



---

# SPRÁVA O STAVE ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY V ROKU 2015

# HORNINY

## KLÚČOVÉ OTÁZKY A KLÚČOVÉ ZISTENIA

### **Aké geologické hazardy najviac ohrozujú prírodné prostredie a v konečnom dôsledku aj človeka?**

Svahové pohyby predstavujú jeden z najvýznamnejších geodynamických procesov. V SR bolo zaregistrovaných 21 190 svahových deformácií s rozlohou 257,5 tis. ha, čo predstavuje 5,25 % rozlohy územia SR. Najväčšie zastúpenie v rámci svahových deformácií mali zosuvy (19 104).

V roku 2015 bolo zo záznamov seizmických staníc interpretovaných 9 362 teleseizmických, regionálnych alebo lokálnych seizmických javov. Lokalizovaných bolo cca 70 – 80 zemetrasení s epicentrom na území SR. Makroseizmicky bolo na území SR pozorovaných 9 zemetrasení, z toho 4 zemetrasenia s epicentrom na území Maďarska pri meste Iliny a 5 zemetrasení malo epicentrum na území Slovenska.

### **Aký je stav vo využívaní geotermálnej energie v SR?**

Geotermálna energia predstavuje značný tepelno-energetický potenciál SR. V súčasnosti sa využívajú geotermálne vody na 36 lokalitách, či už v poľnohospodárstve, na vykurovanie budov alebo na rekreačné účely.

## GEOLOGICKÉ FAKTORY ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA

V roku 2015 sa pokračovalo v monitorovacích meraniach v rámci **ČMS – Geologické faktory (ČMS GF)** v šiestich podsystémoch:

- Zosuvy a iné svahové deformácie.
- Tektonická a seizmická aktivita územia.
- Vplyv ťažby na životné prostredie.
- Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí.
- Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi.
- Monitorovanie riečnych sedimentov.

### **Zosuvy a iné svahové deformácie**

*Príčiny svahových deformácií môžu byť prírodné, spôsobené klimatickými faktormi, vývermi a vztla-kovými účinkami podzemných vôd, alebo antropogénne, vyvolané nevhodným podkopaním, príťažaním, poddolovaním svahu a nekontrolovaným odvádzaním povrchových a splaškových vôd.*

V rámci podsystému „Zosuvy a iné svahové deformácie“ sa v roku 2015 vykonávalo monitorovanie troch základných typov svahových pohybov – zosúvanie (33 pozorovaných lokalít), plazenie (4 lokality) a náznaky aktivizácie rúťivých pohybov (8 lokalít). Samostatnou špecifickou skupinou hodnotenia stability prostredia je lokalita Stabilizačného násypu v Handlovej. Monitorovalo sa celkovo 46 lokalít.

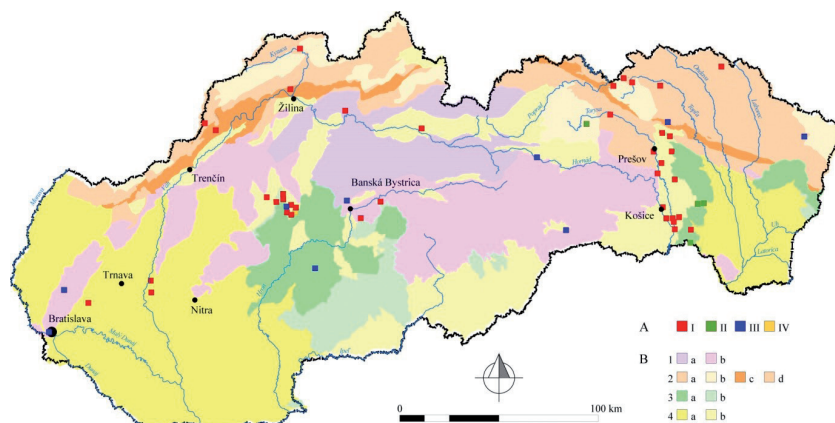
Najväčšie aktivity pohybov boli zaznamenané v obciach Kralovany, Červený Kameň, Vyšná Hutka, Veľká Čausa, Prievidza-Hradec a Nižná Myšľa. V Hradci a vo Veľkej Lehôtke bola v roku 2015 spustená monitorovacia metóda InSAR, ktorá využíva dostupné snímky zo satelitov SENTINEL. Nová technológia umožňuje merať a plošne zobrazíť pohyby terénu s presnosťou pod 1 mm a dopĺňa výsledky bodových inklinometrických

meraní. Na troch lokalitách sa podarilo zaviesť metódu stacionárnej inklinometrie, ktorá umožní v budúcnosti presnejšie interpretovať vzťah medzi pohybovej aktivity horninových masívov a zrážkovou činnosťou.

**Stabilizačný násyp v Handlovej** – na základe realizovaných meraní v súčasnosti teleso násypu je ako celok stabilné a bezpečné. Je nutné však upozorniť na to, že objekt prekrytia toku – potrubie – lokálne, najmä v oblasti „Sútokového objektu“, sa dostalo do kritického až havarijného stavu.

Vykonaná bola registrácia 4 svahových deformácií na 4 lokalitách **Sveržov, Tatranská Lesná, Pečovská Nová Ves a Banka**. Pri aktivizácii uvedených svahových deformácií sa dominantne uplatňovali intenzívne zrážky v kombinácii s nevhodnými antropogénnymi aktivitami.

Mapa 016 | Prehľad výskytu svahových pohybov



A – typologické členenie svahových pohybov: I – lokality zo skupiny zosúvania, II – lokality zo skupiny plazenia, III – lokality zo skupiny rútenia (stabilita skalných zárezov), IV – špeciálne lokality (Handlová – Stabilizačný násyp); B – regionálne inžinierskogeologické členenie slovenských Karpát (Hrašna a Klukanová, 2002 in Atlas krajiny SR, 2002): 1 – región jadrových pohorí: a – oblasť vysokých jadrových pohorí, b – oblasť jadrových stredohorí, 2 – región karpatského flyšu: a – oblasť flyšových vrchovín, subregión vonkajších flyšových Karpát, b – oblasť flyšových hornatín, subregión vonkajších flyšových Karpát, c – oblasť flyšových vrchovín, subregión bradlového pásma, d – oblasť flyšových vrchovín, subregión vnútorných flyšových Karpát, 3 – región neogénnych vulkanitov: a – oblasť vulkanických hornatín, b – oblasť vulkanických vrchovín, 4 – región neogénnych tektonických vkleslín: a – oblasť vnútrokarpatských nížin, b – oblasť vnútrohorských kotlín

Zdroj: ŠGÚDŠ

### Tektonická a seizmická aktivita územia

*Územie Slovenska pokrývajú väčšinou Západné Karpaty, ktoré patria do oblasti so strednou úrovňou zemetrasnej aktivity.*

Pohyb pozdĺž aktívnych tektonických porúch sa monitoroval na 5 vybraných lokalitách (**Branisko, Demänovská jaskyňa Slobody, Ipeľ, Banská Hodruša, Vyhne**). Počet meraní na jednotlivých lokalitách dosiahol 4 – 10. Najvýraznejšia tektonická aktivita sa preukázala na šindliarskom zlome prechádzajúcom blízko východného portálu únikovej štólne tunela Branisko. Posun sa prejavuje aj v tunelovej rúre niekoľkými otvorenými trhlinami porušujúcimi železobetónovú výstuž. Dlhodobý

(od roku 2005) trend šmykového pohybu vo Vyhniach bol zachovaný aj v roku 2015, pokles a otváranie trhliny stagnovali.

V roku 2015 bolo zo záznamov seizmických staníc národnej siete interpretovaných 9 362 teleseizmických, regionálnych alebo lokálnych seizmických javov. Na seizmických záznamoch bolo určených viac ako 38 600 seizmických fáz. Lokalizovaných bolo cca 70 – 80 seizmických fáz. Lokalizovaných bolo cca 70 – 80 seizmických fáz. Lokalizovaných bolo cca 70 – 80 seizmických fáz. Makroseizmicky bolo pozorovaných 9 zemetrasení.

### Vplyv ťažby na životné prostredie

*Medzi najvážnejšie negatívne vplyvy ťažby nerastných surovín na životné prostredie patrí narušenie stability povrchu, indukované prítomnosťou otvorených vyťažovaných priestorov v podzemí.*

Monitorovacie práce pokračovali v nezmenenom rozsahu na rizikových lokalitách ťažby rúd: Pezinok, Štiavnicko-hodrušský rudný obvod, Kremnický rudný obvod, Špania Dolina, Liptovská Dúbrava,

Rožňava, Nižná Slaná, Smolník, Slovinky, Rudňany, Novoveská Huta a v oblastiach ukončenej ťažby: Pezinok, Rudňany a Nižná Slaná. Na sledovaných lokalitách neboli zaznamenané nové významné pre-

javy nestability povrchu ani poruchy sledovaných objektov – ústí významných odvodňovacích štôlní. Výskyt významných udalostí tohto charakteru v monitorovacom období nebol ťažiarimi avizovaný ani na ťažených ložiskách uhlia (Nováky, Cigeľ, Handlová, Veľký Krtíš) a magnezitu a mastenca

(Jelšava, Lubeník, Košice, Hnúšťa), zaradených v rámci ČMS GF k rizikovým lokalitám. Aktívny monitoring hydrogeologických a geochemických aspektov v nezmenenom rozsahu bol vykonávaný i v oblasti Hornej Nitry, postihnutej hlbinnou ťažbou uhlia.

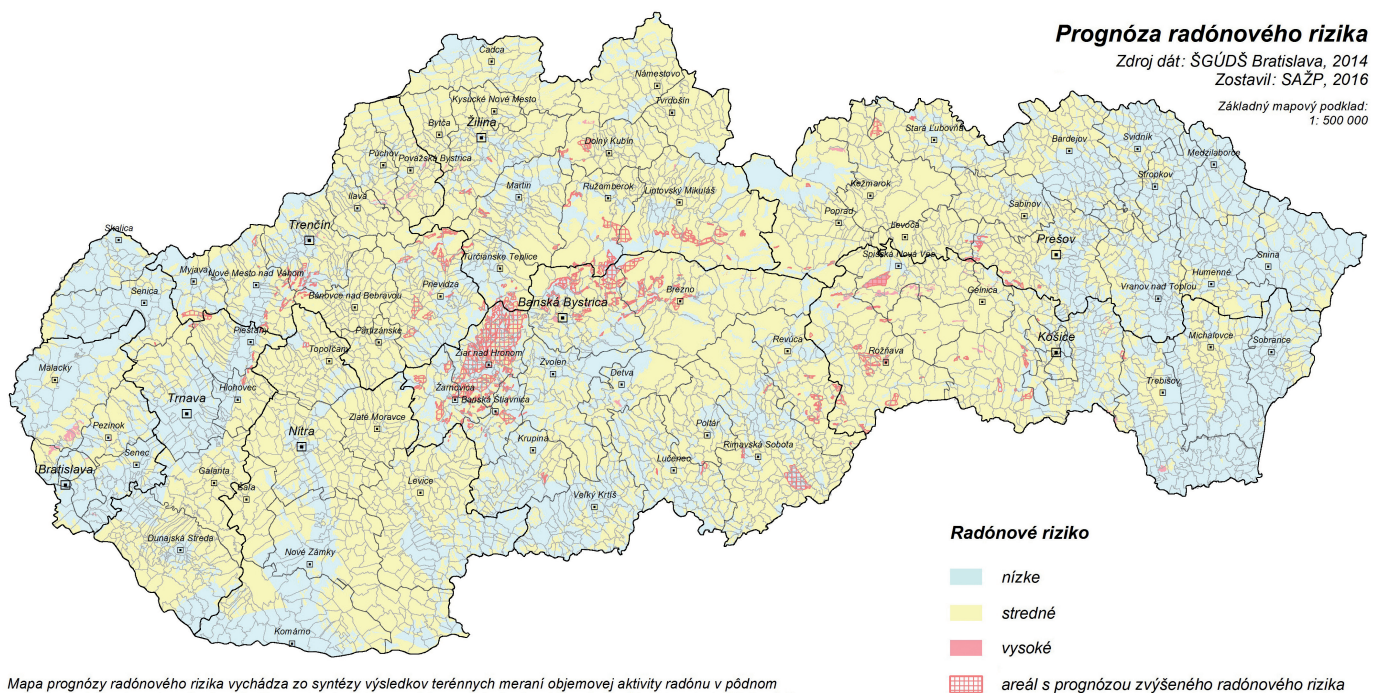
### Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí

*Ludská populácia je permanentne vystavená účinkom rôznych druhov žiarenia, avšak hlavným zdrojom prírodného radónu je geologické prostredie.*

Súbor geofyzikálnych prác, realizovaný v roku 2015, predstavoval opakované vzorkovania a merania objemovej aktivity radónu (OAR) v terénnych aj laboratórnych podmienkach na 12-tich lokalitách (6 lokalít pre pôdny radón – z toho jedna nad tektonikou a 6 objektov pre radón v podzemných vodách) v rámci územia Slovenska. Monitoring OAR v pôdnom vzduchu na referenčných plochách (RP) bol v sezóne 2015 realizovaný na piatich lokalitách: Bratislava – Vajnory, Banská Bystrica – Podlavice, Spišská Nová Ves (Novoveská Huta a Teplička) a Hnilec. Pri monitoringu pôdneho radónu na RP bolo v sezóne 2015 vykonaných celkom 22 monitorovaní. Pri mapovaní koncentrácií pôdneho radónu nad tektonickou dislokáciou na lokalite Dobrá Voda sa zre-

alizoval súbor meraní, v rámci ktorého bolo vysledované pokračovanie tektonickej línie južným smerom. OAR v zdrojoch podzemných vôd bola sledovaná v prameňoch v oblasti Malých Karpát v extraviláne Bratislavy (pramene: Mária, Zbojnička a Himligárka); v prameni sv. Ondreja na Sivej Brade pri Spišskom Podhradí; v prameni Boženy Němcovej pri obci Bacúch a v pramenisku pri vrte OZ-1 Oravice – Jašterčie, čo v sezóne 2015 predstavovalo 28 monitorovaní OAR v podzemných vodách. Výsledky meraní OAR v pôdnom vzduchu aj v podzemných vodách dokumentujú ich variabilitu nielen v priebehu daného roka, ale aj počas viacerých monitorovacích sezón, s odlišnými zákonitostami a priebehmi variačných závislostí pre rôzne lokality.

Mapa 017 | Mapa radónového rizika



Mapa prognózy radónového rizika vychádza zo syntézy výsledkov terénnych meraní objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu s plynopriepustnosťou hornín. Koncentrácia radónu v pôdnom vzduchu je priamo úmerná hmotnostnej aktivite rádia v horninovom prostredí, hustote horninového prostredia, koeficientu emanácie a nepriamo úmerná pórovitosti. **Stupeň radónového rizika vyjadruje riziko prenikania radónu z podlažia do stavebných objektov.**

Zdroj: ŠGÚDŠ

### Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi

Monitorovaných bolo sedem hradov: Spišský, Oravský, Strečniansky, Uhrovský, Pajštúnsky, Plavecký a Trenčiansky – ich skalné bralá vrátane porúch v stavebných objektoch.

Najvýznamnejšie posuny boli zaznamenané na Spišskom a Strečnianskom hrade. Na Spišskom hrade výsledky meraní preukázali pokračovanie rozpadávania

sa podzákladia hradu. Najvýraznejšie pohyby v roku 2015 boli zistené v okolí Perúnovej skaly. Na hrade Strečno bolo identifikované zvýšené rozvoľňovanie skalného bloku nad štátnou cestou I. triedy. V minulom roku sa začali prieskumno-sanačné práce skalného brala, ktorých cieľom je zabezpečenie dlhodobej stability hradného vrchu a bezpečnosti komunikácie I-18.

### Monitorovanie riečnych sedimentov

Z pohľadu znečistenia sú dlhodobo znečistené toky **Nitra** (odberové miesta Chalmová, Lužianky, Nitriansky Hrádok), **Štiavnica** (ústie), **Hron** (odberové miesta Kalná nad Hronom, Kamenica), **Hornád** (odberové miesto Kropachy) a **Hnilec** (odberové miesto prítok do nádrže Ružin). Znečistené toky Štiavnica, Hron, Hornád a Hnilec reprezentujú geogénno-antropogénne anomálie viazané na bansko-štiavnickú, resp. spišsko-gemerskú rudnú oblasť. Anomálne koncentrácie niektorých kovov (Zn, Pb, As, Sb) svedčia o pomerne značnom zaťažení oblastí potenciálnymi

nebezpečnými látkami, ktoré pretrvávajú aj po útlme baníctva na Slovensku. Závažné sú aj obsahy ortuti a arzenu na rieke Nitra (odberové miesta Chalmová, Lužianky) pochádzajúce z intenzívnej priemyselnej činnosti na hornom Ponitří. Z obsahov organických látok sú závažné predovšetkým pretrvávajúce vysoké koncentrácie PCB v riečnych sedimentoch Laborca (stanovište Lastomír). Opakovane boli zistené vysoké koncentrácie polycyklických aromatických uhľovodíkov v riečnych sedimentoch Kysuce (stanovište Považský Chlmec).

## GEOTERMÁLNA ENERGIA

V súčasnosti je na území SR vymedzených 26 **geotermálnych oblastí**, resp. štruktúr, ktoré zaberajú 27 % jeho plošnej rozlohy. Ide najmä o terciérne panvy, prípadne vnútrohorské depresie, ktoré sú rozložené v pásme vnútorých Západných Karpát. Médiom na akumuláciu, transport a exploatáciu zemského tepla z horninového prostredia sú geotermálne vody, ktoré sa vyskytujú hlavne v triasových dolomitoch a vápencoch vnútrokarpatských tektonických jednotiek, menej v neogénnych pieskoch, pieskovočoch a zlepencoch, resp. v neogénnych andezitoch a ich pyroklastikách. Uvedené kolektory geotermálnych vôd sa nachádzajú v hĺbke od 200 do 5 000 m a obsahujú geotermálne vody s teplotou od 20 do 240 °C. Celkový tepelno-energetický potenciál geotermálnej energie vo vymedzených geotermálnych oblastiach je vyčíslený na 6 234 MW<sub>t</sub>.

V týchto vymedzených oblastiach bolo doteraz realizovaných 144 geotermálnych vrtov, ktorými sa overilo 2 084 l.s<sup>-1</sup> vôd s teplotou na ústiach vrtov od 18 do 129 °C. Geotermálne vody boli zistené vrtmi hlbokými 56 až 3 616 m. Výdatnosť voľného prelivu na ústiach vrtov sa pohybovala v rozmedzí od 1,50 l.s<sup>-1</sup> do 100 l.s<sup>-1</sup>. Prevažuje Na-HCO<sub>3</sub>, Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> a Na-Cl typ

vôd s mineralizáciou od 0,4 do 90,0 g.l<sup>-1</sup>. Tepelný výkon geotermálnych vôd týchto vrtov, pri využití po referenčnú teplotu 15 °C, je 347,61 MW<sub>t</sub>, čo predstavuje 5,58 % z celkového potenciálu geotermálnej energie Slovenska.

V súlade s **Koncepciou využitia geotermálnej energie** v SR bol uskutočnený regionálny geologický výskum, resp. hydrogeologický prieskum v oblasti centrálnej depresie podunajskej panvy na lokalite Galanta, v komárňanskej vysokej kryhe, v Liptovskej kotline, v Košickej kotline na lokalite Ďurkov, v Levočskej panve v časti Popradskej kotliny, v Žiarskej kotline, v Skorušinskej panve, v Hornonitrianskej kotline, v topoľčianskom zálive a Bánovskej kotline, v humenskom chrbte, v Rudnianskej kotline a Handlovskej kotline.

Geotermálna energia sa využíva na 38 lokalitách s tepelne využiteľným výkonom 143 MW<sub>t</sub>, čo predstavuje 939 l.s<sup>-1</sup> geotermálnych vôd. Využitie geotermálnych vôd na Slovensku je orientované hlavne na rekreáciu, menej na vykurovanie.

V roku 2015 neboli schválené žiadne nové prírastky množstiev geotermálnej vody.

### STARÉ BANSKÉ DIELA

V registri starých banských diel je evidovaných 17 859 starých banských diel. V priebehu roka 2015 v registri

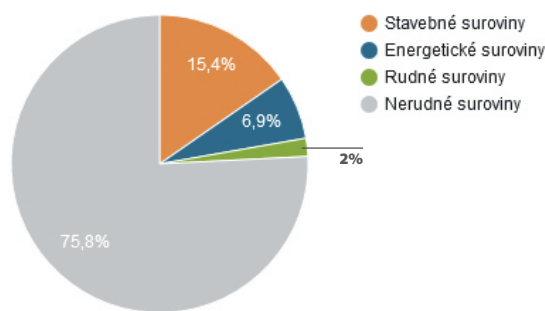
pribudli 3 staré banské diela, z toho 2 štôlne a 1 halda.

### BILANCIA ZÁSOB LOŽÍSK NERASTNÝCH SUROVÍN

MŽP SR podľa § 29 ods. 4 zákona č. 44/1988 Zb. o ochrane a využití nerastného bohatstva (banský zákon) v znení neskorších predpisov vedie súhrnnú evidenciu zásob výhradných ložísk a bilanciu zásob nerastov SR. Register ložísk je sprístupnený formou internetovej aplikácie na webovej stránke [www.geology.sk](http://www.geology.sk).

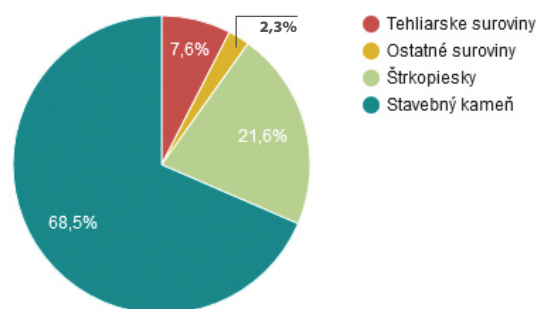
Geologické zásoby výhradných ložísk k 1. 1. 2016 dosiahli na 640 výhradných ložiskách 16 605 mil. ton s podstatnou prevahou nerudných surovín. Na území SR je evidovaných spolu 498 ložísk nevyhradených nerastov s celkovými geologickými zásobami 3 164 mil. ton.

Graf 042 | Zásoby ložísk vyhradených nerastov (2015)



Zdroj: ŠGÚDŠ

Graf 043 | Zásoby ložísk nevyhradených nerastov (2015)



Zdroj: ŠGÚDŠ