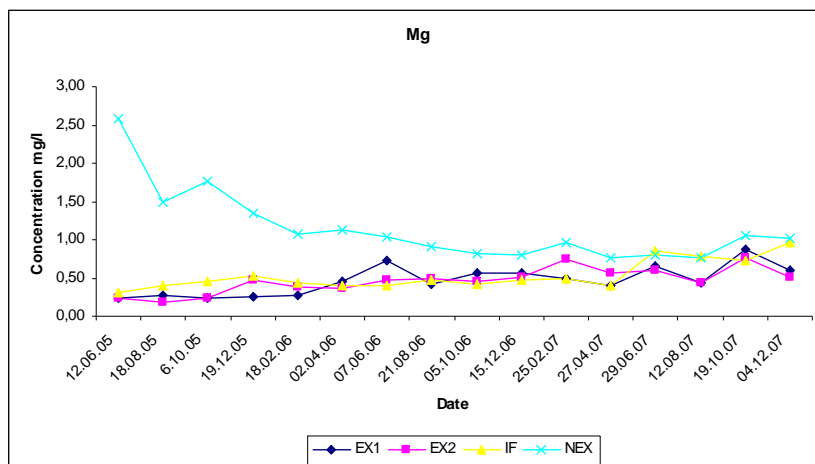
Obrázok 3: Štatistická charakteristika kationu sodíka (Na⁺) na vybraných lokalitách



Obrázok 4: Štatistická charakteristika kationu draslíka (K⁺) na vybraných lokalitách



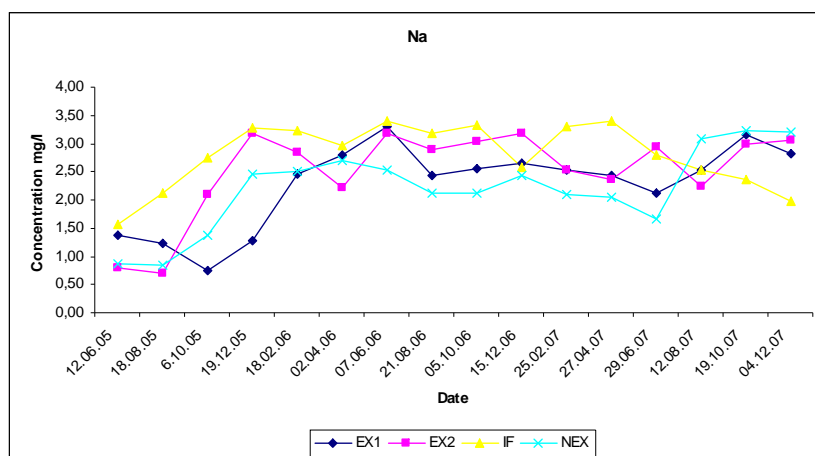
Obrázok 5: Koncentrácia katiónu vápnika (Ca^{2+}) v prameňoch



Obrázok 6: Koncentrácia katiónu horčíka (Mg^{2+}) v prameňoch

Na obrázku 6 je zobrazený priebeh koncentrácie iónov horčíka. V tomto prípade je priebeh koncentrácií veľmi podobný priebehu koncentrácií vápnika, s tým rozdielom, že koncentrácia horčíka na lokalite NEX sa od začiatku výskumu znižovala rýchlejšie ako koncentrácia vápnika, a preto možno v poslednom polroku pozorovať približne vyrovnaný priebeh koncentrácií. Na ostatných lokalitách EX-1,

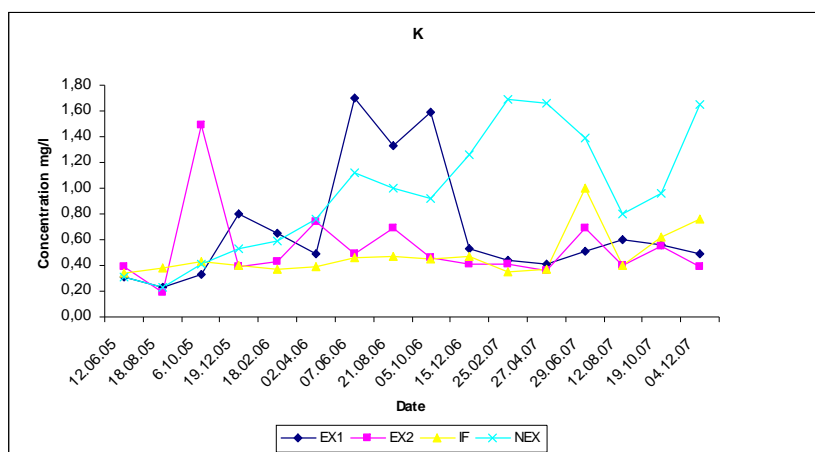
EX-2 a IF majú takmer rovnaký veľmi mierne rastúci priebeh. Pri analýzach katiónov vápnika a horčíka vo vodách, je potvrdené dvojnásobné množstvo iónov vápnika oproti horčíku. V grafoch je možno vidieť, že sa toto potvrdilo aj v našom výskume a koncentrácie katiónov vápnika a sodíka majú aj veľmi podobný priebeh.



Obrázok 7: Koncentrácia katiónu sodíka (Na^+) v prameňoch

Obrázok 7 zobrazuje koncentráciu iónov sodíka v odoberaných vzorkách. Ako možno vidieť, zistené koncentrácie sú veľmi variabilné. QUINBY, POWERS, SUSKI a HALL (1995) uvádzajú priemernú koncentráciu sodíka v ihličnatom lese $0,93 \text{ mg.l}^{-1}$. Rozborom zistená priemerná koncentrácia je $2,21 \text{ mg.l}^{-1}$ na ploche NEX, $2,28 \text{ mg.l}^{-1}$ na ploche EX-1, $2,51 \text{ mg.l}^{-1}$ na

ploche EX-2 a $2,80 \text{ mg.l}^{-1}$ na ploche IF. Uvedené hodnoty vysoko prekračujú spomínanú priemernú hodnotu $0,93 \text{ mg.l}^{-1}$. Po roku od kalamity však vzrástla koncentrácia vymývania iónov na všetkých analyzovaných lokalitách, čiže aj na referenčnej (kontrolnej) ploche a možno týmto vylúčiť negatívne pôsobenie odstráneného dreva na biogeochemické cykly.



Obrázok 8: Koncentrácia katiónu draslíka (K^+) v prameňoch

Obrázok 8 zobrazuje priebeh koncentrácie iónov sodíka na jednotlivých lokalitách. Koncentrácia vymývaných iónov na kontrolnej lokalite nezasiahnutej kalamitou – IF mala približne rovnobežný priebeh. Sledovaná koncentrácia na lokalitách, kde bolo drevo spracované tradičným spôsobom (EX-1 a EX-2) má do konca roku

2006 kolísavý priebeh s charakterom väčších alebo menších výkyvov. Potom sa koncentrácia iónov takmer ustálila na jednej hladine. Ako možno vidieť, koncentrácia iónov na lokalite s nespracovaným drevom mala skoro počas celého výskumu rastúci charakter. Pri tomto prvku sme teda

analyzovali čiastočné zmeny, ktoré by mohli byť spôsobené následkom kalamity.

4 Záver

Na základe trojročných sledovaní sme určili priemerné hodnoty bázičných katiónov vápnika, horčíka, sodíka a draslíka.

Zistili sme, že u bázičného katiónu draslíka a čiastočne aj vápnika došlo k určitým zmenám, ktoré možno z časti pripísať vzniknutej kalamite. U ostatných vybraných chemických prvkov nedošlo k výrazným zmenám koncentrácie.

Vystupujúce zmeny koncentrácií však nie sú nijako dramatické a nedochádza k podstatným zmenám sledovaných koncentrácií na kalamitných plochách

v porovnaní s kontrolnou plochou stojaceho lesa. K mierne výraznejším zmenám došlo hlavne u koncentrácií vápnika, horčíka a draslíka na lokalite NEX, čo môže súvisieť s rozkladnými procesmi rastlinných zvyškov mineralizáciou. Pri bázičnom katióne draslíka došlo k čiastočným zmenám aj na lokalitách EX-1 a EX-2, pričom predpokladáme, že tieto zmeny mohli byť zapríčinené vymývaním popola po spaľovaní zvyškov po ťažbe.

Ani pri jednom prvku však nemôžeme povedať, že vzniknuté zmeny boli spôsobené len vzniknutou kalamitou, pretože výskum zatiaľ trvá len pomerne krátku dobu na to, aby sme konštatovali nejaké dramatické zmeny v priebehoch koncentrácií.

Autori ďakujú za podporu grantovej agentúre VEGA MŠ SR projekty č. 1/0515/08, 1/4393/07, 1/3528/06.

5 Použitá literatúra

FLEISCHER, P.: Prehľad výskumných aktivít na sledovanie vývoja lesných ekosystémov po veternej kalamite z 19.11.2004 vo Vysokých Tatrách [elektronická pošta]. Správa pre: Dagmar ŠUDÍKOVÁ. 2006-03-30 [cit. 2006-04-05]. Osobná komunikácia.

KONČEK, M.: Zborník prác o Tatranskom národnom parku. Martin: Vyd. Osveta, n. p., 1973, s.251.

MINĎÁŠ, J., KONÔPKA, J., NOVOTNÝ, J., JENDEK, S.: Lesy Slovenska. Zvolen: Národné lesnícke centrum, 2006, 222 s.

OTRUBA, J.: Zborník prác o Tatranskom národnom parku. Martin: Vyd. Osveta, n. p., 1973, s. 262 - 268.

QUINBY, P. A., POWERS, J., SUSKI a HALL, R.: Influence of watershed composition on stream outlet chemistry in a northern temperate forested landscape in central Ontario. Toronto: Ancient Forest Exploration and Research, 1995, (Citované 14.04.2008), dostupné na <http://www.ancientforest.org/flb8.html>.

STUHLÍK, E. a KOL.: Zborník prác o Tatranskom národnom parku. Martin: Vyd. Osveta, n. p., 1985, s. 175 – 214.

ŠAMAJ, F. Zborník prác o Tatranskom národnom parku. Martin: Vyd. Osveta, n. p., 1973, s. 286 – 289.

6 Tabuřková a grafická příloha

Tabuřka 1: Namerané hodnoty Ca^{2+} v mg.l^{-1} v prameřoch.

$\text{Ca}^{2+}[\text{mg.l}^{-1}]$	EX - 1	EX - 2	IF	NEX
12.06.05	1.39	2.54	1.71	10.79
18.08.05	1.86	1.76	1.87	6.18
6.10.05	1.99	2.56	1.96	5.84
19.12.05	2.20	1.70	2.32	5.55
18.02.06	1.08	1.58	1.94	4.34
02.04.06	1.74	1.34	1.81	4.23
07.06.06	1.68	1.80	1.77	4.46
21.08.06	1.60	1.94	2.24	4.29
05.10.06	2.34	1.83	1.91	3.87
15.12.06	2.08	2.15	2.28	4.22
25.02.07	1.78	2.78	2.36	4.79
27.04.07	1.55	2.24	2.05	4.02
29.06.07	1.74	2.34	4.37	3.71
12.08.07	1.39	1.71	1.83	3.48
19.10.07	3.52	3.06	3.64	4.92
04.12.07	2.73	2.16	4.75	4.10

Tabuřka 2: Namerané hodnoty Mg^{2+} v mg.l^{-1} v prameřoch.

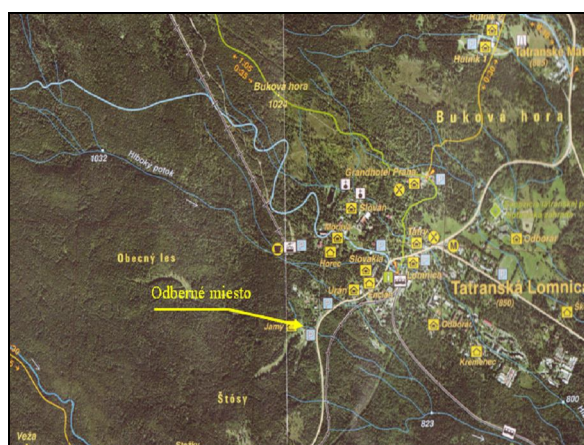
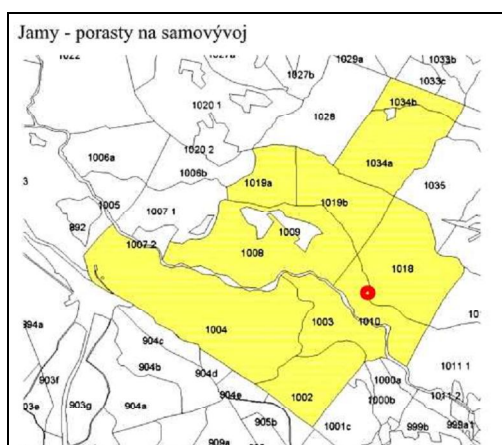
$\text{Mg}^{2+}[\text{mg.l}^{-1}]$	EX - 1	EX - 2	IF	NEX
12.06.05	0.24	0.23	0.31	2.58
18.08.05	0.28	0.18	0.40	1.50
6.10.05	0.24	0.23	0.46	1.76
19.12.05	0.25	0.48	0.53	1.35
18.02.06	0.28	0.39	0.43	1.07
02.04.06	0.46	0.36	0.41	1.12
07.06.06	0.74	0.47	0.40	1.03
21.08.06	0.42	0.49	0.48	0.92
05.10.06	0.57	0.46	0.43	0.82
15.12.06	0.57	0.52	0.47	0.80
25.02.07	0.50	0.74	0.49	0.97
27.04.07	0.40	0.56	0.40	0.76
29.06.07	0.65	0.60	0.86	0.81
12.08.07	0.44	0.44	0.77	0.76
19.10.07	0.88	0.76	0.73	1.05
04.12.07	0.59	0.51	0.96	1.02

Tabulka 3: Namerané hodnoty Na⁺ v mg.l⁻¹ v prameňoch.

Na⁺[mg.l⁻¹]	EX - 1	EX - 2	IF	NEX
12.06.05	1.38	0.79	1.56	0.88
18.08.05	1.23	0.71	2.12	0.84
6.10.05	0.75	2.09	2.75	1.38
19.12.05	1.28	3.18	3.28	2.46
18.02.06	2.45	2.85	3.22	2.50
02.04.06	2.79	2.22	2.97	2.69
07.06.06	3.31	3.18	3.40	2.52
21.08.06	2.44	2.89	3.17	2.12
05.10.06	2.56	3.03	3.33	2.13
15.12.06	2.66	3.18	2.58	2.44
25.02.07	2.54	2.53	3.31	2.09
27.04.07	2.43	2.35	3.40	2.06
29.06.07	2.13	2.94	2.79	1.66
12.08.07	2.52	2.24	2.52	3.08
19.10.07	3.16	2.99	2.36	3.24
04.12.07	2.83	3.06	1.98	3.21

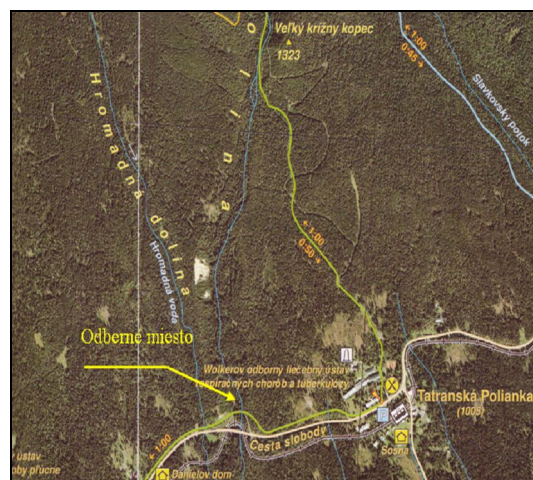
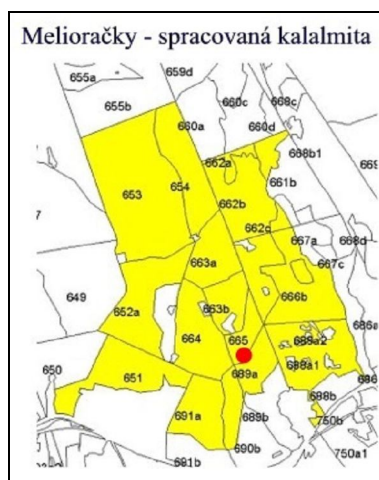
Tabulka 4: Namerané hodnoty K⁺ v mg.l⁻¹ v prameňoch.

K⁺[mg.l⁻¹]	EX - 1	EX - 2	IF	NEX
12.06.05	0.32	0.39	0.34	0.31
18.08.05	0.23	0.19	0.38	0.23
6.10.05	0.33	1.49	0.43	0.41
19.12.05	0.81	0.39	0.40	0.53
18.02.06	0.65	0.43	0.37	0.60
02.04.06	0.49	0.74	0.39	0.76
07.06.06	1.70	0.49	0.46	1.12
21.08.06	1.33	0.69	0.47	1.00
05.10.06	1.59	0.46	0.45	0.92
15.12.06	0.53	0.41	0.47	1.26
25.02.07	0.44	0.41	0.35	1.69
27.04.07	0.41	0.36	0.37	1.67
29.06.07	0.51	0.69	1.00	1.39
12.08.07	0.60	0.40	0.40	0.81
19.10.07	0.56	0.55	0.63	0.96
04.12.07	0.49	0.39	0.77	1.65



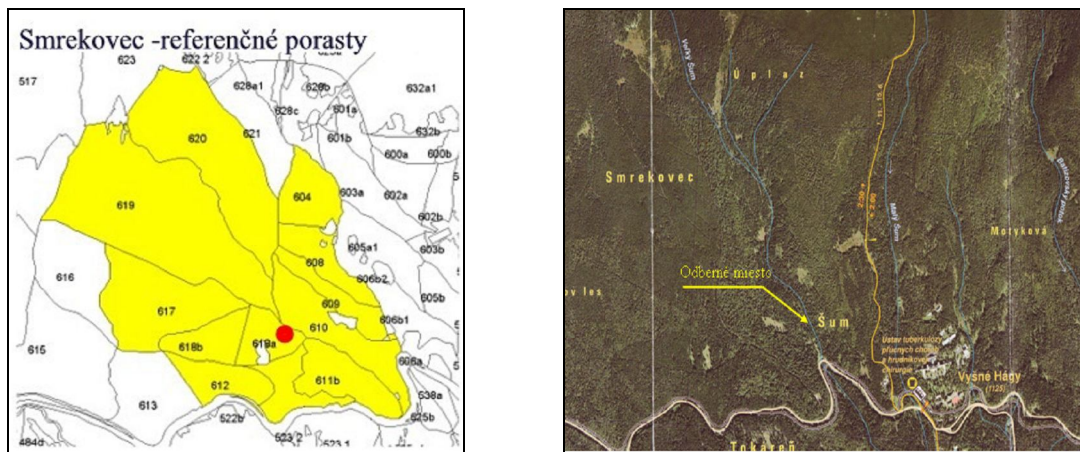
● - monitorovacia veža

Obrázok 1: Náčrt a ortofotomapa plochy postihnutej kalamitou bez lesníckeho zásahu, NEX“ (Fleischer, 2006).



● - monitorovacia veža

Obrázok 2: Náčrt a ortofotomapa plochy postihnutej kalamitou spracovaná tradičným spôsobom, „EX“ (FLEISCHER, 2006).



● - monitorovacia veža

Obrázok 3. 5:Náčrt a ortofotomapa plochy kalamitou nezasiahnutej, „REF“
(FLEISCHER, 2006).

Obrázok 3: Náčrt a ortofotomapa plochy kalamitou nezasiahnutej, „REF“
(FLEISCHER, 2006).