

Informačný systém údajov z monitoringu geologických faktorov

LUBICA IGLÁROVÁ¹, PETER PAUDITŠ¹ a DUŠAN DROTÁR²

¹Štátny geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

²Studenohorská 89, 841 03 Bratislava

Information system of geological factors monitoring

Monitoring System of Environment of the Slovak Republic, as presented in this paper, introduces several aspects of the Slovak environment. Data collecting and processing of results in the scope of Partial Monitoring of Geological Factors (PM GF SR) is operated at the Partial monitoring centre of the State Geological Institute of Dionýz Štúr. The PM GF SR consists of 8 sub-systems, e.g. 01 – Slope Deformations, 02 – Neotectonics and Seismicity, etc. Dataset, containing mainly rough field data, is stored and processed in sophisticated information system, integrated into two information levels, according to detailization: primary data and interpreted data, pre-processed for purpose of public presentation. Data are primarily processed in GIS environment. Database files and application are formed according to requests of particular sub-systems. Division of data into separate objects reflects the specification of monitoring method and way of processing. The paper presents information about data processing and used application software. During 20 years of monitoring, huge amount of data on geohazards has been collected. Network of monitoring sites (field stations) was optimized several times, and monitoring methods were renewed and updated. These upgrades have been reflected continuously also in the partial information system. Their history is presented at the end of the article.

Key words: monitoring system, information system, environment, geological factors, Slovak Republic

Úvod

Monitorovací systém životného prostredia Slovenskej republiky pozostáva z 10 čiastkových monitorovacích systémov (ČMS). Ich úlohou je získavať objektívne, porovnateľné, vecne a priestorovo reprezentatívne informácie o stave zložiek životného prostredia a naň pôsobiacich vplyvov. Jednotlivé ČMS sa zameriavajú na pozorovanie nasledujúcich zložiek životného prostredia: ovzdušie, voda, meteorológia a klimatológia, geologické faktory, odpady, biota, pôda, lesy, cudzorodé látky v potravinách a krmivách a rádioaktivita životného prostredia.

Informačnou nadstavbou všetkých uvedených monitorovacích systémov sú ich vlastné informačné systémy, ktoré sú integrované v Informačnom systéme monitoringu (ISM ŽP) a v rámci neho sú súčasťou rezortného Informačného systému životného prostredia. Budovanie spoločného medzirezortného Informačného systému monitoringu sa začalo už v roku 1997 s cieľom vytvoriť homogénny, previazaný celok informačných zdrojov jednotlivých ČMS, ktorý by umožnil prepojenie dátových zdrojov s geografickými údajmi v prostredí GIS. Projekt ISM ŽP rieši problémy súvisiace s heterogenitou technického a programového vybavenia účastníkov informačného systému a so zabezpečením prístupu k vzdialeným údajovým základňam prevádzkovateľov ČMS cez navzájom prepojené web servery (Benko, 2000).

Funkčnosť ISM ŽP zabezpečuje riešiteľský tím zložený zo zástupcov jednotlivých ČMS, Ministerstva životného prostredia SR a zástupcov Slovenskej agentúry životného prostredia v Banskej Bystrici, ktorá je poverená jeho koordináciou a prevádzkou.

Verejnosť je informovaná o stave životného prostredia predovšetkým prostredníctvom internetových stránok Čiastkových monitorovacích systémov, kde sú sprístupnené informácie vo forme tabuliek, grafov, máp, ako aj publikovaných ročných hodnotiacich správ.

Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov a jeho parciálny informačný systém

Monitorovanie geologických faktorov je otvorený proces, ktorý vždy reflektuje aktuálne požadované zmeny dizajnu, rozsahu alebo spôsobu monitorovania. Monitorované sú geologické procesy vplyvajúce na degradáciu životného prostredia a krajinej štruktúry.

V súčasnosti monitoring prebieha v ôsmich pod-systémoch Čiastkového monitorovacieho systému – Geologické faktory (ČMS GF): 01 – Zosuvy a iné svahové deformácie, 02 – Tektonická a seizmická aktivita územia, 03 – Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží, 04 – Vplyv ťažby na životné prostredie, 05 – Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí, 06 – Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi, 07 – Monitorovanie riečnych

sedimentov, 08 – Objemovo nestále zeminy. Pozorovanie sa vykonáva v sieti monitorovacích bodov v lokalitách, ktoré reprezentujú typ územia potenciálne zaťaženého vybranými geologickými faktormi.

Parciálny informačný systém monitorovania geologických faktorov je prevádzkovaný Strediskom ČMS GF, ktoré je vybudované v Štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra v Bratislave. V Stredisku ČMS GF sa nachádza komplex dátovej základne, softvérového a hardvérového vybavenia, vrátane špecializovaných užívateľských programov, ako aj archívu textových, mapových a grafických výstupov charakterizujúcich ročné cykly monitorovania. V parciálnom informačnom systéme monitorovania geologických faktorov (PIS GF) sa zhromažďujú informácie o lokalitách a meraniach na monitorovacích bodoch všetkých podsystémov ČMS GF, zhodnocujú sa výsledky monitorovania a vytvárajú sa vybrané zostavy, ktoré môžu byť sprístupnené užívateľom.

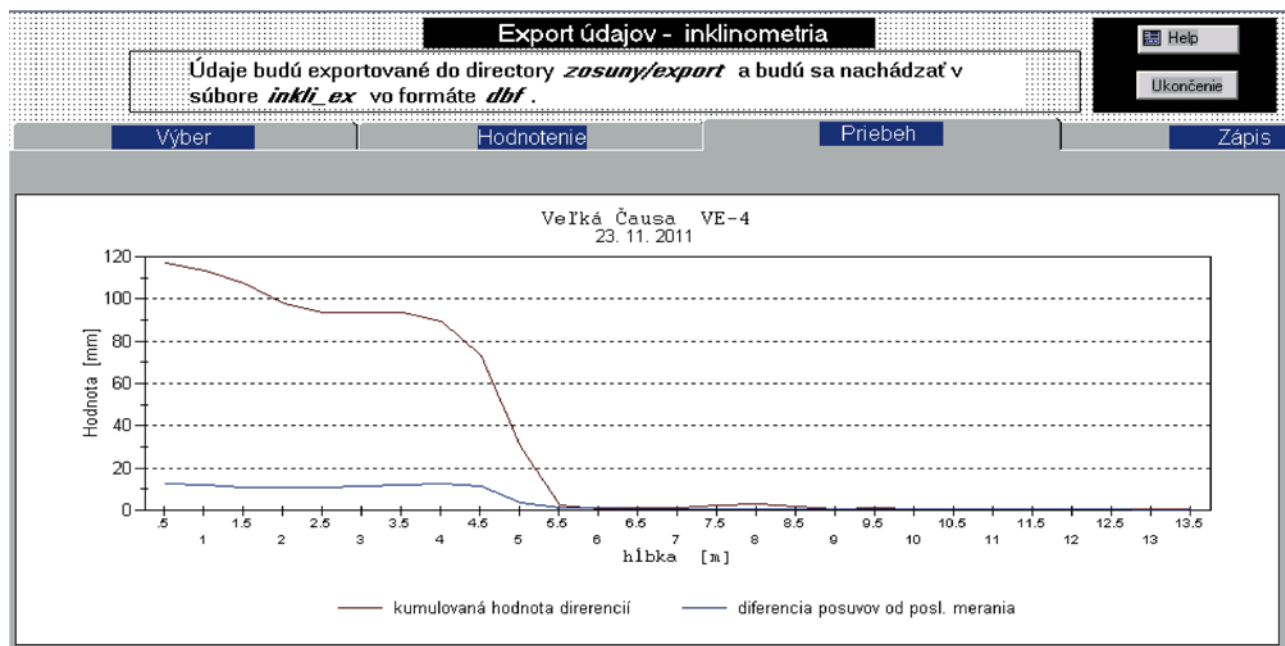
Súbory databáz a aplikačné softvérové nástroje sú vytvorené podľa potrieb príslušného podsystému. Členenie údajov v databázach jednotlivých podsystémov ČMS GF zohľadňuje rôznorodosť metód používaných na hodnotenie monitorovaných ukazovateľov stavu geologických faktorov. Dáta môžu byť navzájom prepojené pomocou indexových identifikačných položiek. Jedinečnými identifikátormi záznamu v databázach sú číslo lokality, číslo monitorovacieho bodu a dátum merania. Každé identifikačné číslo monitorovacieho bodu obsahuje vo svojej skladbe okrem vlastného kódového označenia lokalizácie aj kódy príslušného podsystému, lokality a monitorovacej metódy.

Ide o reťazec numerických znakov s presne definovanou dimenziou, v ktorom poradie a určený počet číslic vyjadruje príslušné kódové informácie. Výnimkou sú databázy typu registrov alebo katalógov, ktoré zhromažďujú prevažne identifikačné údaje o pozorovanom objekte alebo jave. V nich je identifikátorom záznamu kódový údaj zložený z označenia (čísla) mapového podkladu a poradového čísla v ňom zaznamenaného objektu alebo javu. Do tohto typu dát patria napr. katalóg zlomov (v podsystéme 02), register antropogénnych pochovaných sedimentov (v podsystéme 03), register porušených objektov na objemovo nestálych zeminách a databáza fyzikálneho stavu zemín (v podsystéme 08).

PIS GF sa skladá z dvoch úrovní, ktoré pracujú s odlišnou mierou podrobnosti spracovávaných informácií. Užívateľský komfort spracovania údajov na obidvoch úrovniach poskytujú špecializované aplikačné softvéry, ktoré zabezpečujú optimálnu správu databáz.

Databázy primárnych údajov a ich spracovanie v podrobnom informačnom systéme

Na podrobnej úrovni PIS GF archivuje a spracováva primárne údaje, ktoré sú priamo merané rôznymi metódami v sieti monitorovaných bodov. Obsahom podrobného informačného systému sú okrem týchto údajov aj informácie o geologických pomeroch monitorovanej lokality, poznatky z výskumov pred začatím monitorovania a iné doplňujúce informácie o geologickom a prírodnom prostredí monitorovaného územia.



Obr. 1. Ukážka softvérom generovaného dynamického grafu na určenie hĺbky najväčšej pohybovej aktivity zosuvných hmôt z dlhodobého hľadiska. *Poznámka:* Šmyková plocha sa zisťuje porovnaním veľkosti vektora posuvu od jeho polohy v predchádzajúcej etape (modrá línia) a veľkosti vektora posuvu od počiatku meraní (červená línia) – v znázornenom prípade ide o hĺbku cca 4,0 m.

Fig. 1. Dynamic chart (generated by system) showing total depth of maximum landslide activity in long-term point of view. *Note:* Depth of sliding plane is derived from comparison of total length of sliding vector against its position in previous period of measuring (blue line) and total length of vector against starting position at the beginning of measuring (red line). In this case, the depth is about 4 m.

Softvérové nástroje jednotlivých podsystémov pracujú vo vlastných autonómnych režimoch a sú budované podľa špecializovaných požiadaviek riešiteľov. Funkcionalita týchto účelovo vyvinutých softvérov zohľadňuje rôznorodosť údajov a prístupov k ich hodnoteniu. Grafickou verifikáciou eliminuje subjektívne chyby pri zbere primárnych dát. V rámci programových nástrojov sú vykonávané procesy automatickej tvorby sekundárnych (výpočtových) parametrov, potrebných na hodnotenie stavu monitorovaných ukazovateľov. Generované sú dynamické grafy za účelom výberu informácií, ktoré vykazujú znaky negatívnych prejavov aktivizácie monitorovaného javu. Prostredie podrobného informačného systému slúži riešiteľskému kolektívu na identifikáciu limitných, resp. kritických hodnôt pozorovaného javu a zhodnotenie stavu monitorovaných ukazovateľov jednotlivých geologických faktorov (obr. 1). Analýzy monitorovacích meraní prebiehajú na základe interaktívne zadávaných kritérií definovaných užívateľom a následne sú spracované podľa zásad účelového hodnotenia.

Na posúdenie stavu geologických faktorov, ich vývojových trendov a analýzu zákonitostí ich prejavov je často nevyhnutné zhodnotenie veľkého množstva informácií, ktoré sú získavané aj excerpciou archívnych zdrojov. Časť užívateľských softvérov je preto prispôbena na manipuláciu s obrazovými a textovými dokumentmi značného rozsahu. Ide hlavne o databázy typu registrov alebo katalógov, ktoré pracujú prevažne s jednorazovými údajmi o hodnotenom objekte. Záznamy v databázach sú prepojené so skenovanými podkladmi, prípadne ich priamo obsahujú. Takéto dokumenty slúžia ako doplňujúce informácie k registrovaným objektom, alebo na lepšiu orientáciu zobrazujú ich lokalizáciu v priestore (obr. 2).

Súborné vyhodnotenie meraní širokého spektra monitorovacích metód si vyžaduje tvorivú prácu kolektívu odborníkov z rôznych geovedných špecializácií a vo významnej miere aj dostupnosť potrebného prístrojového vybavenia a výkonných hardvérových a softvérových nástrojov na hodnotenie výsledkov meraní vo vybudovanej

The screenshot displays the ASP.DBF software interface. At the top, there's a title bar with 'ASP.DBF' and a menu bar. Below the menu bar, there's a 'Mapa 361407' section with a 'Filter' button and a page indicator '9'. The main area is divided into several sections for data entry and display.

Map Data Section:

Číslo mapy	Číslo na mape	Okres	Katastrálne územie	Rozmer	Číselníky	Poznámka
361407	1	601	861057	P v m: 25000 H v m: 5 O v m: 125000	☒ Výpočet ☐ Odhad	

Location Details:

Názov lokality: Špania Dolina
 X-JTSK: -418479.8 Y-JTSK: -1220920.2 Z-JTSK: 0

Geological Data Section:

Základný typ	banský AS, halda
Zaplnenie	nie je určené
Materiál - podskupina	iný tuhý minerálny odpad; domový odpad
Materiál - odhad	domový odpad; materiál z ťažby
Pôvod odhadu	
Hodnovernosť odhadu	asi hodnoverná
Charakteristika materiálu	ostatný

Lithological Data Section:

Horninové podlažie	rajin pieskovo-zlepcových hornín
Litologická typ - priepustnosť	1. od 8 2. od 0 1. do 2. do
Spôsob zistenia	hrubý odhad podľa litológie
Hladina podz. vody	
Hladina PV v kont. s mat.	neviem
Vzťah k povrch. vode	vodný tok

Monitoring Data Section:

Aplikovaný prieskum	nie je určené		
Výsledky monitoringu			
Poloha vhodnosti	nevhodné		
Kontaminácia podz. vody	pravdepodobne nie	Kontaminácia povrch. vody	pravdepodobne áno
Kontaminácia ovzdušia	pravdepodobne nie	Kontaminácia kontaktom	
Ďalší postup	odporúča sa vybudovanie monitorovacieho systému povrchovej vody		
Vybudovanie mon. systému	menej aktuálne		
Spôsob sanácie	povrchová úprava a rekultivácia		

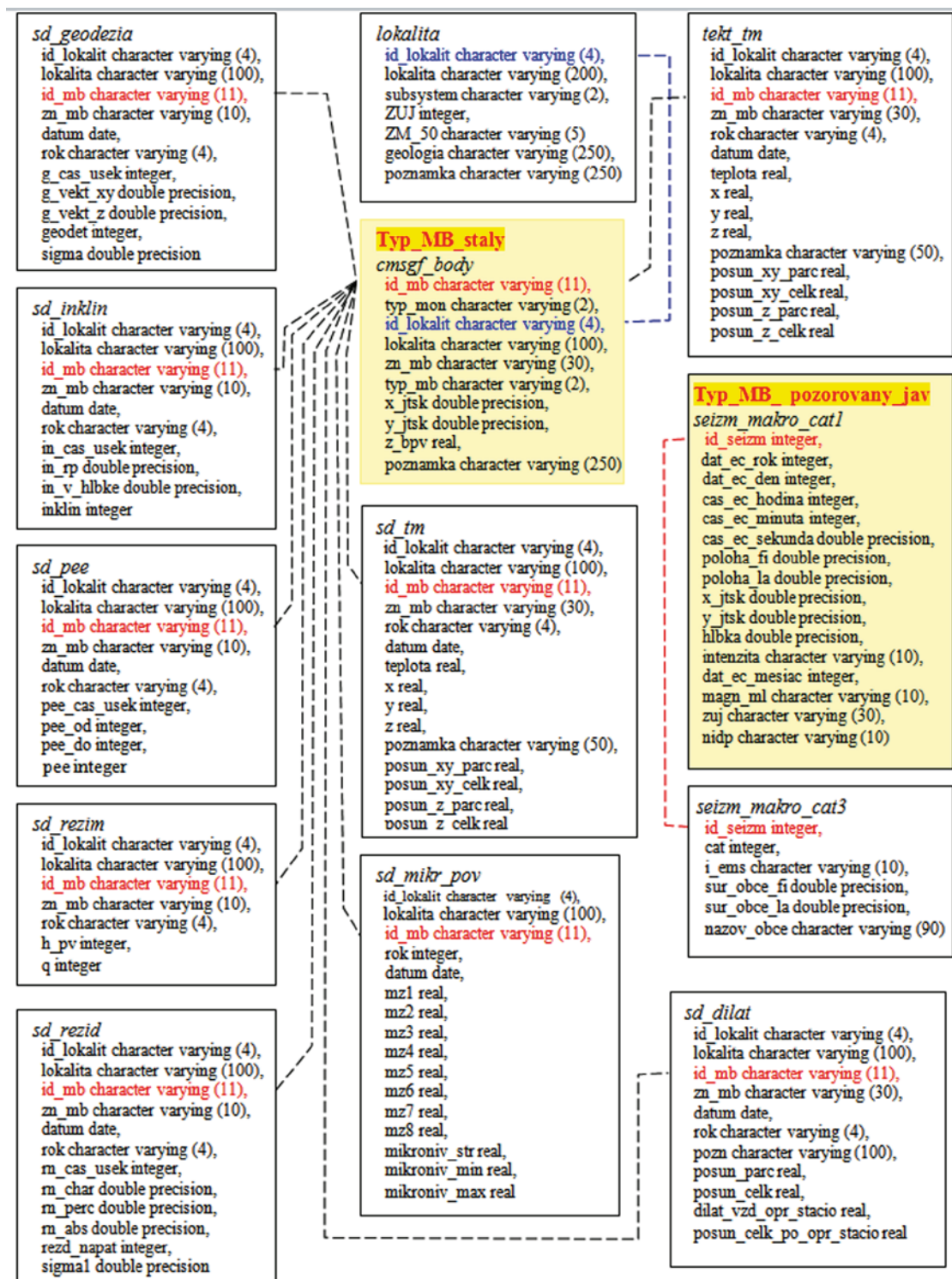
On the right side of the form, there is a large photograph showing a landscape with a river, trees, and hills, which is the location of the monitored site.

Obr. 2. Softvérové prostredie databázy Antropogénne pochované sedimenty, ktorá patrí k podsystému 03.

Fig. 2. User interface of database system – Covered Anthropogenic Sediments of sub-system 03.

ich zatriedení podľa príslušnosti k územnému a správne mu členeniu Slovenska, listokladu mapových podkladov a podľa geologickej stavby územia. Je relačne prepojená s tabuľkou monitorovacích bodov (cmsgf_body).

Databázové tabuľky monitorovacích meraní sú štruktúrované na základe príslušnosti k podsystému a použitej metóde. Spoločným identifikátorom, ktorý spája tabuľky meraní s tabuľkou stálych monitorovacích bodov

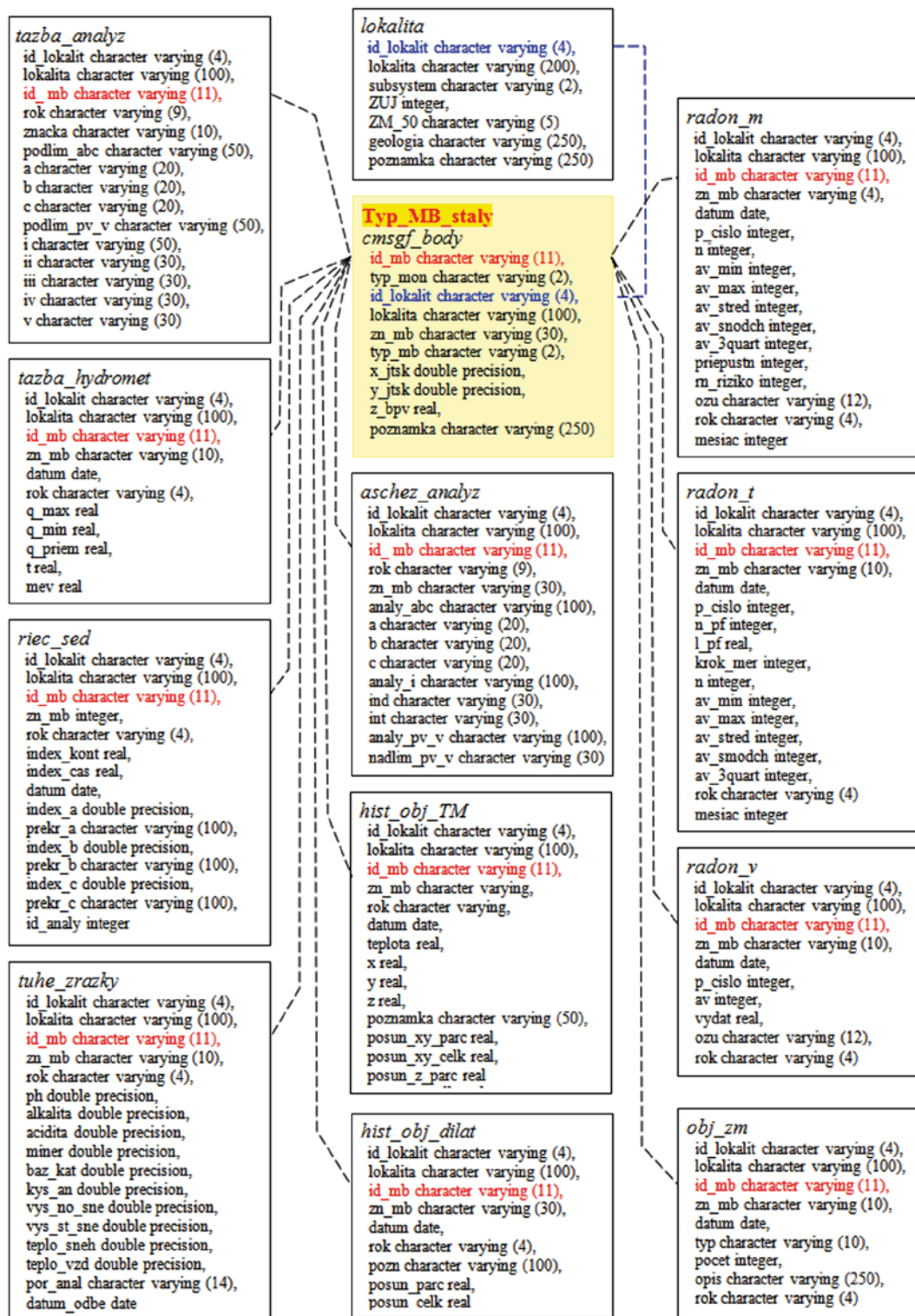


Obr. 4. Dátový model PIS GF (žltou farbou sú zvýraznené štruktúry tabuliek, ktoré obsahujú priestorovo lokalizované grafické objekty).

Fig. 4. Scheme of database structure of PIS GF, showing field names, data types and basic relationships. Tables containing spatial data (given by geographic coordinates) are highlighted in yellow.

(cmsgf_body), je jednoznačný identifikátor monitorovacieho bodu. Každý záznam databázovej tabuľky monitorovacích meraní teda obsahuje jednoznačný identifikátor monitorovacieho bodu, dátum a rok

realizácie merania, ako aj merané hodnoty parametrov monitorovaných ukazovateľov. Databázy pozorovaných javov (Typ_MB_pozorovaný_jav) nie sú súčasťou vyššie opísaného systému relačných databáz. Lokalizácia



Obr. 4. Pokračovanie.

Fig. 4. Continuation.

pozorovaného javu (súradnice X, Y, Z v systéme S – JTSK) je uvádzaná priamo v databázovej tabuľke. Príkladom takejto databázy je monitorovanie seizmických javov. Údaje v databázovej tabuľke nie sú relačne spojené s tabuľkou monitorovacích bodov, ale sú poskytované sieťou stálych pozorovacích bodov Národnej siete seizmických staníc (NSSS) v prevádzke Geofyzikálneho ústavu SAV a do tabuľky sa zaznamenávajú priamo súradnice epicentier seizmických javov, meraných NSSS.

Špecifické postavenie v Parciálnom informačnom systéme monitorovania geologických faktorov majú údaje typu katalógov a registrov, ktoré zvyčajne nevstupujú do hodnotiacej – prehľadnej – časti PIS GF.

Na hodnotenie stavu a trendov vývoja monitorovaných ukazovateľov sa využívajú princípy klasifikácie a generalizácie meraní, podľa ktorých sú výsledky:

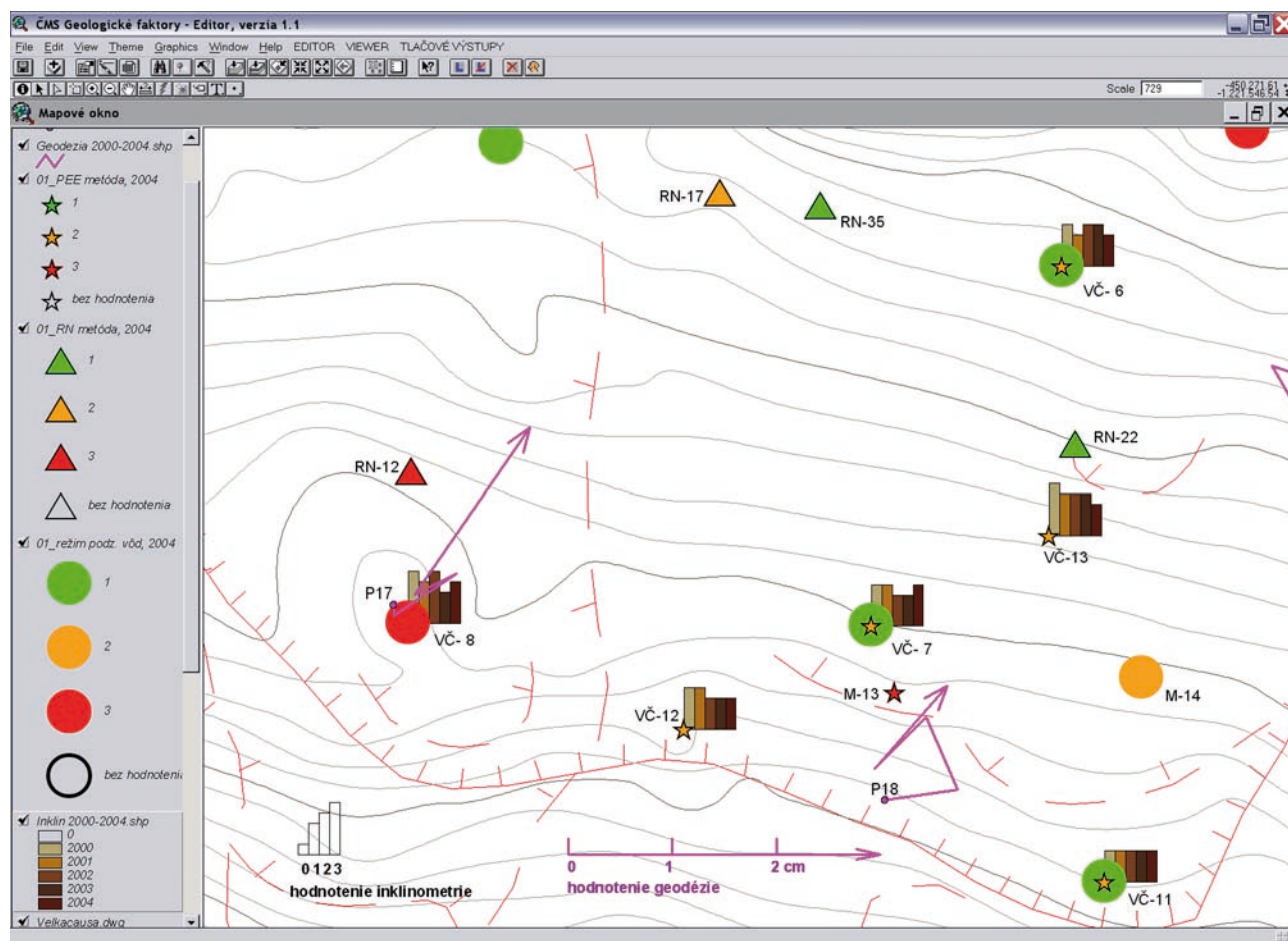
- konfrontované s limitnými hodnotami (napr. hodnotenie kvality vody podľa platných legislatívnych predpisov),

nadlimitné hodnoty sú zobrazované odlišnou farbou (zvyčajne červenou);

- semikvantitatívne vyjadrené farebným odlišením (prevažne trojstupňovou semaforovou metódou), ktoré definuje stav pozorovaného ukazovateľa podľa určených hodnotiacich kritérií ako vyhovujúci stav (zelená farba), podmienene vyhovujúci stav s náznakmi nepriaznivých skutočností (žltá farba), nevyhovujúci stav (červená farba),

- znázornené odlišnou veľkosťou značky v súvislosti s dynamikou vývoja pozorovaného javu alebo intenzity javu (napr. zobrazenie hodnotenia seizmických javov).

Tvorba sústavy tematických máp zostavených z údajov jednotlivých databáz je interaktívna, prebieha v dialógovom okne užívateľského softvéru, kde je ponúknutý priestorový, tematický a časový rozsah dostupných informácií (Caltík, 2003). Vizualizácia je riešená schematickým semikvantitatívnym vyjadrením (Iglárová et al., 2004). Zhodnotené údaje sú zobrazené vo forme:



Obr. 5. Zobrazenie spôsobov hodnotenia meraní v podsystéme 01: geodetické merania sú zobrazené trasami posunov pozorovaných bodov v horizontálnej rovine vo zvolenom intervale etapových meraní, inklinometrické merania sú vyjadrené kartodiagramom za obdobie 5 rokov, ostatné merania sú znázornené formou kartogramov. *Poznámka:* Vhodná mierka dĺžky vektorov a časový úsek zobrazenia sú zvolené užívateľom. Červené línie označujú hranice zosuvov rôznych generácií, sivé línie predstavujú topografický podklad.

Fig. 5. Presentation of various ways of interpretation of measuring results in sub-system 01: Surveying data are presented by plane view vectors with optional interval of measuring, inclinometric data are represented by cartodiagrams covering 5 years long interval, and results of other measurement methods are shown in form of cartograms. *Note:* Appropriate scale of vector length and time period are user defined. The red lines represent landslide boundaries and grey lines mean elevation contour lines and planimetric features.

- kartogramov, kde sa zhodnotený údaje merané viacerými metódami v jednom monitorovacom cykle zobrazia odlišným grafickým typom bodov;

- kartodiagramov, v ktorých je zhodnotený dlhší časový rad monitorovacích cyklov; stav pozorovaného parametra je znázornený v diagrame výškou stĺpca, pričom najväčšia výška stĺpca vyjadruje nepriaznivý stav (obr. 5).

Okrem schematického vyjadrenia výsledkov semikvantitatívnou formou je na zobrazenie zmeny polohy monitorovaného bodu vytvorený modul na výstup tlačových zostáv trasy povrchových a podpovrchových posuvov, zistených metódami geodézie, inklinometrie a dilatometrickým meraním. Pomocou tohto modulu sú vytvorené tematické mapy, ktoré vo zvolenej mierke veľkosti vektora pohybu prezentujú zmeny polohy monitorovaného bodu v horizontálnej rovine, definované reálnymi súradnicami v priebehu zvoleného časového úseku. Tematické vrstvy týchto výstupov a semikvantitatívnych schematických znázornení výsledkov monitorovania možno vzájomne kombinovať (obr. 5).

Vývoj spracovania údajov monitorovania geologických faktorov v informačnom systéme

Od roku 1993 bola viackrát optimalizovaná sieť monitorovacích lokalít a monitorovacích bodov v nich, ako aj frekvencia meraní v závislosti od požiadaviek celospoločenskej potreby a aj s ohľadom na finančné zabezpečenie monitorovania v jeho ročných cykloch. Rovnako sa inovovali monitorovacie metódy. V súvislosti s týmito skutočnosťami je potrebné, aby údaje získané monitorovaním boli ukladané do premyslenej sústavy databáz, ktoré tvoria celok informačného systému.

Databázy v jednotlivých podsystemoch boli upravované nasledovne:

V podsysteme 01 – Zosuvy a iné svahové deformácie sa monitorovanie zmien povrchového reziduálneho napätia v lokalitách typu zosúvania skončilo v roku 2007. Vytvorený bol súbor dát geodetických meraní metódou GNSS, ktorá je aplikovaná vo vybraných lokalitách od roku 2007. V zmysle novej koncepcie bola do podsystemu 01 zaradená aj databáza hodnotenia mikromorfologických zmien povrchu masívu. Do roku 2009 užívateľské softvéry obidvoch spracovateľských úrovní PIS GF používali pre analýzu geodetických a inklinometrických meraní kritérium hodnotenia aktivity posunov na základe vypočítanej rýchlosti pohybu meraného bodu v jednoročnom cykle monitorovania (Iglárová et al., 2004). S cieľom citlivejšieho a výstižnejšieho hodnotenia týchto pohybov bola v roku 2010 vyvinutá metodika, ktorá posudzuje výsledky monitorovania porovnávaním meraní v aktuálnom monitorovacom cykle so zhodnotením dynamiky pohybov počas dlhodobého pozorovania, zvyčajne od roku 2000 do roku 2009, v konkrétnom geologickom prostredí jednotlivých monitorovacích bodov (Wagner et al., 2012). Táto zásadná zmena si vyžiadala vytvorenie nového aplikačného modulu na nové spracovanie dát na úrovni podrobného PIS GF a aj úpravu spracovania a vizualizácie údajov na úrovni prehľadného PIS GF.

Podsystem 02 – Tektonická a seizmická aktivita územia spája informácie z dvoch pôvodných podsystemov (Tektonická a seizmická aktivita územia a Monitorovanie seizmických javov na území Slovenskej republiky). Monitorovanie sa vykonáva z troch aspektov – vertikálne pohyby povrchu územia, pohyby pozdĺž zlomov a seizmická aktivita územia. Hlavným cieľom je stanoviť vzájomné vzťahy uvedených javov a na ich základe vykonať rajonizáciu územia Slovenska, t. j. vymedziť územné celky s rovnakou aktivitou pohybov povrchu a rovnakou intenzitou seizmických otrasov. Hodnotenie polohových zmien povrchu územia vychádzalo do roku 2006 z výsledkov opakovaných meraní metódou presnej nivelácie, neskôr spracovaním meraní v špecializovaných bodoch geodynamickéj referenčnej siete, ktoré sú vykonávané metódami GNSS. Priame merania polohových zmien povrchu územia nie sú súčasťou PIS GF, výsledky sú spracované formou textových hodnotení a grafov. Zmena nastala v hodnotení pohybovej aktivity pozdĺž zlomov. Spracovanie údajov o tektonickej aktivite v katalógu zlomov bolo skončené a bola vytvorená nová databáza, vrátane užívateľského modulu, na merania pohybovej aktivity pozdĺž zlomov dilatometrickou metódou s aplikáciou dilatometra TM-71. Merania seizmickej aktivity územia zabezpečuje Geofyzikálny ústav SAV. Do informačného systému sú preberané zhodnotený údaje javov pozorovaných seizmometricky a makroseizmicky. Súčasťou informačného systému je aj seizmotektonická rajonizácia územia Slovenska, ktorá je vykonaná na základe korelácie vertikálnych pohybov povrchu, geologickej stavby a seizmickej aktivity územia (Hrašna, 2001). Údaje zobrazené v mapovej forme sú sprístupnené na internetovej stránke ČMS GF.

V podsysteme 03 – Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží nastali počas riešenia významné zmeny. Vzhľadom na požiadavky koncepcie ČMS GF prijatej v roku 2005 boli spojené dva pôvodné podsystemy (Antropogénne sedimenty pochované a Zmeny antropogénnych sedimentov). Vyhľadávanie a hodnotenie antropogénnych pochovaných sedimentov (ASP) bolo skončené. Pre zaregistrované lokality ASP je vytvorené užívateľské prostredie, ktoré umožňuje ich vyhľadávanie, a to na základe definovania kritérií pre jednotlivé hodnotené parametre databázy alebo pre ich kombináciu. Lokalizácia a priestorové rozloženie lokalít ASP sú dostupné v GIS formáte v prostredí ArcView. Od roku 2007 je ťažisko úlohy presunuté na monitorovanie rozsahu a smerov transportu znečistenia životného prostredia vplyvom antropogénnych sedimentov charakteru environmentálnych záťaží. V tejto časti nazvanej Environmentálny monitoring skládok a odkalísk sú vo vybraných typových lokalitách monitorované charakteristické zložky znečistenia. Výsledky chemických analýz odobratých vzoriek sú hodnotené rôznym spôsobom (napr. vzhľadom na kritériá v platnej legislatíve alebo porovnávaním zistených koncentrácií v znečistenom a prirodzenom geologickom prostredí). Na spracovanie údajov bol vytvorený špecializovaný aplikačný softvér. Od roku 2003 je súčasťou podsystemu Geotechnická pasportizácia a hodnotenie odkalísk. Údaje sú spracované ako jednorazová hodnotiacia informácia

o stave odkalísk formou správ (identifikačných listov), ktoré sú v plnom znení sprístupnené na internetovej stránke ČMS GF. Poslednou časťou podsystemu je monitoring zmien vlastností antropogénnych sedimentov. Táto časť bola pôvodne monitorovaná v samostatnom podsysteme, od roku 2010 je pozastavená. Komplexné informačné zdroje pôvodných podsystemov vo forme databáz, textových informácií a obrázkov boli presunuté do aktualizovaného podsystemu 03.

Podsystem 04 – Vplyv ťažby na životné prostredie je aktivovaný od roku 2007. Monitorovanie nadväzuje na výsledky skončenej geologickej úlohy (Vrana et al., 2005). V rámci tejto úlohy bol vyvinutý aj aplikačný softvér (informačný systém), ktorý umožňuje vo vyčlenených tematických okruhoch identifikáciu objektov vzniknutých v dôsledku degradácie životného prostredia banskou činnosťou. Charakter nových údajov získaných

monitorovaním je porovnateľný s charakterom informácií obsiahnutých v spomínanej úlohe a logicky na ne nadväzuje, a preto bola štruktúra nových dát, získavaných monitorovaním v rámci ČMS GF, prispôbena forme tohto informačného systému. Ide o záznam priamych meraní monitorovacích bodov, ako aj o záznam digitálne spracovaných archívnych podkladov (skenov) vo forme rôznych typov dokumentov (textových a tabuľkových údajov, schém, mapových podkladov, fotografií). Ako nadstavba je postupne vytváraný grafický modul v GIS prostredí pre priestorové zobrazenie informácií o monitorovaných objektoch, vrátane hodnotenia výsledkov monitorovania. Jeho súčasťou sú aj georeferencové rastrové podklady, ktoré sú postupne spracovávané do vektorovej formy.

V podsysteme 05 – Monitorovanie objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí a v podsysteme 06 – Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi



Stredisko čiastkového monitorovacieho systému

	30.41	25.42	22.17	11.42	22.91	
66.18	14.04	96.07	26.48	36.63	22.61	62
12.01	77.41	69.99	54.07	92.30	12.45	92
55.48	26.78	58.13	34.76	75.02	55.02	75
15.47	26.48	76.48	22.64	77.41		

Publikácie a správy



Koncepcia monitorovania geologických faktorov 2005 - 2010



Informatívna správa ČMS GF - za rok 2011



Hodnotenie monitorovania za rok 2011



Informatívna správa ČMS GF - za rok 2010

Hodnotenie monitorovania za rok 2010

- hodnotenie monitorovania za rok 2010 v subsysteme 01
- hodnotenie monitorovania za rok 2010 v subsysteme 02
 - tektonická a seizmická aktivita územia
 - monitorovanie seizmických javov
- hodnotenie monitorovania za rok 2010 v subsysteme 03
- hodnotenie monitorovania za rok 2010 v subsysteme 04
- hodnotenie monitorovania za rok 2010 v subsysteme 05
- hodnotenie monitorovania za rok 2010 v subsysteme 06
- hodnotenie monitorovania za rok 2010 v subsysteme 07



MENU

- Hlavná stránka
- Charakteristika ČMS GF
- Zámery a ciele
- Aktuálne zhodnotenie výsledkov
- Subsystemy
- Monitorovacia sieť - lokality
- Metódy monitorovania
- Merané veličiny
- Prístupové práva užívateľov
- Verejne prístupné informácie
- Publikácie a správy
- Kontakt

DATABÁZA ČMS:



Obr. 6. Internetová stránka ČMS GF – selekcia informácií z obsahu stránky.

Fig. 6. Web home page of PMS GF SR – possibility of interactive selection from the page menu.

neboli zmenené podmienky a spôsob monitorovania. Upravovaný bol len počet monitorovacích bodov a typových lokalít, prípadne frekvencia monitorovania. Tieto zmeny si vyžiadali len doplnenie a aktualizáciu údajov v existujúcich databázach.

Podsystem 07 – Monitorovanie riečnych sedimentov spája po prijatí novej koncepcie v roku 2005 údaje dvoch podsystemov (Monitorovanie aktívnych riečnych sedimentov a Monitorovanie kvality snehovej pokrývky). Zmena si vyžadovala v PIS GF presmerovanie dátových súborov a ich obslužných softvérov do nového bloku informácií, ktorý sprístupňuje užívateľom komplexné údaje o monitorovanom podsysteme.

V podsysteme 08 – Objemovo nestále zeminy sú od roku 2007 sledované len významné porušenia zemského povrchu; iné pozorovania a merania (archivované v databázach porušených objektov a fyzikálneho stavu objemovo nestálych zemín) sú zastavené. Údaje sú uchovávané v súbore textových a iných rastrových podkladov (obrázky, grafy, tabuľky).

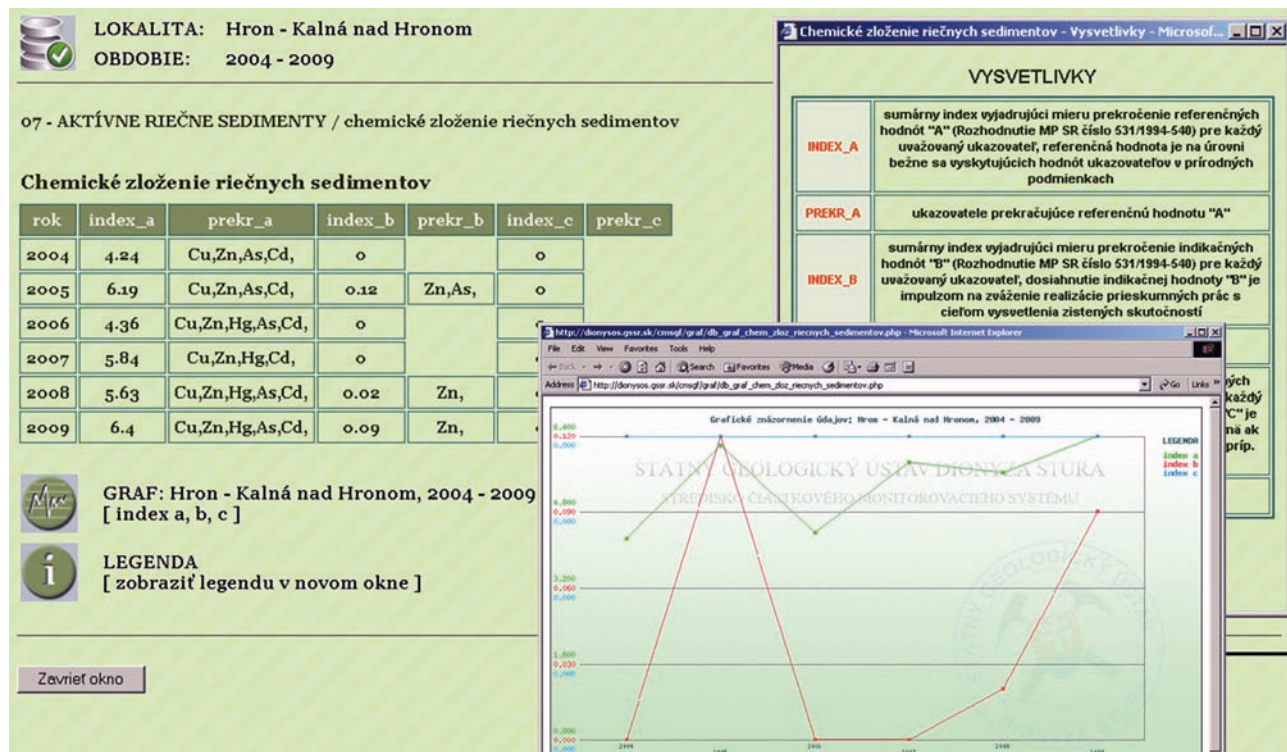
Prezentácia a sprístupňovanie výsledkov monitorovania na internete

Zhrnutie základných informácií o priebehu monitorovania geologických faktorov je pre širokú verejnosť prístupné na internetovej stránke (<http://dionysos.gssr.sk/cmsgf>), umiestnenej na serveri Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra. Na túto internetovú stránku sú vytvorené

priame prepojenia aj zo stránok Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (<http://www.geology.sk>) a Slovenskej agentúry životného prostredia v Banskej Bystrici (SAŽP), na ktorej sú tiež informácie o všetkých systémoch monitorovania životného prostredia Slovenskej republiky (<http://enviroportal.sk>).

V rámci riešenia projektu Informačného systému monitoringu (ISM) sú na stránke SAŽP sprístupnené informačné zdroje všetkých čiastkových monitorovacích systémov. Na zabezpečenie kompatibility poskytovaných údajov o výsledkoch monitorovania životného prostredia SR bola pre všetky jeho systémy dohodnutá a schválená záväzná obsahová náplň internetových stránok (obr. 6). Účelom prezentácie ČMS na internete je v sumárnej a ľahko prístupnej forme definovať charakteristiky, zámery a ciele čiastkových monitorovacích systémov, štruktúru podsystemov, použité metódy monitorovania, sieť monitorovacích lokalít a meraných veličín, informácie o štruktúrach databáz informačného systému a frekvencii meraní a kontakty na strediská ČMS.

Internetové stránky Stredisk ČMS životného prostredia SR slúžia na sprístupnenie výsledkov monitorovania. V ČMS GF sú zverejňované pravidelne spracovávané výstupy monitorovania, ako sú každoročná informácia o výsledkoch monitoringu, ročná hodnotiacia správa a dátové i grafické výstupy z Parciálneho informačného systému monitorovania geologických faktorov. S cieľom skvalitniť poskytované informácie sa pri tvorbe a aktualizácii stránok ČMS GF kladie dôraz na:



Obr. 7. Internetová stránka ČMS GF – zobrazenie výsledkov meraní na základe definovaných kritérií výberu.

Fig. 7. Web home page of PMS GF SR – various ways of presentation of data processing (tables, charts, explanations, etc.), based on user defined selection requests.

1. využívanie nových informačných technológií určených na prezentáciu údajov formou tabuliek a grafov (obr. 7), realizovaných na platforme PHP a CMS (Content management system) s priamym prepojením na relačný databázový systém (PostgreSQL);

2. sprístupnenie a vizualizáciu údajov získaných monitorovaním ukazovateľov geofaktorov životného prostredia prostredníctvom interaktívnych webových máp, spracovaných technológiou ArcIMS od firmy ESRI;

3. pravidelnú inováciu webovej stránky na účely prezentácie základných informácií o monitorovaní geologických faktorov a výsledkov monitorovania, zverejňovanie ročných hodnotiacich správ ČMS GF.

Záver

Parciálny informačný systém monitorovania geologických faktorov podáva komplexné informácie o priebehu a výsledkoch meraní v monitorovaných lokalitách. V podrobnej forme archivuje všetky dostupné údaje primárneho charakteru získané riešením projektu Čiastkový monitorovací systém ČMS – Geologické faktory. Prehľadná forma informačného systému je orientovaná na zobrazenie výsledného hodnotenia monitorovaných procesov. Tento spôsob je predpokladom pre lepšiu prehľadnosť a využiteľnosť údajov. Sprístupňovanie dát pomocou webových technológií zabezpečuje dostupnosť výsledkov a priamy kontakt na odovzdávanie konkrétnych údajov záujemcom a zainteresovaným organizáciám, ktoré

môžu zabezpečiť elimináciu nepriaznivých zmien v kvalite životného prostredia.

References

- BENKO, V., 2000: Informačný systém monitoringu – ISM, Medzirezortný projekt schválený uznesením č. 202 v operatívnej porade ministra ŽP dňa 5. 10. 2000. <http://www.iszp.sk/nastroje/ism/projektism/>.
- CALTÍK, M., 2003: GIS aplikácia pre vizualizáciu a priestorovú analýzu čiastkového monitorovacieho systému – geologické faktory životného prostredia. Používateľská príručka. Manuskript. ŠGÚDŠ, Bratislava, 9 s.
- HRAŠNA, M., 2001: Vertikálne pohyby povrchu a seizmická aktivita na území Slovenska. In: Zbor. Geológia a životné prostredie. Vyd. D. Štúra, ŠGÚDŠ, Bratislava, 128 – 131. <http://dionysos.gssr.sk/cmsgf/>
- IGLÁROVÁ, L., WAGNER, P., SCHERER, S., DROTÁR, D. & CALTIK, M., 2004: Postup spracovania údajov z monitorovania zosuvov. In: Zbor. Geológia a životné prostredie. Vyd. D. Štúra, ŠGÚDŠ, Bratislava, 81 – 85.
- VRANA, K., VOJTAŠKO, I., ŽÁK, D., PIOVARČI, M., KÚŠIKOVÁ, S., PUCHNEROVÁ, M., LANC, J. & NAŠTICKÝ, J., 2005: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou, orientačný IGP. Manuskript. Archiv, Geocomplex, a. s., Bratislava, 76 s.
- WAGNER, P., ONDREJKA, P., BALÍK, D. & ŽILKA, A., 2012: Hodnotenie výsledkov monitorovacích meraní na zosuvoch. Miner. Slov., 44, 2, 141 – 148.

Rukopis doručený 7. 1. 2013

Revidovaná verzia doručená 30. 1. 2013

Rukopis akceptovaný red. radou 27. 2. 2013

Information system of geological factors monitoring

The Monitoring System of the Environment of the Slovak Republic consists of 10 Partial monitoring systems. Information superstructure of all these monitoring systems represents their own information systems, which are integrated in the Information System of Monitoring (ISM Environment) and are part of the sectoral Environmental Information System (Benko, 2000). Within the Partial Information System of the Monitoring of Geological Factors (PIS GF) comprehensive information on geohazards is collected and stored. The division of the data in the information system shall take into account the diversity of methods used in the subsystems of the Partial monitoring system of geological factors. PIS GF consists of two levels. The detailed level processes primary data and via software tools it provides graphical verification of imported data, generating of calculation parameters and dynamic charts (Fig. 1). The measurements are analysed on the basis of the criteria you enter interactively and they are processed further according to the principles of a thematic assessment. The user softwares are customized to handle the type of image and text documents of considerable range (Fig. 2). The generalized level of the PIS GF archives and visualizes

the assessed data of the geological factors monitoring in the GIS environment. The monitoring objects and the relationships within the environment information system describes a logical model (Fig. 3); a data model shows the database tables structures and their relational connections (Fig. 4). The basic objects of the information system are monitoring points on which the repeated measurements are defined in the database table “cmsgf_body”. The common identifier that combines the measurements tables with the table of points (cmsgf_body) is a unique identifier of each monitoring point. The database tables of observed phenomena are not linked with the table of points and their spatial localization is a part of the record. To assess the status and trends of development of monitored indicators, the principles of the classification and generalization of measurements are used, according to which the results are: a – confronted with the limit values (such as defined in the legislative rules), b – visualized in semi-quantitative way by colour, or a different size of label in relation to the intensity of the observed phenomenon. Forming of thematic maps is carried out interactively and in the dialog box of the user software (Caltík, 2003). The visualization

is realized by the schematic semi-quantitative expression (Fig. 5) using cartograms, cartodiagrams, or courses of the observed point shifts (Iglárová et al., 2004).

Since the beginning of the monitoring in 1993, the PIS GF design has been modified several times, depending upon the societal needs and financial possibilities. In the subsystem 01 – Landslides and other slope deformation, the measurements of surface residual stress changes were completed. The software environment was created for the evaluation of geodetic and inclinometric measurements by a new methodology, comparing the dynamics of movements on the individual monitoring points with the long-term observations (Wagner et al., 2012). Into the processed data system the database tables with the results of GNSS measurements and micromorphologic changes of massif surface have been added. In the subsystem 02 Tectonic and seismic activity, the database tables contain measurements of seismic phenomena and measurement of movements along the tectonic lines using dilatometer TM-71. Information on the tectonic activity in the catalogue of faults have been completed. The data on position changes of the territory surface are interpreted in the form of text assessments and charts. A component of the information system is also a seismo-tectonic zoning of the territory of Slovakia, which expresses the correlation of vertical movements of the surface, geological setting and seismic activity of the Slovak territory (Hrašná, 2001). Since 2007,

the subsystem 03 – Anthropogenic sediments of the nature of environmental loads is focused on the assessment of the scope and direction of the pollution transport within the geological environment. The data are processed by application software, in which the results of the chemical analyses are compared with the legislative criteria, and also with the non-contaminated geological environment values (geochemical background). The subsystem 04 – Impact of mining upon the environment, was activated in 2007. The monitoring is a continuation of the completed geological project for which the application software was developed (Vrana et al., 2005). In the information system direct measurements at monitoring points as well as digitally processed archive documents (scans) in the form of various types of documents are collected. A graphic module in the GIS environment has been gradually created. In the other subsystems: 05 – Monitoring of the radon volume activity in the geological environment, 06 – Stability of rock massifs below historical objects, 07 – Monitoring of river sediments and 08 – Volume unstable soil, there have been no changes in the structures of the database tables; the only update was in the number of monitored points and type sites, or in the monitoring frequency.

The summary of basic information on the monitoring of geological factors and the evaluation of the results of the measurements is available on the website (<http://dionysos.gssr.sk/cmsgf>).