

Výskum diverzity vyšších rastlín v alpínskom pásme Tatier ako platforma na monitorovanie klimatických zmien

Kanka, R., Barančok, P., Krajčí, J. : Research of the Vascular Plants Diversity in Alpine Belt of the Tatry Mts. as a Platform for Monitoring of the Climate Changes. Životné prostredie, 2011, 45, 2, p. 89 – 92.

This contribution brings together the overview of the activities and partial results within the frame of the GLORIA (*The European dimension of the Global Observation Research Initiative in Alpine Environments*) world-wide network which has been started as the all-European project GLORIA. The purpose of presented research initiative is to establish a long-term observation network for the comparative study of climate change impacts on mountain biota. A crucial precondition to keep such a large-scale network effective in terms of comparability is a standardized sampling design such as Gloria's Multi-Summit approach. The permanent monitoring plots were established in 2001 within the 18 European regions and in years 2002 – 2011 also in regions in South and North America, Africa, Asia and Australia; the stable consortium has been created. Re-investigation took place in 2008 and robust, valuable and high quality data were produced, analysed and the first comparable study was published.

Slovakia is a member of the GLORIA consortium through the scientific team of Institute of Landscape Ecology SAS since 2001. The permanent plots were established in the alpine belt of the Vysoké Tatry Mts (Sedielkova kopa and Krátka Peaks) and Liptovské kopy Mts (Križna and Veľká kopa Peaks).

Key words: GLORIA, climate change, vascular plants, diversity, monitoring, Tatry Mts.

Globálne klimatické zmeny patria v súčasnosti medzi najaktuálnejšie a najdiskutovanejšie problémy nielen vo vedeckých a politických kruhoch. Intenzívne rezonujú aj medzi laickou verejnosťou, predovšetkým z dôvodu priameho vplyvu nielen na ľudskú spoločnosť ale aj na ekosystémy s následnou zmenou diverzity rastlín, živočíchov, húb a mikroorganizmov.

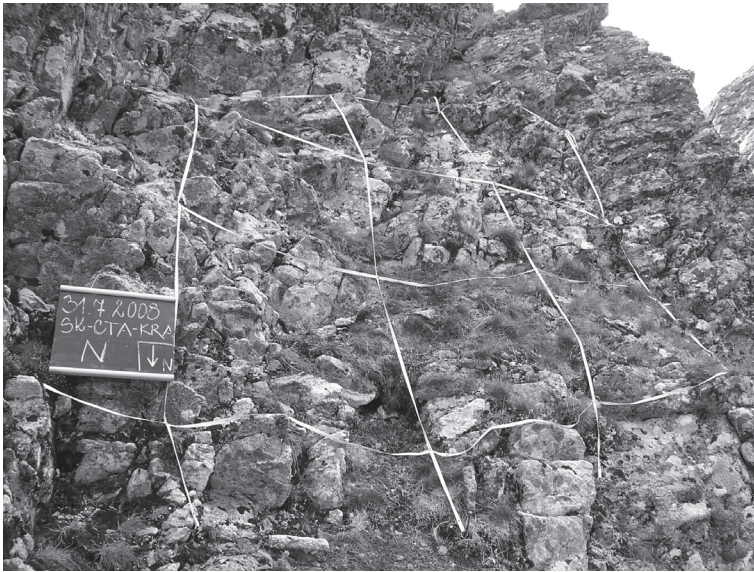
Metód a spôsobov sledovania klimatických zmien je niekoľko, medzi najrozšírenejšie a najznámejšie patrí monitoring, ktorý využíva detailné meteorologické dáta (napr. EUMETSAT).

Monitorovanie klimatických zmien, ktoré využíva sledovanie zmien vo výskyte, časopriestorovom rozmiestnení a zmene pokryvnosti rastlinných a početnosti živočíšnych populácií a patrí medzi najprogressívnejšie a najintenzívnejšie sa rozvíjajúce metódy.

Na základe znalosti druhového zloženia a ekologických gradientov skúmaných ekosystémov môžeme zistiť nielen súčasný stav, ale dokonca predpovedať vývoj a konfrontovať ho s prognózami a predpoveďami vývoja na báze meteorologických dát.

K najvýznamnejším platformám, ktoré slúžia na sledovanie globálnych klimatických zmien patrí sieť monitorovacích plôch GLORIA (*Global Observation Research Initiative in Alpine Environments*) – Európsky rozmer globálnej observačno-výskumnej iniciatívy v alpском prostredí, ktorej cieľom je založiť dlhodobú pozorovaciu sieť slúžiacu pre porovnávací výskum vplyvov klimatických zmien na horskú biotu a ekosystémy (Grabherr et al., 2000).

Kľúčovým predpokladom efektívnosti udržania tejto široko škálovej siete v zmysle porovnateľnosti dát



Obr. 1. Trvalá monitorovacia plocha 3 x 3 m medzinárodnej výskumnej siete GLORIA na vrchole Krátka vo Vysokých Tatrách. Foto: Róbert Kanka

je štandardizovaný dizajn *Gloria's Multi-Summit Approach* (prístup, ktorý využíva výskum viacerých vrcholov). Jeho hlavnými cieľmi sú (Pauli et al., 2001):

- založiť dlhodobú monitorovaciu sieť na identifikovanie účinkov klimatických zmien na horskú biotu v globálnej mierke;
- implementovať sieť štandardizovaných monitorovacích postupov vo všetkých hlavných horských systémoch na svete;
- kvantifikovať zmeny biodiverzity vyšších rastlín pozdĺž výškového gradientu a ich vzťahu k environmentálnym gradientom;
- vyhodnotiť potenciálne riziká straty biodiverzity vplyvom klimatickej zmeny porovnaním súčasnej distribúcie typického druhového zloženia využitím vegetácie a environmentálnych faktorov pozdĺž vertikálnych a horizontálnych gradientov;
- kvantifikovať zmeny typického druhového zloženia v časovej dimenzii s využitím monitorovacích dát z viacerých vrcholových plôch;
- poskytnúť hodnotenie rizík na základe porovnania monitorovacích dát.

Založenie monitorovacích plôch a výskum sú v súlade s dvoma hlavnými skupinami metód (Pauli et al., 2001).

V prvej skupine sú kritériá pre výber monitorovacích plôch (hierarchia plôch pozdĺž výškového gradientu, tlak narušenia človekom, geomorfologický tvar a podložie); výskumný dizajn reprezentuje druhú skupinu. Prístup, ktorý využíva výskum viacerých vrcholov, pozostáva

pre každý vrchol z dvoch rôznych typov výskumných plôch:

- trvalo založené štvorce 1 x 1 m;
- vrcholové sekcie (5 m a 10 m plochy vrcholu).

Na každom zo 16 štvorcov 1 x 1 m, rozložených v štyroch 3 x 3 m veľkých blokoch, sme stanovili pokryvnosť všetkých typov povrchu a každej vyššej rastliny. Frekvenčné počty sme určili pre každý druh samostatne, použitím mriežky so 100 bunkami (10 x 10 cm). Ďalej sme sledovali vplyvy spôsobené pasením zvierat. Vzorkovanie v sekciách vrcholu sme uskutočnili tromi rôznymi spôsobmi:

- vizuálny odhad pokryvnosti vegetácie – celková pokryvnosť vegetácie, aj pokryvnosť jednotlivých vyšších rastlín;
- metóda krokového bodovania s 200 bodmi pre sekciu;
- odhad pokryvnosti pomocou kvantitatívnych tried pokryvnosti (d – domi-

nantný: veľmi pokryvný, pokryvnosť druhu musí byť väčšia ako 50 %; c – bežný: často sa vyskytujúci a rozšírený v rámci sekcie, pokryvnosť je vždy menšia ako 50 %; s – roztrúsený: rozšírený v rámci sekcie, druh nemôže byť prehliadnutý, ale jeho prítomnosť nie je zvyčajná na prvý pohľad, r – zriedkavý: pár jedincov na viacerých miestach, r! – veľmi zriedkavý: jeden alebo málo jedincov; l – lokálne: na jednom alebo viacerých miestach v rámci sekcie).

Pre opätovný výskum bola v roku 2008 schválená tzv. *California method*, ktorá využíva zaznamenávanie druhov pozdĺž 10 m dlhých línií s cieľom získať kvantitatívne zloženie častí vrcholov, v ktorých sú 3 x 3 m bloky.

Teplota sa merala použitím miniatúrnych digitálnych teplomerov umiestnených v substráte (10 cm pod povrchom), pričom tieto merajú teplotu každú hodinu. Približne každé 3 roky sa z týchto teplomerov sťahovali dáta, ktoré využívali početné analýzy. V roku 2008 ich nahradili robustné teplomery, z ktorých sa dajú dáta stiahnuť cez bezdrôtové pripojenie, takže ich nie je potrebné vyberať z pôdy. Detailná a komplexná fotodokumentácia vznikla s cieľom podrobného zaznamenania monitorovacích plôch a podkladu pri opätovnom výskume, kde fotografie vo vysokom rozlíšení predstavujú dôležitý nástroj na vizuálnu detekciu zmien.

Monitorovacia a výskumná sieť GLORIA vznikla v rámci projektu s rovnakým názvom, ktorý zastrešoval 6. Rámcový program Európskej komisie (1. 2. 2001

– 1. 7. 2003). V roku 2001 bolo v Európe založených 18 monitorovacích regiónov v 13 krajinách: Grécko, Gruzínsko, Francúzsko, Rumunsko, Rakúsko, Rusko, Nórsko, Slovensko, Španielsko, Švajčiarsko, Švédsko, Taliansko a Škótsko. Sieť sa v nasledujúcich rokoch rozširovala o ďalšie regióny a výskumné plochy: v roku 2002 bol založený prvý región v Južnej Amerike a Austrálii, v 2003 v Severnej Amerike, v 2005 v Ázii, v 2011 sa plánuje založiť prvá výskumná plocha na území Afriky. K 31. 12. 2010 bolo založených spolu 91 regiónov s viac ako 600 vrcholmi.

Slovensko je členom konzorcia od jeho založenia prostredníctvom výskumného tímu Ústavu krajiny ekológie SAV, pričom v roku 2001 boli na Slovensku založené štyri trvalé monitorovacie plochy vo Vysokých a Západných Tatrách:

- Krížna (1 918,6 m n. m.) sa nachádza v Liptovských kopách, vo východnej časti Západných Tatier, približne 900 m od hlavného vrcholu Krížnej (2 038 m n. m.). Na juhovýchodnej, južnej, juhovýchodnej a východnej expozícii prevládajú alpínske spoločenstvá exponovaných a nechránených svahov a alpínske spoločenstvá na zvetraných skalách a zarastených sutinách s dominantnými druhmi *Juncus trifidus* a *Nardus stricta*. Na severnej a západnej expozícii sú to alpínske spoločenstvá kričkových hólí s hojným výskytom druhov rodu *Vaccinium*. Tento vrchol reprezentuje vyšší subalpínsky výškový stupeň.
- Veľká kopa (2 052,4 m n. m.) sa nachádza v Liptovských kopách, vo východnej časti Západných Tatier, štyri výškové metre od hlavného vrcholu Veľkej kopy. Z biotopov tu dominujú snehové výležišká na kyslých sutinových podložiach s druhmi *Salix herbacea* a *Luzula alpinopilosa*. Tento vrchol reprezentuje nižší alpínsky výškový stupeň.
- Sedielková kopa (2 061,3 m n. m.) sa nachádza vo Vysokých Tatrách, po ľavej strane Furkotskej doliny. Na južných expozíciách prevládajú alpínske spoločenstvá exponovaných a nechránených svahov a alpínske spoločenstvá na zvetraných skalách a zarastených sutinách s dominantnými druhmi *Juncus trifidus* a *Festuca picta*; na severnej expozícii sú to snehové výležišká na kyslých sutinových podložiach s dominantným druhom *Salix herbacea* a na západnej expozícii sú to alpínske spoločenstvá kričkových hólí s hojným výskytom druhov rodu *Vaccinium*. Tento vrchol reprezentuje vyšší alpínsky výškový stupeň.
- Krátka (2 374,5 m n. m.) sa nachádza vo Vysokých Tatrách, v rázsoche Kriváňa. Južné svahy sú po-



Obr. 2. Trvalá monitorovacia plocha medzinárodnej výskumnej siete GLORIA na vrchole Krížna v Západných Tatrách. Foto: Róbert Kanka

rastené alpínskymi spoločenstvami exponovaných a nechránených svahov a alpínskymi spoločenstvami zvetraných skál a zarastených sutín s dominantným *Juncus trifidus*. Silikátové skalné sutiny alpínskeho stupňa prevládajú na severných a západných expozíciách. Tento vrchol reprezentuje subniválny výškový stupeň a patrí k najvyšším v rámci regiónu Tatier.

* * *

V roku 2001 sme na slovenských monitorovacích plochách určili 67 druhov vyšších rastlín, 30 druhov machorastov a 27 druhov lišajníkov; v roku 2008 pri prvej re-inventarizácii 73 druhov vyšších rastlín, 26 druhov machorastov a 24 druhov lišajníkov. V roku 2008 sme nepozorovali žiadne signifikantné zmeny v druhovom zložení alebo pokryvnosti príslušných druhov na Krátkej a Sedielkovej kope. Vo východnej časti Veľkej kopy, južnej a východnej časti Krížnej vzrástli pokryvnosti druhov tráv *Avenella flexuosa*, *Nardus stricta*, *Agrostis rupestris* na úkor druhu *Juncus trifidus* a niektorých ďalších bylinných druhov. Predpokladáme, že toto spôsobujú globálne klimatické zmeny.

Po terénnom výskume v roku 2008 sa uskutočnila v rokoch 2009 a 2010 komplexná analýza získaných dát zo všetkých 18 európskych regiónov a ich porovnanie so základnými dátami z roku 2001. Vyhodnotili sa zmeny v druhovom zložení a pokryvnosti v rámci európskych horských regiónov, proces termofilizácie vegetácie v alpínskej zóne Európy, zisky a straty druhov na horských vrcholoch Európy. Možno konštatovať, že zmeny v druhovom zložení a pokryvnosti jednotlivých

taxónov sú vyššie, ako sa očakávalo. Počet nových druhov bol vyšší ako ich strata, ale medzi stratenými druhmi bol veľmi vysoký podiel endemitov.

Ďalšia reinventarizácia by sa mala uskutočniť v roku 2015, plánuje sa aj založenie ďalších nových monitorovacích regiónov, vrcholov a plôch ako aj rozširovanie databázy, a s tým súvisiace analýzy pokrývajúce jednotlivé kontinenty a rozdiely medzi nimi. Získame tak obraz o priebehu klimatických zmien a ich vplyve na alpínske ekosystémy na všetkých kontinentoch.

Standardizované vysokokvalitné údaje siete GLORIA sú veľmi atraktívne ako báza pre opätovný výskum a modelové hodnotenia v krátkej, strednej a dlhodobej budúcnosti. Kvalitu, prepracovanosť a vysokú aplikovateľnosť metodiky GLORIA dokumentuje každoročný nárast monitorovacích plôch a záujem ďalších krajín a výskumných inštitúcií o členstvo v konzorciu. Trvalo založené plochy predstavujú nielen dôležitú vedeckú, výskumnú ale aj spoločenskú investíciu do budúcnosti.

Príspevok vznikol s podporou grantu 2/0192/09 Eytocenologická a ekologická charakteristika prirodzených a človekom ovplyvnených lesných a nelesných biotopov vo vybraných územiach vysokých pohorí Západných Karpát.

Literatúra

Grabherr, G., Gottfried, M., Pauli, H.: A Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. Mountain Research and Development, 2000, 20, 2, p. 190 – 191.

Pauli, H., Gottfried, M., Hohenwallner, D., Hülber, K., Reiter, K., Grabherr, G.: The Multi-Summit Approach. Field Manual, Third Version. Vienna : University of Vienna, 2001, 80 p.

RNDr. Róbert Kanka, PhD. *robert.kanka@savba.sk*

RNDr. Peter Barančok, CSc. *peter.barancok@savba.sk*

Ing. Ján Krajčí, PhD. *jan.krajci@savba.sk*

Ústav krajinnej ekológie SAV, Štefánikova 3, P. O. Box 254, 814 99 Bratislava

Obr. 3. Vrch Sedielkova kopa vo Vysokých Tatrách, na ktorom je založená trvalá monitorovacia plocha medzinárodnej výskumnej siete GLORIA. Foto: Róbert Kanka

