

Geofyzikálny ústav  
Slovenská akadémia vied  
Bratislava



**Monitorovanie seizmických javov  
stálymi seizmickými stanicami  
Geofyzikálneho ústavu SAV v roku 2009**

Autori: RNDr. Andrej Cipciar  
Mgr. Miriam Kristeková, PhD.

Bratislava  
apríl 2010

Vypracované v rámci zmluvy o dielo č. 514/06 medzi  
GFÚ SAV a Štátnym geologickým ústavom D. Štúra

Zodpovedný riešiteľ: Prof. RNDr. Peter Moczo, DrSc.

## OBSAH

<b>2.2</b>	<b>TEKTONICKÁ A SEIZMICKÁ AKTIVITA ÚZEMIA (SUBSYSTEM Č. 2)</b>	<b>2</b>
<b>2.2.1</b>	<b>ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA MONITOROVACEJ SIETE</b>	<b>3</b>
<b>2.2.2</b>	<b>POZOROVANÉ UKAZOVATELE A METÓDY ICH VYHODNOTENIA</b>	<b>5</b>
<b>2.2.3</b>	<b>SPÔSOB A FREKVENCIA ZBERU ÚDAJOV</b>	<b>8</b>
<b>2.2.4</b>	<b>VÝSLEDKY MONITOROVANIA</b>	<b>10</b>
2.2.4.1	Seizmická stanica Železná studnička (ZST).....	10
2.2.4.2	Seizmická stanica Modra (MODS) .....	12
2.2.4.3	Seizmická stanica Hurbanovo (HRB).....	12
2.2.4.4	Seizmická stanica a Šrobárová (SRO).....	13
2.2.4.5	Seizmická stanice Iža (SRO1).....	14
2.2.4.6	Seizmická stanice Moča (SRO2).....	15
2.2.4.7	Seizmická stanica Kečovo (KECS) .....	16
2.2.4.8	Seizmická stanica Vyhne (VYHS) .....	18
2.2.4.9	Seizmická stanica Likavka (LIKS) .....	20
2.2.4.10	Seizmická stanica Červenica (CRVS).....	22
2.2.4.11	Seizmická stanica Stebnícka huta (STHS).....	24
2.2.4.12	Seizmická stanica Kolonické sedlo (KOLS).....	26
2.2.4.13	Národná sieť seizmických staníc v období 2002-2009 .....	28
<b>2.2.4.14</b>	<b>Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky</b>	<b>31</b>
2.2.4.14.1	Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v roku 2009 s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky	31
2.2.4.14.2	Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v období 2002-2009 s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky	35
<b>2.2.4.15</b>	<b>Makroseizmicky pozorované zemetrasenia na území Slovenskej republiky</b>	<b>37</b>
2.2.4.15.1	Zemetrasenie dňa 12.1.2009 o 00:46 UTC .....	37
2.2.4.15.2	Zemetrasenie dňa 15.1.2009 o 09:10 UTC .....	38
2.2.4.15.3	Zemetrasenie dňa 18.1.2009 o 01:56 UTC .....	38
2.2.4.15.4	Zemetrasenie dňa 7.5.2009 o 21:27 UTC .....	38
2.2.4.15.5	Zemetrasenie dňa 5.10.2009 o 19:06 UTC .....	39
2.2.4.15.6	Zemetrasenie dňa 28.11.2009 o 03:34 UTC .....	39
2.2.4.15.7	Makroseizmicky pozorované zemetrasenia na území Slovenskej republiky v období 2002-2009 .....	40
<b>2.2.4.16</b>	<b>Závery</b>	<b>43</b>

## **2.2 TEKTONICKÁ A SEIZMICKÁ AKTIVITA ÚZEMIA (SUBSYSTÉM Č. 2)**

Jedným z cieľov subsystému č. 2 (Tektonická a seizmická aktivita územia) je monitorovanie seizmických javov (zemetrasení a priemyselných explózií), ich analýza, lokalizácia zemetrasení s epicentrom na území Slovenska alebo zemetrasení makroseizmicky pozorovaných na území Slovenska, tvorba národnej seizmologickej databázy a pravidelná medzinárodná výmena vybraných údajov.

Seizmologická databáza obsahujúca údaje o zemetraseniach s epicentrom na území Slovenska i zemetraseniach, ktoré mali epicentrum mimo územia Slovenska, avšak prejavili sa makroseizmickými účinkami na území Slovenska, je nevyhnutnou súčasťou zhodnotenia seizmického ohrozenia jednak celého územia Slovenskej republiky (napr. pre účely civilnej ochrany), jednak národohospodársky dôležitých lokalít (napr. lokalít jadrových elektrární, veľkých vodných diel, iných energetických komplexov, husto osídlených území).

Analýza a lokalizácia zemetrasení poskytuje aj nezastupiteľné údaje, ktoré sú potrebné pre geologický a tektonický výskum územia Slovenskej republiky a pre výskum štruktúry celého zemského telesa.

## 2.2.1 ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA MONITOROVACEJ SIETE

Seizmické javy na území Slovenskej republiky sú monitorované seizmickými stanicami Národnej siete seizmických staníc (NSSS), ktorej prevádzkovateľom je Geofyzikálny ústav Slovenskej akadémie vied (GFÚ SAV) v Bratislave.

V rokoch 2001-2004 bol zrealizovaný projekt Modernizácie a doplnenia NSSS. Počas jeho riešenia bolo okrem iného na území Slovenska vybudovaných 7 nových seizmických staníc, 4 pôvodné seizmické stanice boli zmodernizované, bola zriadená zberná centrála v Bratislave s kontinuálnym spojením so všetkými seizmickými stanicami umožňujúcim prenos údajov v reálnom čase. (viac informácií o projekte Modernizácie a doplnenia NSSS je možné nájsť v ročných správach za roky 2001-2004, kapitola 8)

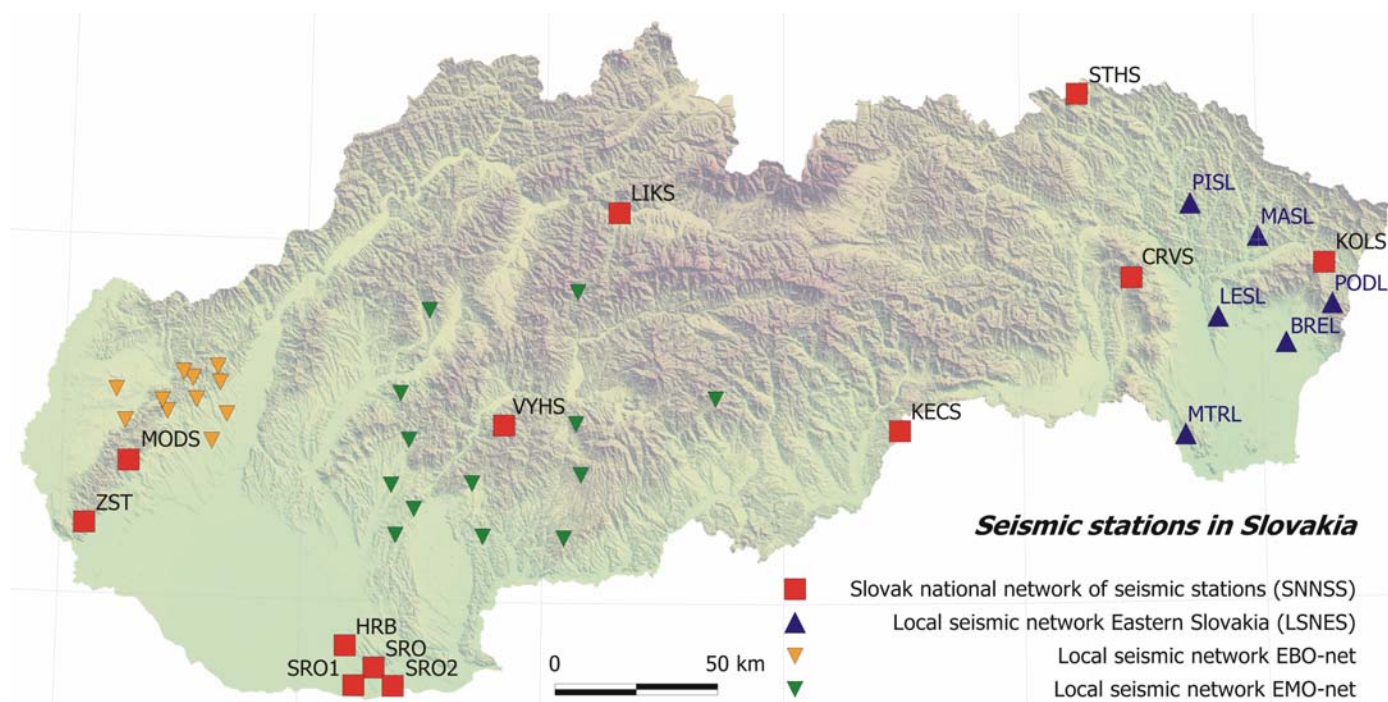
Po úspešnom dokončení projektu modernizácie a doplnenia je NSSS tvorená 12 seizmickými stanicami:

- Bratislava - Železná studnička (ZST)
- Červenica (CRVS)
- Vyhne (VYHS)
- Modra (MODS)
- Hurbanovo (HRB)
- Iža (SRO1)
- Kečovo (KECS)
- Kolonické sedlo (KOLS)
- Likavka (LIKS)
- Moča (SRO2)
- Stebnícka Huta (STHS)
- Šrobárová (SRO)

Na seizmických stanicach sa pomocou seizmometrov zaznamenáva rýchlosť pohybu pôdy. Všetky seizmické stanice sú registrované v International Seismological Centre, ISC, vo Veľkej Británii. Na stanicach ZST, CRVS, VYHS, KOLS a MODS sú nainštalované širokopásmové seizmometre, ostatné seizmické stanice sú vybavené krátkoperiodickými seizmometrami, stanica HRB strednoperiodickým seizmometrom. Zemepisné súradnice jednotlivých seizmických staníc NSSS, spolu s nadmorskou výškou a technickými parametrami, sú v Tab. 2.2.1. Na území Slovenska sú okrem NSSS v prevádzke aj lokálne seizmické siete v okolí atómových elektrární Mochovce a Jaslovské Bohunice, ktoré prevádzkuje spoločnosť Progseis v Trnave. Na východnom Slovensku bola v rokoch 2004-2006 vybudovaná lokálna sieť seizmických staníc, ktorú prevádzkuje FMFI UK v Bratislave. GFÚ SAV úzko spolupracuje s obidvoma inštitúciami a v prípade potreby sú relevantné údaje zo všetkých lokálnych sietí k dispozícii. Pokrytie územia Slovenskej republiky seizmickými stanicami je znázornené na Obr. 2.2.1.

Stanica	ISC kód	Zem. šírka [°N]	Zem. dĺžka [°E]	Nadm. výška [m]	Seizmo-meter	DAS	Vzorkovacia frekvencia [údaj/sek.]	Registrácia, Prenos údajov	Dátový formát
Bratislava Žel. Studnička	ZST	48.196	17.102	250	3x SM-3 3x SKD	PCM	100 20	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Červenica	CRVS	48.902	21.461	476	STS-2	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Vyhne	VYHS	48.493	18.836	450	STS-2	SEMS	100 20	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Modra-Piesok	MODS	48.373	17.277	520	STS-2	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Hurbanovo	HRB	47.873	18.192	115	2x Mainka	Analog	-	-	-
Iža	SRO1	47.7622	18.2328	111	LE3D	PCM	20	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Kečovo	KECS	48.483	20.486	345	LE3D	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Kolonické sedlo	KOLS	48.933	22.273	460	STS-2	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Likavka	LIKS	49.088	19.309	341	LE3D	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Moča	SRO2	47.763	18.394	109	LE3D	PCM	20	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Stebnicka Huta	STHS	49.417	21.244	534	LE3D	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Šrobárová	SRO	47.813	18.313	150	3x SKM-3	PCM	20	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED

Tab. 2.2.1. Národná sieť seizmických staníc - stav v roku 2009.



Obr. 2.2.1. Seizmické stanice na území Slovenska - stav v roku 2009.

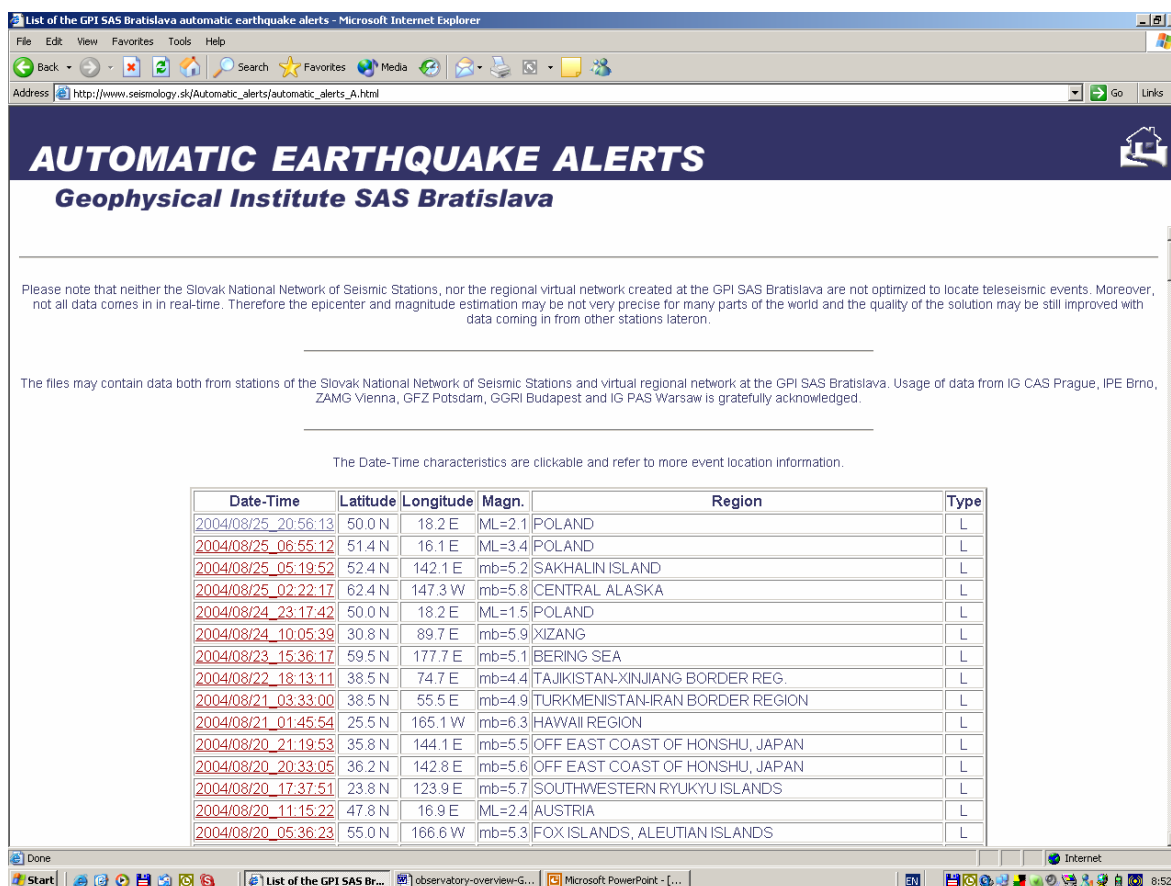
## 2.2.2 POZOROVANÉ UKAZOVATELE A METÓDY ICH VYHODNOTENIA

### Seizmometrické údaje

V rámci Monitorovania seizmických javov na území Slovenskej republiky je nepretržite meraná rýchlosť seizmického pohybu pôdy seizmometrami umiestnenými na stálych seizmických stanicach NSSS. Údaje zo seizmických staníc sú monitorované na GFÚ SAV, pracovníkmi oddelenia seizmológie – RNDr. Andrejom Cipciarom, Mgr. Luciou Fojtíkovou, Mgr. Petrom Franekom, Mgr. Erikom Bystrickým a Mgr. Miriam Kristekovou, PhD. Analýza zaznamenaných údajov je vykonávaná v dvojkrokovy:

1. automatická analýza a lokalizácia zemetrasení,
2. manuálna analýza a lokalizácia.

1. Automatická lokalizácia je v súčasnosti vykonávaná programovým balíkom AutoLoc 2.0 (GFZ Potsdam), ktorý bol nainštalovaný v dátovom centre GFÚ SAV v priebehu roku 2009. Prvá automatická lokalizácia je k dispozícii do 10 minút po vzniku zemetrasenia. Výsledky automatických lokalizácií sú dostupné na <http://www.seismology.sk> (Obr. 2.2.2.). Automatické lokalizácie sú posielané e-mailom do European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC), Úradu civilnej ochrany a na ďalšie vybrané e-mailové adresy.



**AUTOMATIC EARTHQUAKE ALERTS**  
**Geophysical Institute SAS Bratislava**

Please note that neither the Slovak National Network of Seismic Stations, nor the regional virtual network created at the GPI SAS Bratislava are not optimized to locate teleseismic events. Moreover, not all data comes in in real-time. Therefore the epicenter and magnitude estimation may be not very precise for many parts of the world and the quality of the solution may be still improved with data coming in from other stations lateron.

The files may contain data both from stations of the Slovak National Network of Seismic Stations and virtual regional network at the GPI SAS Bratislava. Usage of data from IG CAS Prague, IPE Brno, ZAMG Vienna, GFZ Potsdam, GGRI Budapest and IG PAS Warsaw is gratefully acknowledged.

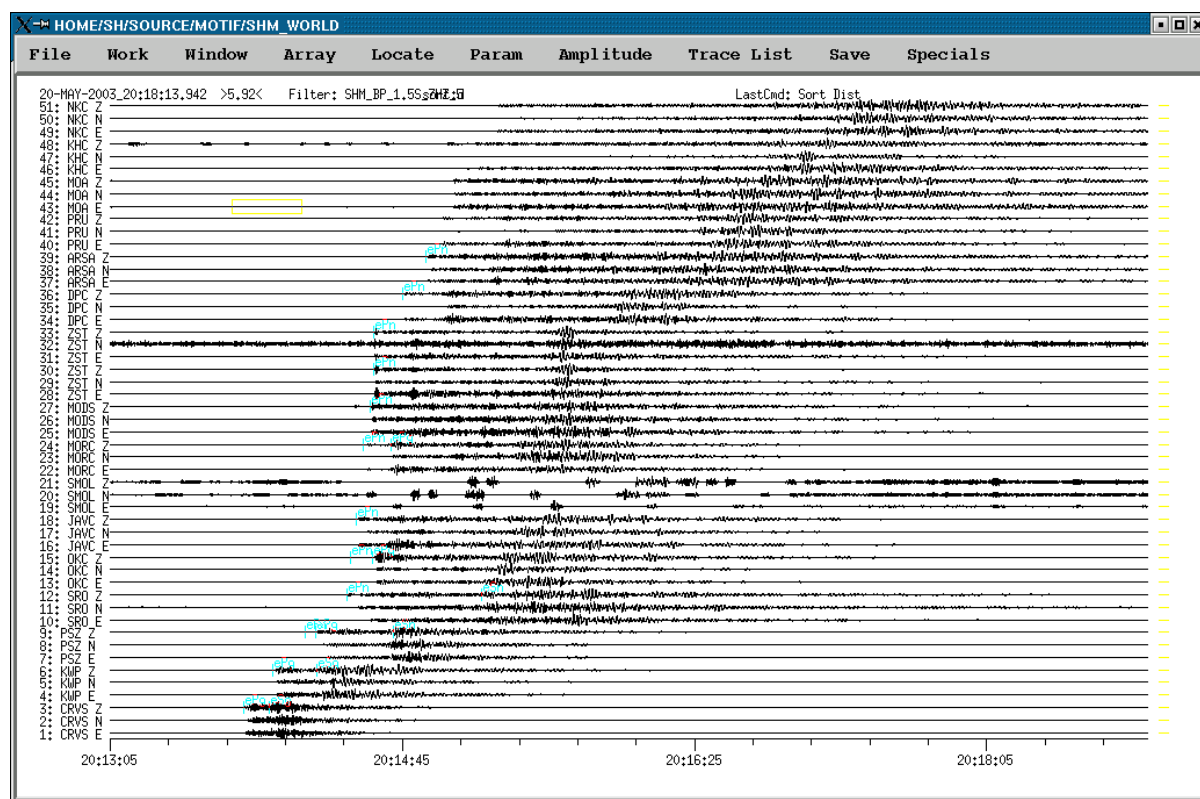
The Date-Time characteristics are clickable and refer to more event location information.

Date-Time	Latitude	Longitude	Magn.	Region	Type
<a href="#">2004/08/25_20:56:13</a>	50.0 N	18.2 E	ML=2.1	POLAND	L
<a href="#">2004/08/25_06:55:12</a>	51.4 N	16.1 E	ML=3.4	POLAND	L
<a href="#">2004/08/25_05:19:52</a>	52.4 N	142.1 E	mb=5.2	SAKHALIN ISLAND	L
<a href="#">2004/08/25_02:22:17</a>	62.4 N	147.3 W	mb=5.8	CENTRAL ALASKA	L
<a href="#">2004/08/24_23:17:42</a>	50.0 N	18.2 E	ML=1.5	POLAND	L
<a href="#">2004/08/24_10:05:39</a>	30.8 N	89.7 E	mb=5.9	XIZANG	L
<a href="#">2004/08/23_15:36:17</a>	59.5 N	177.7 E	mb=5.1	BERING SEA	L
<a href="#">2004/08/22_18:13:11</a>	38.5 N	74.7 E	mb=4.4	TAJKISTAN-XINJIANG BORDER REG.	L
<a href="#">2004/08/21_03:33:00</a>	38.5 N	55.5 E	mb=4.9	TURKMENISTAN-IRAN BORDER REGION	L
<a href="#">2004/08/21_01:45:54</a>	25.5 N	165.1 W	mb=6.3	HAWAII REGION	L
<a href="#">2004/08/20_21:19:53</a>	35.8 N	144.1 E	mb=5.5	OFF EAST COAST OF HONSHU, JAPAN	L
<a href="#">2004/08/20_20:33:05</a>	36.2 N	142.8 E	mb=5.6	OFF EAST COAST OF HONSHU, JAPAN	L
<a href="#">2004/08/20_17:37:51</a>	23.8 N	123.9 E	mb=5.7	SOUTHWESTERN RYUKYU ISLANDS	L
<a href="#">2004/08/20_11:15:22</a>	47.8 N	16.9 E	ML=2.4	AUSTRIA	L
<a href="#">2004/08/20_05:36:23</a>	55.0 N	166.6 W	mb=5.3	FOX ISLANDS, ALEUTIAN ISLANDS	L

Obr. 2.2.2. Výsledky automatických lokalizácií seizmických javov na <http://www.seismology.sk>

2. Manuálna analýza je vykonávaná softvarovým balíkom SeismicHandler (Obr. 2.2.3.). Pre každý seizmický jav sú určené časy príchodov jednotlivých druhov seizmických vln (fáz). Pre vybrané zemetrasenia sú určené amplitúdy a periódy vybraných fáz, vypočítané magnitúda

a vykonaná lokalizácia. Pokiaľ na vlastnú lokalizáciu nie je dostatok údajov, je poloha epicentra odhadnutá pomocou polarizačnej analýzy a výpočtu epicentrálnej vzdialenosti zo záznamu príslušnej seizmickej stanice alebo prevzatá z inej agentúry.



Obr. 2.2.3. Ukážka manuálnej interpretácie programom SeismicHandler.

### *Makroseizmické údaje*

Geofyzikálny ústav SAV zhromažďuje a analyzuje okrem seizmometrických údajov aj makroseizmické údaje o zemetraseniach. Makroseizmické údaje charakterizujú účinky zemetrasenia na ľuďoch, predmetoch, stavbách a prírode. Ak má zemetrasenie makroseizmické účinky na území Slovenska, GFÚ SAV rozosiela makroseizmické dotazníky tým občanom a inštitúciám, ktoré sa písomne alebo telefonicky prihlásili na výzvy zverejnené v masovokomunikačných prostriedkoch.

Údaje obsiahnuté v makroseizmických dotazníkoch a prípadné ďalšie údaje sú vyhodnocované podľa 12 stupňovej makroseizmickej stupnice EMS-98. Pre každú lokalitu, z ktorej sú dostupné makroseizmické údaje, je určená makroseizmická intenzita. Jednotlivé lokality - intenzitné body sú vykresľované v mapách. V prípade dostatočného počtu intenzitných bodov sú v mapách vykresľované aj izoseisty (čiary oddeľujúce oblasti s rôznou intenzitou).

### *Medzinárodná výmena údajov*

Geofyzikálny ústav SAV sa podieľa na štandardnej medzinárodnej výmene údajov zo seizmických staníc v rámci celosvetovej seizmickej siete. GFÚ SAV zasiela svoje lokalizácie a údaje zo svojich seizmických staníc, získava údaje zo seizmických staníc okolitých štátov a

rýchle predbežné, neskôr spresnené, lokalizácie väčších zemetrasení z medzinárodných centier. Získané údaje GFÚ SAV spätne využíva na ďalšiu analýzu seizmických záznamov zo slovenských staníc. Proces analýzy údajov o zemetrasení je teda interaktívny a iteratívny.

Do 10 minút po zaznamenaní seizmického javu sú posielané alert správy pre EMSC, ktoré obsahujú automatickú identifikáciu P vln, lokalizáciu zemetrasenia a vypočítané magnitúdo. Dvakrát týždenne je zasielaný z GFÚ SAV tzv. "seismo report" do medzinárodných centier "U.S. Geological Survey National Earthquake Information Center" (USGS NEIC, USA), "Centre Sismologique Euro-Méditerranéen (CSEM, Francúzsko) a 14 inštitúcií v iných európskych štátoch. "Seismo report" obsahuje časy príchodov identifikovaných fáz, amplitúdy a periódy vybraných fáz, lokálne magnitúda a predbežné epicentrálne vzdialenosti pre jednotlivé zaregistrované zemetrasenia. Na základe týchto informácií medzinárodné centrá vykonávajú predbežné rýchle lokalizácie zemetrasení, ktoré sú spätne zasielané do jednotlivých štátov. V národných centrách sú potom záznamy zemetrasení reinterpretované a spresnené údaje sú zasielané do medzinárodného centra "International Seismological Centre" (ISC, Veľká Británia) vo forme tzv. staničných mesačných bulletinov. Po spracovaní týchto údajov ISC vydáva tzv. mesačný bulletin ISC, ktorý obsahuje definitívne lokalizácie a údaje o zemetraseniach. Mesačný bulletin ISC je k dispozícii s cca 1.5 ročným oneskorením. Medzinárodná výmena údajov, ktorá zahŕňa interaktívny a iteratívny proces analýzy seizmických záznamov, je nutnou podmienkou globálneho i národného monitorovania zemetrasení.

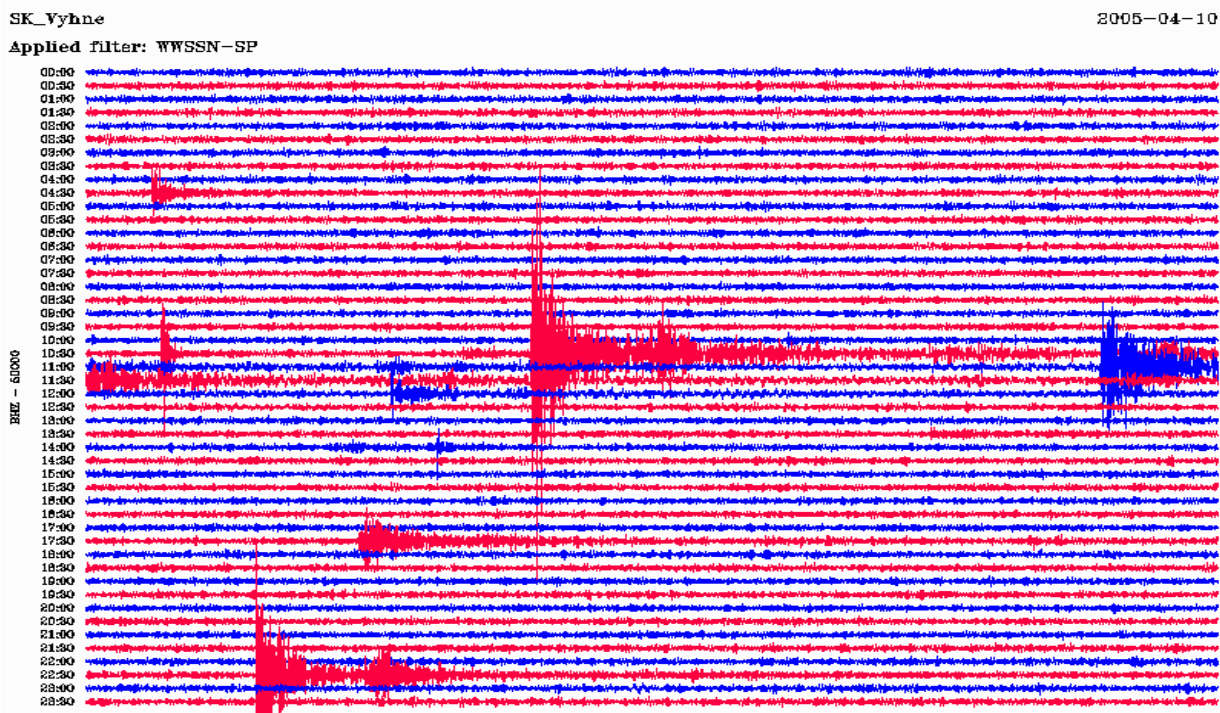
Okrem spomenutej štandardnej medzinárodnej výmeny údajov sú záznamy zo seizmických staníc poskytované v reálnom čase všetkým inštitúciám, ktoré poskytujú zaznamenané údaje v rámci Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV (viď kapitola 2.2.3) a taktiež medzinárodnému dátovému centru ORFEUS v Holandsku.

## 2.2.3 SPÔSOB A FREKVENCIA ZBERU ÚDAJOV

Na lokalitách seizmických staníc je pomocou seizmometrov nepretržite (100 alebo 20 Hz) meraná rýchlosť pohybu pôdy. Meraná rýchlosť pohybu pôdy je kontinuálne zaznamenávaná v digitálnej forme na hard disk staničného počítača a hard disk zberného počítača v dátovom centre GFÚ SAV. V súčasnosti je analógová registrácia v prevádzke jedine na seizmickej stanici HRB, kde je ako záznamové médium používaný začadený papier.

Kontinuálne záznamy zo všetkých seizmických staníc NSSS (okrem HRB) sú prenášané do dátového centra GFÚ SAV okamžite, v tzv. real-time režime (pomocou telemetrie, dátového prenosu cez Internet alebo pomocou satelitného spojenia). Pomocou telemetrie sú zaznamenané údaje zo stanice ZST, pomocou internetového spojenia zo stanice MODS a pomocou satelitného spojenia zo staníc SRO, SRO1, SRO2, CRVS, LIKS, KECS, VYHS, KOLS, STHS.

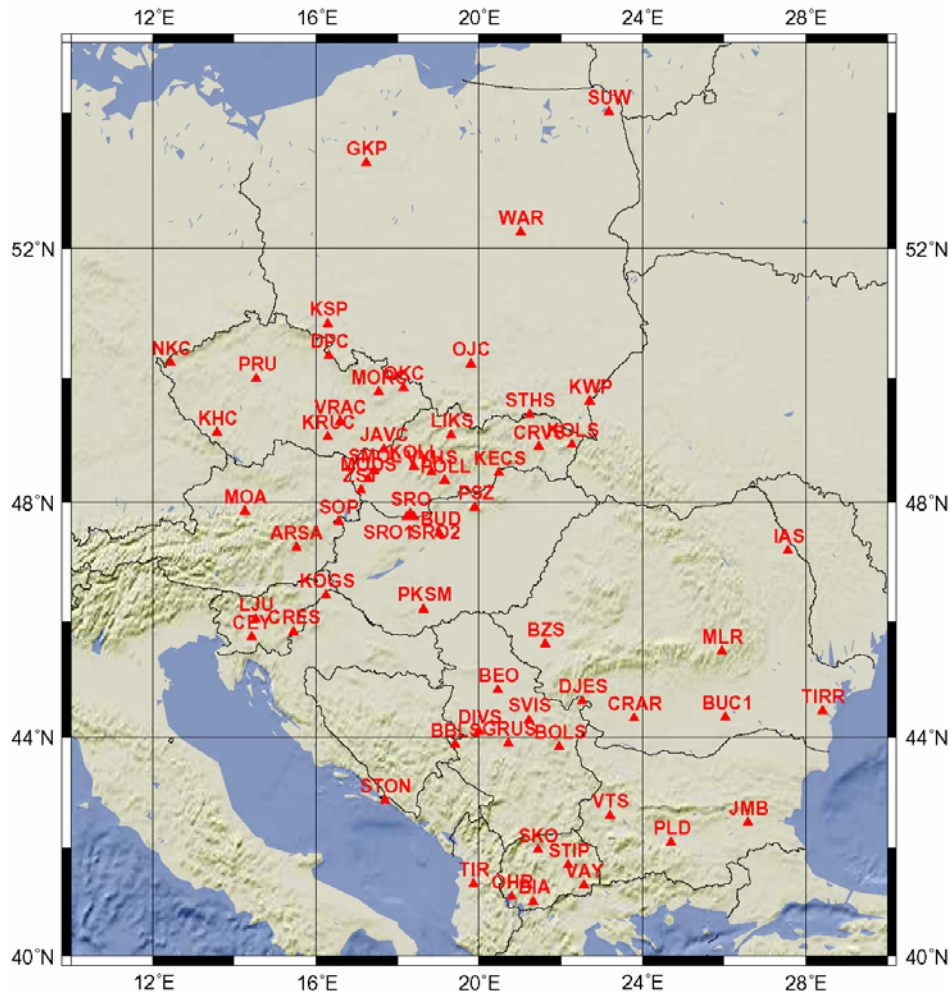
Stav zberu údajov a živé seizmogramy zo staníc NSSS a stanice Smolenice (ktorá patrí do lokálnej siete seizmických staníc prevádzkovej spoločnosťou Progseis) sú pre verejnosť k dispozícii na stránke <http://www.seismology.sk>. Na tejto stránke sú k dispozícii aj archívne záznamy zo seizmických staníc pre posledných 30 dní. Počet návštev stránky <http://www.seismology.sk> v roku 2009 bol približne 21200, počet návštev web stránky od jej uvedenia do prevádzky v roku 2004 do konca roku 2009 bol približne 165000. Ukážka archívneho záznamu zo stanice VYHS je na Obr. 2.2.4.



Obr. 2.2.4. Príklad živých seizmogramov.

Okrem zaznamenaných údajov zo seizmických staníc NSSS sú do dátového centra GFÚ SAV prenášané aj údaje zo seizmických staníc spolupracujúcich inštitúcií krajín strednej a juhovýchodnej Európy - Česká republika, Poľsko, Rakúsko, Maďarsko, Bulharsko, Rumunsko, Albánsko, Chorvátsko, Srbsko, Slovinsko, Macedónsko. V období 2003-2008 to bolo cca 80 seizmických staníc (11 staníc národnej siete a cca 70 staníc spolupracujúcich inštitúcií), ktoré tvorili Virtuálnu sieť seizmických staníc GFÚ SAV znázornenú na

Obr. 2.2.5. V roku 2009 bol počet seizmických staníc virtuálnej siete využívaných v každodennej analýze redukovaný ako dôsledok zmeny priorit seizmického monitoringu. V súčasnosti z Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV využívame 62 seizmických staníc v bližšom regióne Slovenska.



Obr. 2.2.5. Seizmické stanice Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV.

## 2.2.4 VÝSLEDKY MONITOROVANIA

Seizmické stanice NSSS v období od 1.1.2009 do 31.12.2009 zaznamenali celkom 4990 zemetrasení a priemyselných explózií. Seizmometricky lokalizovaných bolo 87 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo v roku 2009 na území Slovenska pozorovaných 6 zemetrasení.

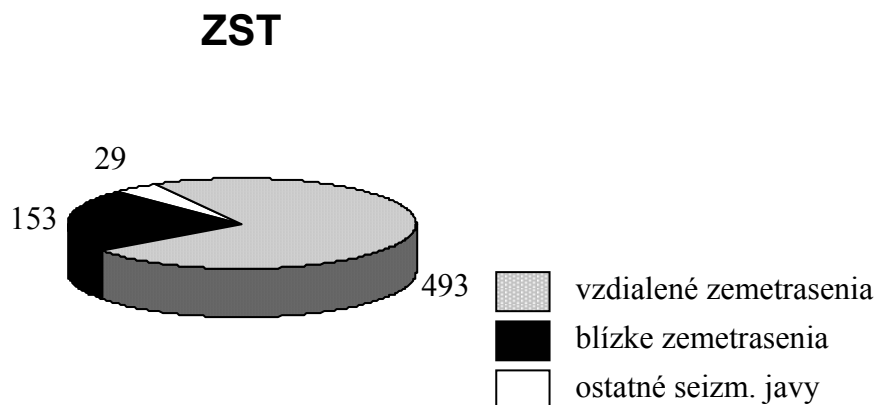
Lokality merania sú dané polohami seizmických staníc NSSS. V kapitole 2.2.4 budú postupne zhodnotené jednotlivé lokality merania aj NSSS ako celok. Na záver kapitoly budú prezentované najdôležitejšie výsledky seizmického monitorovania - údaje o seizmometricky lokalizovaných zemetraseniach v záujmovej oblasti Slovenskej republiky a makroseizmicky pozorovaných zemetraseniach na území Slovenska.

V jednotlivých častiach budú uvedené podrobne údaje pre rok 2009 a stručne spomenuté údaje pre roky 2002-2008. Viac informácií pre tieto roky je možné nájsť v jednotlivých ročných správach.

### 2.2.4.1 Seizmická stanica Železná studnička (ZST)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica ZST 675 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je na Obr. 2.2.6.

Ako vzdialené zemetrasenia sú označované zemetrasenia s epicentrálnou vzdialenosťou  $\Delta > 10^\circ$ . Blízke zemetrasenia sú zemetrasenia s epicentrálnou vzdialenosťou  $\Delta \leq 10^\circ$ . Do skupiny ostatných seizmických javov patria identifikované priemyselné explózie, pravdepodobne explózie a seizmické javy s neurčenými epicentrálnymi parametrami.



**Obr. 2.2.6.** Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou ZST v období 1.1.-31.12.2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou ZST počas jednotlivých mesiacov roku 2009 sú uvedené v Tab. 2.2.2. V mesiacoch marec, november-december sa na stanici vyskytli technické problémy, najmä s prenosom zaznamenaných údajov.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	62	27	2	91
Február	13	7	1	21
Marec	0	0	0	0
Apríl	31	11	1	43
Máj	83	44	3	130
Jún	81	20	4	105
Júl	42	14	2	58
August	76	11	2	89
September	40	12	11	63
Október	64	7	3	74
November	1	0	0	1
December	0	0	0	0

**Tab. 2.2.2.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou ZST v roku 2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou ZST v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.3.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002	750	306	418	1474
2003	868	393	438	1699
2004	1183	368	208	1759
2005	1546	265	207	2021
2006	1210	382	228	1820
2007	1327	373	181	1881
2008	898	312	59	1269
2009	493	153	29	675

**Tab. 2.2.3.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou ZST v období 2002-2009.

Seizmická stanica ZST je v prevádzke počas celého obdobia 2002-2009. Vybavená je krátkoperiodickými seizmometrami SM-3 a širokopásmovými seizmometrami SKD. So seizmometrami umiestnenými v špeciálnej štôlni vybudovanej na tento účel a telemetrickým prenosom údajov (od roku 1989) do spracovateľskej centrály bola dlhý čas najlepšou seizmickou stanicou na území Slovenska. Až v roku 2004 v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS po inštalovaní širokopásmových seizmometrov STS 2 (ktoré sú modernejšie a kvalitnejšie ako prístroje SKD) a vybudovaní satelitného spojenia modernizovaných a nových seizmických staníc s analyzačnou centrálou sa pred ňu postupne dostávajú stanice VYHS, CRVS, KOLS, KECS, STHS.

V roku 2009 sa na stanici vyskytli viaceré technické problémy, súvisiace najmä so zastaraným telemetrickým systémom prenosu údajov. Koncom roku 2009 prestal prenos údajov fungovať úplne a bude ho treba nahradiť modernejšou technológiou.

### 2.2.4.2 Seizmická stanica Modra (MODS)

Seizmická stanica MODS bola v roku 2009 kvôli pretrvávajúcim technickým problémom (seizmometer, prenos údajov) mimo prevádzky.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou MODS v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.4.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002	126	256	134	516
2003	242	247	134	623
2004	238	110	53	401
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	1362	642	292	2296
2008	248	125	30	403
2009	0	0	0	0

**Tab. 2.2.4.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou MODS v období 2002-2009.

Seizmická stanica MODS je v prevádzke počas celého obdobia 2002-2009. Seizmometer je umiestnený v špeciálnych priestoroch areálu astronomického observatória Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK s internetovým spojením s analyzáčnou centrárou v Bratislave. Nevýhodou stanice bolo, že počas jarných mesiacov pri výraznom zvýšení hladiny podzemnej vody, bývala miestnosť so seizmometrom zaplavovaná vodou. Seizmická stanica bola preto vybavená vodotesným krytom, ktorý však nemal 100 % účinnosť. V rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS bol v roku 2002 vybudovaný nový vodotesný kryt a nový zvýšený inštalačný pilier. Následne boli na stanici nainštalované širokopásmové seizmometre SKD a v auguste 2002 spustená kontinuálne registrácia. Koncom roku 2004 začali na seizmickej stanici MODS technické problémy. Po dlhom hľadaní riešenia bolo rozhodnuté o výmene seizmometra. Na jeseň 2006 bol na stanici nainštalovaný širokopásmový seizmometer STS-2, ktorý bol dokonca roku 2006 v skúšobnej prevádzke. V roku 2008 sa na tejto stanici opakovane vyskytli problémy so seizmometrom a zároveň aj s prenosom údajov, ktoré boli koncom roku 2008 riešené zaslaním seizmometra STS-2 výrobcovi na opravu. Seizmická stanica je veľmi citlivá na prepätia vznikajúce pri búrkovej činnosti a pred jej opätovným uvedením do prevádzky je preto potrebné zabezpečiť opatrenia znižujúce riziko poškodenia prístrojového vybavenia počas búrok.

### 2.2.4.3 Seizmická stanica Hurbanovo (HRB)

Seizmická stanica HRB je najstaršou stanicou na území Slovenska - registruje už od roku 1902. Má historický, avšak stále aj vecný význam. Javy, zaznamenané touto stanicou sú však interpretované len vo výnimočných prípadoch.

Za obdobie 2002-2009 nebol interpretovaný žiadny záznam zo seizmickej stanice HRB.

#### 2.2.4.4 Seizmická stanica a Šrobárová (SRO)

Seizmická stanica SRO bola v roku 2009 kvôli pretrvávajúcim technickým problémom mimo prevádzky.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou SRO v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.5.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002	23	17	86	126
2003	206	38	24	268
2004	458	80	11	549
2005	519	85	15	619
2006	256	45	20	321
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0	0	0	0

**Tab. 2.2.5.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou SRO v období 2002-2009.

Seizmická stanica SRO je v prevádzke počas celého obdobia 2002-2009. Je vybavená krátkoperiodickými seizmometrami SKM-3. V rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS bol v roku zriadený satelitný prenos údajov do analyzačnej centrály a telemetrické spojenie so seizmickými stanicami SRO1 a SRO2. Údaje z týchto staníc sa teda telemetriou prenášali na seizmickú stanicu SRO a odtiaľ satelitným prenosom do analyzačnej centrály v Bratislave. Koncom roku 2006 začali opakované technické problémy dlhodobého charakteru súvisiace so zastaraným zberným systémom PCM. Tento bude treba nahradiť modernejším systémom SEMS (viď Tab. 2.2.1). K podobnej zámene zberného systému bude potrebné pristúpiť aj na seizmických stanicách SRO1 a SRO2.

#### 2.2.4.5 Seizmická stanice Iža (SRO1)

Seizmická stanice SRO1 bola v roku 2009 kvôli pretrvávajúcim technickým problémom mimo prevádzky.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou SRO v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.6.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003				
2004	56	17	3	76
2005	271	50	15	336
2006	168	35	13	216
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0	0	0	0

**Tab. 2.2.6.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou SRO1 v období 2002-2009.

Seizmická stanica SRO1 bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky v októbri 2004. Stanica je vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a telemetrickým prenosom údajov na stanicu SRO. Spolu s problémami so seizmickou stanicou SRO koncom roku 2006 začali problémy aj so seizmickou stanicou SRO1. Na jar 2009 bola seizmická stanica poškodená (spadnutá bídka, potrhané oplotenie) a následne vykradnutá. Potrebné stavebné práce boli vykonané na jeseň 2009 a inštalácia novej technológie je naplánovaná na rok 2010 po zabezpečení stanice pred opakovaným vandalizmom.

#### 2.2.4.6 Seizmická stanice Moča (SRO2)

Seizmická stanice SRO2 bola v roku 2009 kvôli pretrvávajúcim technickým problémom mimo prevádzky.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou SRO v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.7.

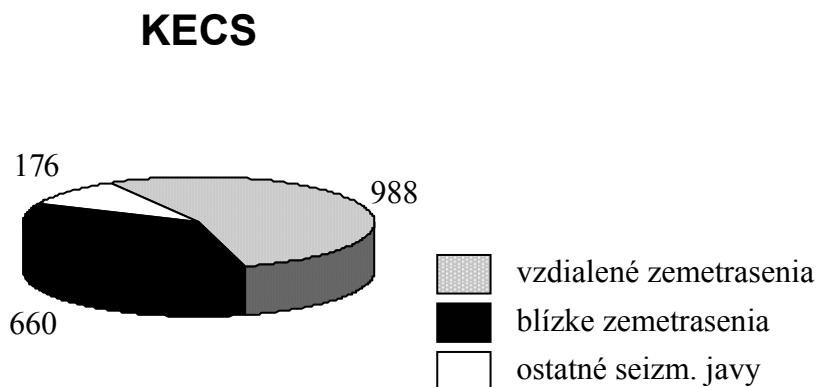
Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003				
2004	95	17	3	115
2005	205	43	5	253
2006	132	33	8	173
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0	0	0	0

**Tab. 2.2.7.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou SRO1 v období 2002-2009.

Seizmická stanica SRO2 bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky v septembri 2004. Stanica je vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a telemetrickým prenosom údajov na stanicu SRO. Spolu s problémami so seizmickou stanicou SRO koncom roku 2006 začali problémy aj so seizmickou stanicou SRO2. Pravdepodobne bude potrebné nahradiť starý zberný systém PCM modernejším systémom SEMS na všetkých seizmických staniach Šrobárovskej siete (SRO, SRO1, SRO2).

### 2.2.4.7 Seizmická stanica Kečovo (KECS)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica KECS 1824 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je na Obr. 2.2.7.



**Obr. 2.2.7.** Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KECS v období 1.1.-31.12.2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KECS počas jednotlivých mesiacov roku 2009 sú uvedené v Tab. 2.2.8. Počas mesiacov február-máj bola seizmická stanica KECS kvôli technickým problémom mimo prevádzky.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	65	51	7	123
Február	0	0	0	0
Marec	0	0	0	0
Apríl	0	0	0	0
Máj	24	30	3	57
Jún	131	106	29	266
Júl	176	119	18	313
August	218	114	40	372
September	160	132	57	349
Október	91	40	16	147
November	97	53	5	155
December	26	15	1	42

**Tab. 2.2.8.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KECS v roku 2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KECS v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.9.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003	48	9	4	61
2004	575	127	101	803
2005	1471	766	351	2588
2006	1820	1353	532	3705
2007	1314	866	328	2508
2008	1571	1050	258	2879
2009	988	660	176	1824

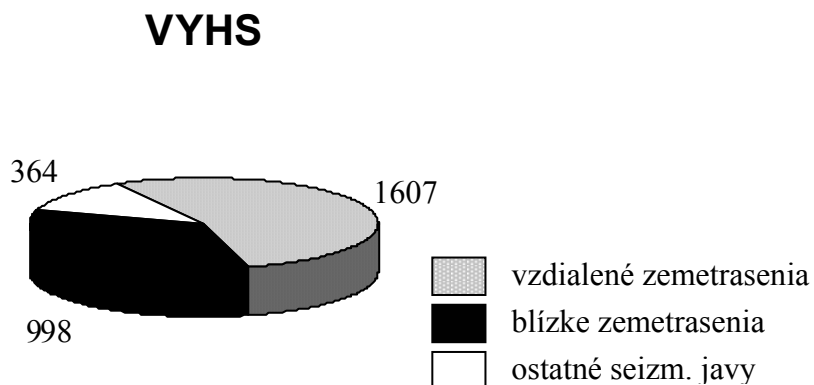
**Tab. 2.2.9.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KECS v období 2002-2009.

Seizmická stanica KECS bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky v decembri 2003. Stanica je vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a satelitným prenosom údajov do analyzačnej centrály v Bratislave. Stanica sa rýchlo zaradila medzi najlepšie krátkoperiodické seizmické stanice na území Slovenska a až do roku 2009 fungovala prakticky bez väčších technických problémov.

V roku 2009 sa na stanici vyskytli technické problémy (február-máj, december) súvisiace s opotrebovanosťou staničného počítača. Staničné počítače (obvykle bežné PC so špeciálnym operačným systémom) sú v nepretržitej prevádzke v terénnych podmienkach už vyše 5 rokov a preto sa podobné problémy môžu postupne prejavovať aj na ďalších staničiach NSSS.

## 2.2.4.8 Seizmická stanica Vyhne (VYHS)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica VYHS 2969 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je na Obr. 2.2.8.



**Obr. 2.2.8.** Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou VYHS v období 1.1.-31.12.2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou VYHS počas jednotlivých mesiacov roku 2009 sú uvedené v Tab. 2.2.10. Počas mesiacov október-december bola seizmická stanica VYHS kvôli problémom s prenosom zaznamenaných údajov mimo prevádzky.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	178	139	32	349
Február	162	67	29	258
Marec	226	94	24	344
Apríl	245	139	48	432
Máj	172	103	66	341
Jún	175	114	54	343
Júl	200	143	53	396
August	155	81	33	269
September	94	118	25	237
Október	0	0	0	0
November	0	0	0	0
Decemberr	0	0	0	0

**Tab. 2.2.10.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou VYHS v roku 2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou VYHS v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.11.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002	17	51	41	109
2003	83	131	93	307
2004	1471	804	290	2565
2005	2085	1393	605	4083
2006	1892	1637	722	4251
2007	1985	1667	646	4298
2008	2146	1781	329	4256
2009	1607	998	364	2969

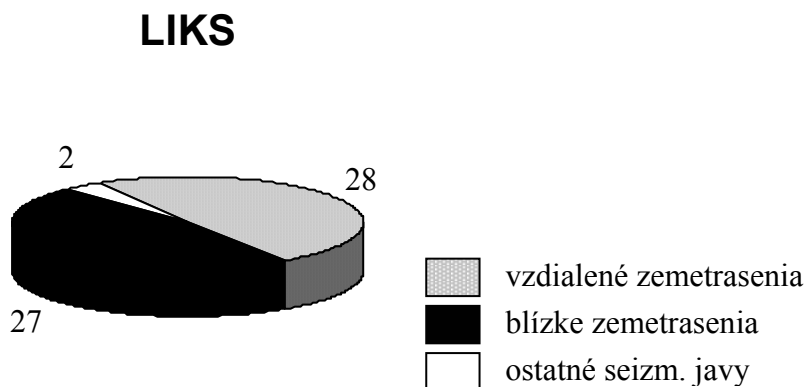
**Tab. 2.2.11.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou VYHS v období 2002-2009.

Seizmická stanica VYHS je v prevádzke počas celého obdobia 2002-2009. V rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS bol na stanici v roku 2003 nainštalovaný širokopásmový seizmometer STS 2 a zriadený satelitný prenos zaznamenaných údajov do analyzačnej centrály v Bratislave. Seizmická stanica VYHS je od roku 2004 najlepšou seizmickou stanicou na území Slovenska.

Koncom roku 2009 (október-december) sa na stanici vyskytli problémy so satelitným prenosom údajov. Zmenou pozície komunikačného satelitu sme so stanicu stratili spojenie a bolo treba hľadať alternatívne možnosti prenosu zaznamenaných údajov.

### 2.2.4.9 Seizmická stanica Likavka (LIKS)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica LIKS 57 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je na Obr. 2.2.9.



**Obr. 2.2.9.** Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou LIKS v období 1.1.-31.12.2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou LIKS počas jednotlivých mesiacov roku 2009 sú uvedené v Tab. 2.2.12. Kvôli vysokému technogénemu šumu na seizmickej stanici LIKS sa zaznamenané údaje v apríli 2009 prestali interpretovať a stanica sa ponechala v prevádzke len pre prípad silného blízkeho zemetrasenia. Seizmická stanica LIKS bude v roku 2010 presunutá na novú lokalitu.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkeho zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	10	14	1	25
Február	8	2	1	11
Marec	5	6	0	11
Apríl	5	5	0	10
Máj	0	0	0	0
Jún	0	0	0	0
Júl	0	0	0	0
August	0	0	0	0
September	0	0	0	0
Október	0	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

**Tab. 2.2.12.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou LIKS v roku 2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou LIKS v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.13.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003				
2004	121	165	23	309
2005	130	217	39	386
2006	219	126	20	365
2007	89	68	12	169
2008	147	84	8	239
2009	28	27	2	57

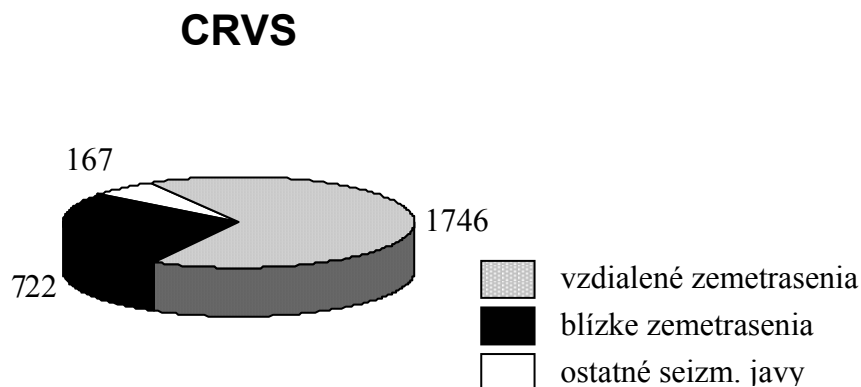
**Tab. 2.2.13.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou LIKS v období 2002-2009.

Seizmická stanica LIKS bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky vo februári 2004. Stanica je vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a satelitným prenosom údajov do analyzačnej centrály v Bratislave.

Od roku 2007 sa na stanici začal výrazne zhoršovať technogénny šum a záznamy zo stanice LIKS sa stávali čoraz ťažšie interpretovateľné. V roku 2009 sa záznamy zo stanice LIKS interpretovali len vo výnimočných prípadoch a bolo rozhodnuté premiestniť stanicu na inú lokalitu. Vybraná bola lokalita v obci Liptovská Anna, kde boli v roku 2009 vykonané stavebné a prípravné inštalačné práce. Premiestnenie seizmickej stanice LIKS na novú lokalitu do Liptovskej Anny a spustenie registrácie je naplánované na jar roku 2010.

### 2.2.4.10 Seizmická stanica Červenica (CRVS)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica CRVS 2635 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je na Obr. 2.2.10.



**Obr. 2.2.10.** Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou CRVS v období 1.1.-31.12.2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou CRVS počas jednotlivých mesiacov roku 2009 sú uvedené v Tab. 2.2.14.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	141	77	15	233
Február	167	47	18	232
Marec	173	49	9	231
Apríl	221	90	26	337
Máj	170	83	22	275
Jún	177	83	17	277
Júl	17	4	1	22
August	248	85	20	353
September	137	76	20	233
Október	51	15	7	73
November	128	53	9	190
December	116	60	3	179

**Tab. 2.2.14.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou CRVS v roku 2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou CRVS v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.15.

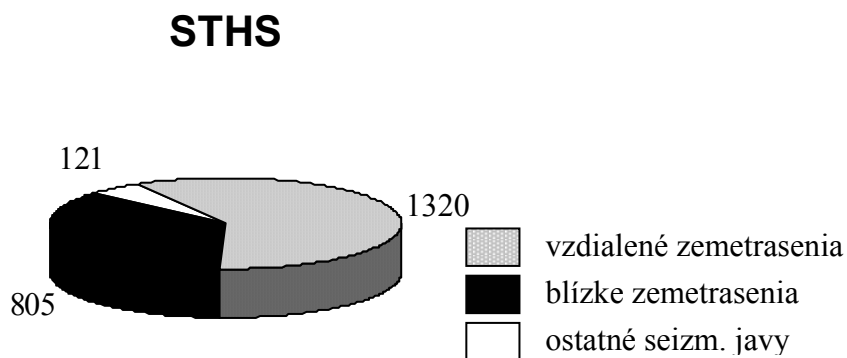
Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003	146	47	10	203
2004	1291	445	124	1860
2005	1630	715	233	2578
2006	1224	886	296	2406
2007	1613	724	252	2589
2008	1574	667	170	2411
2009	1746	722	167	2635

**Tab. 2.2.15.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou CRVS v období 2002-2009.

Seizmická stanica CRVS bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky v máji 2003. Stanica bola vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a satelitným prenosom údajov do analyzačnej centrály v Bratislave. V roku 2004 bol krátkoperiodický seizmometer LE3D nahradený širokopásmovým seizmometrom STS-2. Stanica funguje až do súčasnosti bez väčších technických problémov.

### 2.2.4.11 Seizmická stanica Stebnícka huta (STHS)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica STHS 2246 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je na Obr. 2.2.11.



**Obr. 2.2.11.** Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou STHS v období 1.1.-31.12.2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou STHS počas jednotlivých mesiacov roku 2009 sú uvedené v Tab. 2.2.16. Počas mesiacov február-apríl bola seizmická stanica STHS kvôli technickým problémom mimo prevádzky.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	103	98	7	208
Február	0	0	0	0
Marec	0	0	0	0
Apríl	0	0	0	0
Máj	27	30	3	60
Jún	146	80	17	243
Júl	176	119	16	311
August	211	100	15	326
September	165	120	27	312
Október	255	84	23	362
November	128	79	7	214
December	109	95	6	210

**Tab. 2.2.16.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou STHS v roku 2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou STHS v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.17.

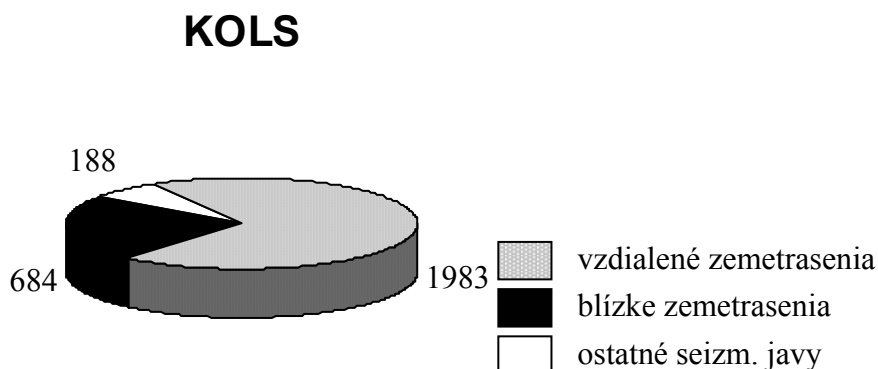
Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003				
2004				
2005	926	599	165	1690
2006	1854	1606	401	3861
2007	1853	1400	296	3549
2008	1665	1109	118	2892
2009	1320	805	121	2246

**Tab. 2.2.17.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou STHS v období 2002-2009.

Seizmická stanica STHS bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS v decembri 2004. Po počiatkových problémoch a skúšobnej prevádzke bola uvedená do prevádzky v júli 2005. Stanica je vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a satelitným prenosom údajov do analyzátnej centrály v Bratislave. Vďaka dobrým registračným podmienkam a svojej geografickej polohe, ktorá jej umožňuje zaznamenávať banské otrasy z oblasti Ostravy a Sliezska (často zaznamenané len na stanicách VYHS a STHS) je táto seizmická stanica spolu so stanicou KECS najlepšou krátkoperiodickou seizmickou stanicou. Stanica funguje až do súčasnosti bez väčších technických problémov.

### 2.2.4.12 Seizmická stanica Kolonické sedlo (KOLS)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica KOLS 2855 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je na Obr. 2.2.12.



**Obr. 2.2.12.** Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KOLS v období 1.1.-31.12.2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KOLS počas jednotlivých mesiacov roku 2008 sú uvedené v Tab. 2.2.18.

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	90	57	17	164
Február	151	38	12	201
Marec	179	52	6	237
Apríl	205	78	22	305
Máj	163	76	16	255
Jún	151	64	12	227
Júl	178	55	19	252
August	238	65	19	322
September	160	63	18	241
Október	205	41	27	273
November	153	52	13	218
December	110	43	7	160

**Tab. 2.2.18.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KOLS v roku 2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KOLS v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.19.

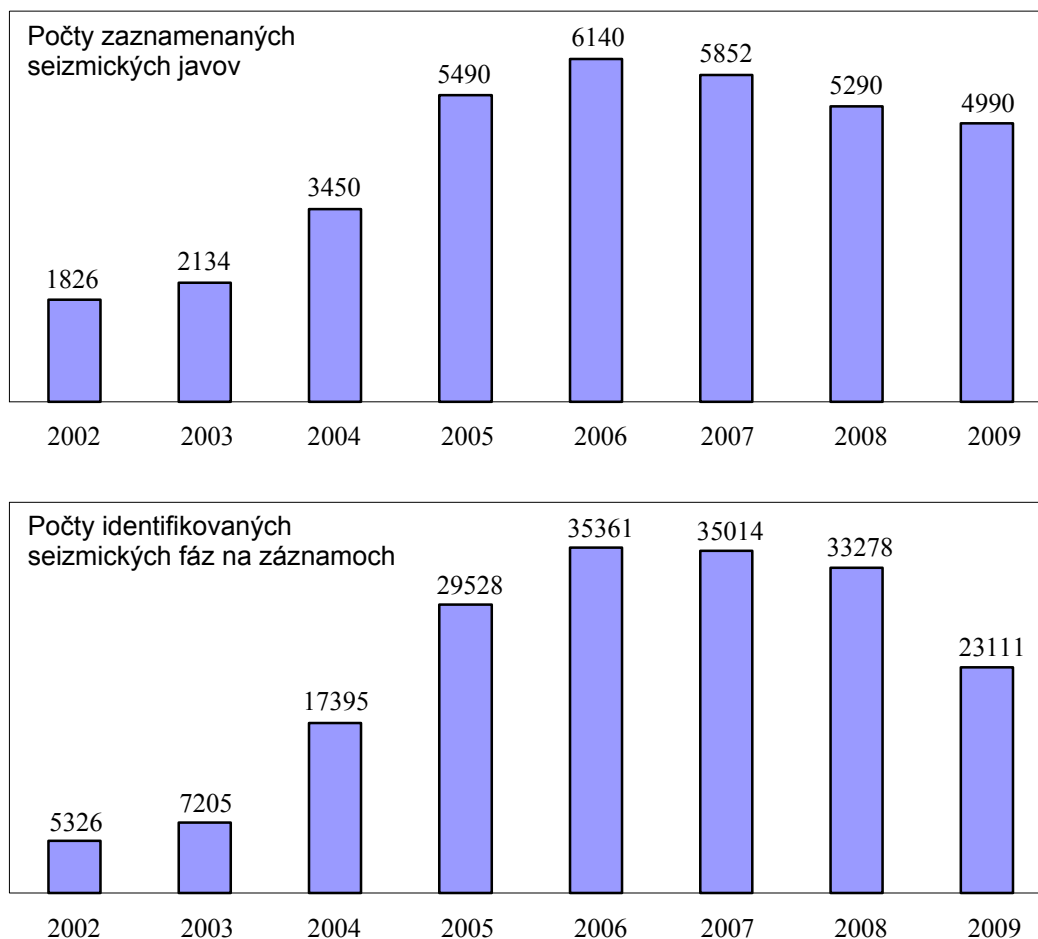
Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003				
2004	669	219	68	866
2005	2018	521	177	2716
2006	1670	579	256	2505
2007	1810	487	200	2497
2008	1517	464	74	2055
2009	1983	684	188	2855

**Tab. 2.2.19.** Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KOLS v období 2002-2009.

Seizmická stanica KOLS bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky v septembri 2004. Stanica bola vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a satelitným prenosom údajov do analyzačnej centrály v Bratislave. V roku 2006 bol krátkoperiodický seizmometer LE3D nahradený širokopásmovým seizmometrom STS-2. Stanica funguje až do súčasnosti bez väčších technických problémov.

### 2.2.4.13 Národná sieť seizmických staníc v období 2002-2009

Citlivosť NSSS je možné charakterizovať napr. počtom zaznamenaných seizmických javov (zemetrasení a priemyselných explózií) a počtom identifikovaných seizmických fáz na záznamoch. Porovnanie týchto údajov v rokoch 2002-2009 je na Obr. 2.2.13.



Obr. 2.2.13. Počty zaznamenaných seizmických javov a identifikovaných fáz na záznamoch zo staníc NSSS.

Na prvý pohľad je vidno markantný rozdiel v sledovaných ukazovateľoch medzi obdobiami 2001-2004 a 2005-2008. Súvisí to s realizáciou projektu Modernizáciou a doplnením NSSS (2001-2004) a následným zlepšením analyzačných postupov. Od júla 2005 (keď bola uvedená do prevádzky stanica STHS) boli v prevádzke prakticky všetky stanice NSSS. Ak porovnáme roky 2004 a 2005, pri cca 15% náraste počtu zaznamenaných seizmických javov stanicou ZST (1759 v roku 2004 a 2021 v roku 2005) pozorujeme až cca 60% nárast celkového počtu zaznamenaných seizmických javov stanicami NSSS.

V období 2005-2009 sa počet zaznamenaných seizmických javov drží približne na rovnakej úrovni s miernym poklesom v rokoch 2008 a 2009. Tento pokles je spôsobený posunom priorít seizmického monitorovania (najmä pri analýze seizmických záznamov). V roku 2008 bolo oddelenie seizmológie výrazne personálne oslabené a pri nezmenených prioritách by nebolo možné plniť ostatné vedecko-výskumné povinnosti. Prioritnou úlohou zostáva monitorovanie lokálnych a regionálnych zemetrasení, význam monitoringu vzdialených zemetrasení bol znížený. Zmena konfigurácie virtuálnej siete (zníženie počtu

staníc a zmenšenie polomeru) viedla k nižšej schopnosti lokalizovať vzdialené zemetrasenia. Tieto zmeny sa samozrejme prejavili aj v počte identifikovaných seizmických fáz na záznamoch.

Počet zaznamenaných seizmických javov a počet identifikovaných seizmických fáz na záznamoch charakterizovali NSSS ako celok. V Tab. 2.2.20 sú uvedené priemerné počty zaznamenaných seizmických javov za mesiac na jednotlivých stanicach NSSS. Seizmické stanice sú rozdelené na širokopásmové a krátkoperiodické podľa toho, aký typ seizmometra je na stanici nainštalovaný v súčasnosti.

	širokopásmové seizmické stanice					krátkoperiodické seizmické stanice					
	VYHS	CRVS	KOLS	ZST	MODS	STHS	KECS	LIKS	SRO	SRO1	SRO2
2002	10			123	43				18		
2003	31	102		142	52		61		34		
2004	214	155	217	147	80		67	28	46	25	38
2005	340	258	226	168	-	282	216	32	52	28	21
2006	354	201	209	152	-	322	309	30	46	31	25
2007	358	235	208	157	191	296	251	21	-	-	-
2008	355	219	206	106	81	241	240	24	-	-	-
2009	330	220	238	84	-	250	203	14	-	-	-

**Tab. 2.2.20.** Priemerné počty zaznamenaných seizmických javov za mesiac na jednotlivých stanicach NSSS v období 2002-2009.

Do realizácie projektu Modernizácie a doplnenia NSSS bola dlhodobo najlepšou seizmickou stanicou ZST, ktorá bola ako jediná vybavená širokopásmovými seizmometrami SKD. Po úspešnej realizácii projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a zriadení ďalších širokopásmových seizmických staníc (VYHS, CRVS, KOLS) vybavených modernými širokopásmovými seizmometrami STS2 sa tieto stanice dostávajú pred ZST a udržiavajú si pomerne vysoký štandard citlivosti. Najcitlivejšia z nich je seizmická stanica VYHS, kde je seizmometer umiestnený v starej štólne a teda má pomerne dobré registračné podmienky. Navyše vďaka geografickej polohe je na nej zaznamenaných mnoho bankských otrasov z oblasti Sliezska a Ostravy. Zo širokopásmových seizmických staníc najmenej zemetrasení bolo zaznamenaných stanicou MODS. Na tejto stanici sa opakovane vyskytovali stavebno-technické problémy (vytápanie štólne so seizmometrom, problémy s prenosom zaznamenaných údajov, technické problémy so seizmometrom). Po nainštalovaní širokopásmového seizmometra STS2 v roku 2006 je vidno dočasné zlepšenie stanice. Seizmická stanica je veľmi citlivá na prepätia vznikajúce pri búrkovej činnosti, čo pravdepodobne spôsobilo opätovné problémy so seizmometrom v roku 2008, ktoré pretrvávajú aj v roku 2009. Seizmická stanica MODS je dôležitá najmä pri identifikovaní seizmických javov a priemyselných explózií z oblasti Malých Karpát.

Zo seizmických staníc vybavených krátkoperiodickými prístrojmi sa najhoršie javia stanice SRO, SRO1 a SRO2. Tieto stanice sú umiestnené v oblasti, kde bolo kvôli geologickej stavbe regiónu takmer nemožné nájsť dobré registračné podmienky. Napriek tomu je však dôležité mať seizmické stanice aj v tejto oblasti a monitorovať ohniskovú zónu Komárno. Navyše

v poslednom období majú tieto stanice problémy s prenosom zaznamenaných údajov. Seizmická stanica LIKS je umiestnená v záhrade rodinného domu a ukázalo sa, že kvôli zvyšujúcemu sa technogénnemu šumu sa lokalita stala nevyhovujúcou. V roku 2010 bude stanica LIKS presunutá na vyhovujúcejšiu lokalitu v oblasti severného Slovenska. Najcitlivejšou krátkoperiodickou stanicou NSSS je STHS. Podobne ako v prípade VYHS, vďaka geografickej polohe je na nej zaznamenaných mnoho banských otrasov z oblasti Sliezska a Ostravy. Takmer rovnaký priemerný počet zaznamenaných seizmických javov za mesiac je aj na seizmickej stanici KECS. Výrazný podiel na tomto počte v prípade stanice KECS má blízkosť veľkých aktívnych dobývacích priestorov, najmä lomov Včeláre a Gombasek.

## 2.2.4.14 Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky

Národná sieť seizmických staníc je vybudovaná tak, aby bolo možné na základe záznamov zo seizmických staníc lokalizovať každé zemetrasenie ktoré bolo makroseizmicky pozorované (účinky na objektoch, stavbách, ľuďoch a prírode) na území Slovenska. Pri lokalizácii na základe záznamov zo seizmických staníc hovoríme o seizmometrickej lokalizácii. Okrem makroseizmicky pozorovaných zemetrasení sú pri dostatku záznamov seizmometricky lokalizované aj slabšie zemetrasenia, ktoré sa makroseizmicky neprejavili. Pri seizmometrickej lokalizácii sú využívané údaje nielen zo seizmických staníc NSSS, ale aj z ostatných staníc Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV.

### 2.2.4.14.1 Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v roku 2009 s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky

V roku 2009 bolo na základe záznamov seizmických staníc NSSS seizmometricky lokalizovaných 87 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Parametre týchto zemetrasení boli určené na základe interpretácií seizmických záznamov zo staníc NSSS a ďalších staníc Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV využitím softvérového balíka SeismicHandler. Výsledné parametre sú uvedené v nasledovnom stručnom prehľade. Interpretácie záznamov zo seizmických staníc NSSS (určené seizmické fázy, časy príchodov a epicentrálna vzdialenosť pre danú seizmickú stanicu) sú k dispozícii na vyžiadanie na GFÚ SAV. Geografické polohy epicentier týchto zemetrasení sú znázornené na Obr. 2.2.14.

Deň	Čas (UTC) hh:mn:sec	Geograf. súradnice dĺžka	šírka	Hĺbka (km)	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub> (EMS)	Lokalita / Oblasť
<b>Január</b>							
4	03:33:25.96	48,10 N	20,13 E	2	-		maďarsko-slov. hran.oblasť
6	20:17:22.26	48,70 N	22,37 E	0	0,7		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
9	16:52:35.20	48,67 N	22,28 E	0	0,2		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
9	21:52:32.54	48,66 N	22,32 E	0	0,3		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
11	17:28:01.97	48,69 N	22,32 E	0	1,1		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
12	00:07:06.30	48,71 N	22,33 E	0	0,3		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
12	00:46:13.46	48,69 N	22,32 E	0	1,3	pocítené	ukrajinsko-slov. hran.oblasť
12	00:47:06.71	48,70 N	22,34 E	0	1,0		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
12	01:04:24.37	48,70 N	22,34 E	0	-		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
12	06:24:58.24	48,68 N	22,38 E	0	1,0		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
12	11:36:28.11	48,69 N	22,33 E	0	1,1		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
12	14:17:58.37	48,72 N	22,32 E	0	0,8		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
12	20:23:33.87	48,71 N	22,29 E	3	0,4		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
12	20:26:44.39	48,74 N	22,33 E	1	-		ukrajinsko-slov. hran.oblasť
13	01:02:02.93	48,73 N	22,29 E	0	0,1		ukrajinsko-slov. hran.oblasť

13	01:16:55.33	48,76 N	22,26 E	0	0,2	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
14	14:50:44.83	48,66 N	22,51 E	0	1,2	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
14	17:27:43.98	48,69 N	22,32 E	0	1,2	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
14	17:49:56.20	48,71 N	22,32 E	0	1,0	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
14	17:57:39.49	48,71 N	22,33 E	0	0,8	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
14	18:11:34.07	48,69 N	22,33 E	0	0,7	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
15	09:10:41.00	48,69 N	22,34 E	0	1,2	pocítene ukrajinsko-slov. hran.oblast'
15	11:02:57.80	48,72 N	22,31 E	0	1,1	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
15	17:53:14.64	48,70 N	22,33 E	0	1,0	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
15	18:10:57.58	48,74 N	22,26 E	0	-	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
15	23:09:01.33	48,72 N	22,38 E	3	0,9	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
17	22:35:10.75	48,72 N	22,40 E	0	0,4	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
17	22:45:11.57	48,74 N	22,33 E	0	0,2	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
18	01:04:51.93	48,72 N	22,37 E	0	-	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
18	01:05:18.81	48,72 N	22,38 E	0	1,0	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
18	01:56:24.59	48,71 N	22,34 E	0	1,1	3 ukrajinsko-slov. hran.oblast'
18	06:56:42.86	48,72 N	22,28 E	0	0,8	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
29	10:14:19.05	48,54 N	22,51 E	0	1,5	ukrajinsko-slov. hran.oblast'

### Február

3	23:16:55.38	48,59 N	19,07 E	10	0,4	oblast' Banskej Bystrice
4	20:46:35.83	48,71 N	22,27 E	0	1,0	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
7	12:25:35.93	47,78 N	18,98 E	0	1,9	Šamorín-Komárno-Štúrovo
17	12:11:53.85	48,56 N	22,51 E	0	1,5	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
24	13:09:14.36	48,57 N	22,23 E	0	1,2	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
24	13:09:38.83	48,59 N	22,33 E	0	1,3	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
28	23:49:35.69	48,83 N	22,12 E	8	1,1	Vihorlat

### Marec

12	10:56:39.78	48,04 N	19,32 E	13	0,9	maďarsko-slov. hran.oblast'
16	14:09:59.56	48,87 N	21,78 E	2	1,1	východoslovenská nížina
17	09:01:28.49	48,85 N	21,38 E	0	1,6	východoslovenská nížina
23	11:02:46.07	48,37 N	21,80 E	0	1,1	Tokajská oblasť

### Apríl

1	17:40:17.42	48,42 N	21,67 E	0	1,2	Tokajská oblasť
5	21:57:20.66	48,88 N	21,63 E	5	1,1	východoslovenská nížina
19	10:16:56.89	48,52 N	17,31 E	0	1,6	Dobrá Voda
22	14:47:11.55	48,67 N	22,47 E	0	1,0	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
30	01:01:33.29	48,98 N	21,65 E	9	0,5	východoslovenská nížina

**Máj**

13	11:24:02.92	48,84 N	21,07 E	0	1,4		Spiš - Gemer
15	11:59:13.64	48,51 N	21,19 E	0	0,8		maďarsko-slov. hran.oblast'
20	10:18:22.05	48,79 N	20,68 E	0	1,0		Spiš - Gemer
21	10:24:34.13	48,33 N	20,07 E	0	-		maďarsko-slov. hran.oblast'
27	07:28:40.52	48,73 N	20,66 E	0	0,6		Spiš - Gemer
29	14:57:25.01	49,26 N	19,63 E	1	1,4		Orava
31	07:56:22.84	48,71 N	18,34 E	0	1,1		Strážovské vrchy

**Jún**

8	10:09:11.53	48,10 N	19,40 E	0	0,8		maďarsko-slov. hran.oblast'
16	15:47:28.59	48,58 N	17,74 E	9	1,5		Dobrá Voda
24	10:17:34.05	48,82 N	20,66 E	0	0,7		Spiš - Gemer
26	09:09:37.53	48,25 N	20,26 E	0	0,4		maďarsko-slov. hran.oblast'
26	10:15:06.21	48,55 N	22,55 E	0	1,0		ukrajinsko-slov. hran.oblast'
26	12:18:33.38	48,75 N	21,41 E	0	0,6		východoslovenská nížina

**Júl**

2	08:51:06.52	48,21 N	19,21 E	0	0,8		oblast' južného Slovenska
13	10:02:07.01	48,04 N	16,99 E	0	1,0		rak.-maď.-slov. hran.oblast'

**August**

4	21:55:24.32	49,61 N	18,98 E	0	-		česko-slov. hran.oblast'
14	10:00:56.06	49,39 N	18,81 E	0	1,2		oblast' severného Slovenska
23	07:34:55.40	48,78 N	22,01 E	0	0,4		Vihorlat
31	12:10:54.10	48,79 N	22,43 E	0	1,6		ukrajinsko-slov. hran.oblast'

**September**

1	01:02:29.13	49,48 N	18,92 E	0	1,1		česko-slov. hran.oblast'
3	10:11:17.43	47,83 N	19,07 E	0	0,9		Šamorín-Komárno-Štúrovo
16	10:02:52.91	47,96 N	17,12 E	0	1,2		rak.-maď.-slov. hran.oblast'
20	07:36:26.12	48,89 N	20,47 E	0	1,3		Spiš - Gemer
22	12:51:38.91	49,44 N	20,71 E	0	1,0		Krynická oblast' (Poľsko)

**Október**

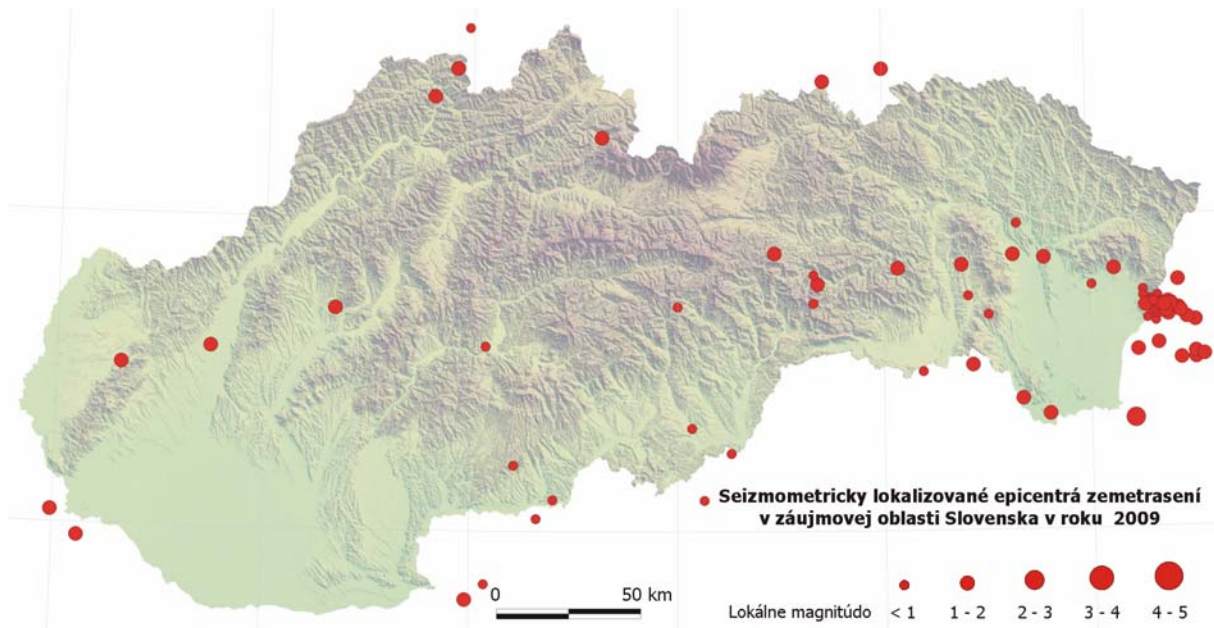
5	19:06:04.93	48,35 N	22,21 E	13	2,4	3	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
15	10:24:37.90	48,69 N	21,51 E	0	0,9		Slanské vrchy
23	13:38:01.17	49,48 N	21,00 E	0	1,3		Krynická oblast' (Poľsko)
29	09:55:09.45	48,53 N	21,43 E	0	1,3		Slanské vrchy
30	13:10:43.76	48,54 N	22,44 E	0	1,4		ukrajinsko-slov. hran.oblast'

### November

23	13:04:23.89	48,71 N	22,35 E	0	1,2		ukrajinsko-slov. hran.oblast'
27	07:47:38.38	48,70 N	22,43 E	0	1,4		ukrajinsko-slov. hran.oblast'
27	23:46:26.34	48,70 N	22,42 E	0	0,9		ukrajinsko-slov. hran.oblast'
28	03:34:23.54	48,69 N	22,44 E	0	1,8	3	ukrajinsko-slov. hran.oblast'
30	18:43:51.33	48,71 N	22,39 E	0	1,7		ukrajinsko-slov. hran.oblast'
30	18:48:48.10	48,69 N	22,37 E	0	1,1		ukrajinsko-slov. hran.oblast'

### December

2	00:31:21.12	48,71 N	22,36 E	0	1,3		ukrajinsko-slov. hran.oblast'
4	13:58:54.86	48,72 N	20,00 E	0	0,6		Spiš - Gemer
7	14:22:57.33	48,72 N	22,31 E	0,3	0,7		ukrajinsko-slov. hran.oblast'



**Obr. 2.2.14.** Seizmometricky lokalizované epicentrá zemetrasení v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v roku 2009.

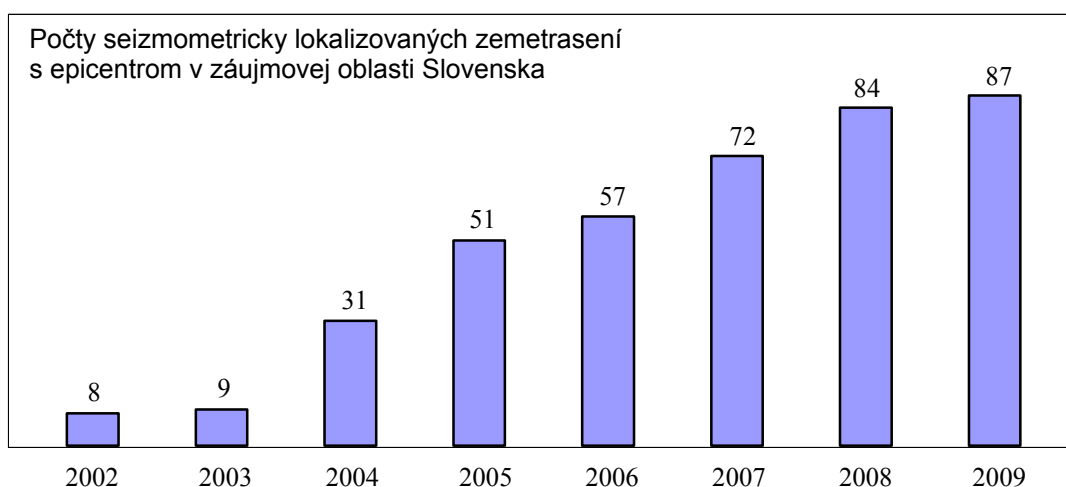
#### 2.2.4.14.2 Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v období 2002-2009 s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky

V období 2002-2009 bolo na základe záznamov seizmických staníc NSSS seizmometricky lokalizovaných 399 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Počty seizmometricky lokalizovaných zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenska pre jednotlivé roky sú uvedené v Obr. 2.2.15. Geografické polohy epicentier sú znázornené na Obr. 2.2.16. Výsledné parametre týchto zemetrasení sú v príslušných ročných správach. Interpretácie záznamov zo seizmických staníc NSSS (určené seizmické fázy, časy príchodov a epicentrálna vzdialenosť pre danú seizmickú stanicu) sú k dispozícii na vyžiadanie na GFÚ SAV.

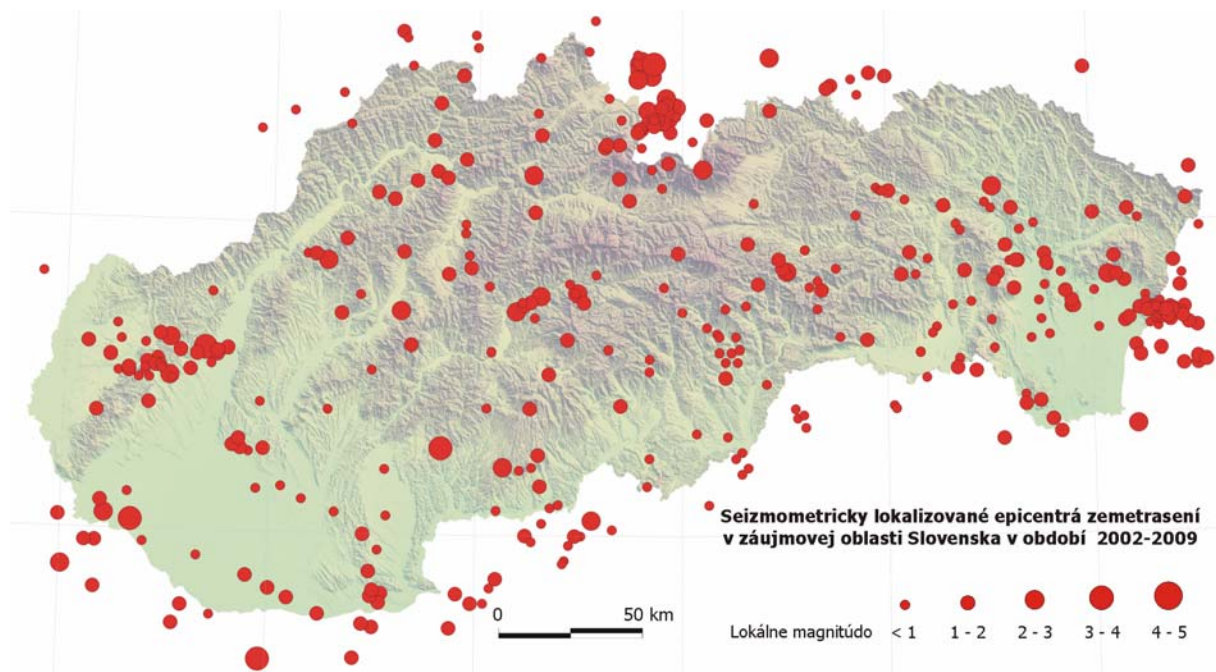
Na Obr. 2.2.15 si môžeme všimnúť dva zásadné fakty.

Výrazné zvýšenie počtu seizmometricky lokalizovaných zemetrasení v rokoch 2004-2006. Toto zvýšenie zodpovedá ukončeniu projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedeniu nových seizmických staníc a interpretačných postupov do prevádzky. Hoci hlavným cieľom projektu bolo umožnenie vykonať seizmometrickú lokalizáciu akéhokoľvek makroseizmicky pozorovaného zemetrasenia na území Slovenska, lepšie pokrytie územia seizmickými stanicami sa prejavilo aj výrazným zvýšením celkového počtu seizmometricky lokalizovaných zemetrasení.

Zvýšenie počtu seizmometricky lokalizovaných zemetrasení v rokoch 2007-2009. Toto zvýšenie korešponduje s vybudovaním lokálnej siete seizmických staníc na východnom Slovensku (LSSVS). Vzájomným zdieľaním zaznamenaných údajov seizmickými stanicami NSSS a LSSVS medzi inštitúciami GFÚ SAV a FMFI UK sa zlepšila citlivosť monitorovania zemetrasení na východnom Slovensku a tým aj počet seizmometricky lokalizovaných zemetrasení v tejto oblasti. Ako príklad môžeme spomenúť sériu zemetrasení v oblasti východného Slovenska v januári 2009. V priebehu cca 3 týždňov bolo seizmometricky lokalizovaných viac ako 30 slabých zemetrasení s epicentrom v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti. Bez údajov zo seizmických staníc LSSVS by bolo možné seizmometricky zlokalizovať len zlomok z tohto počtu.



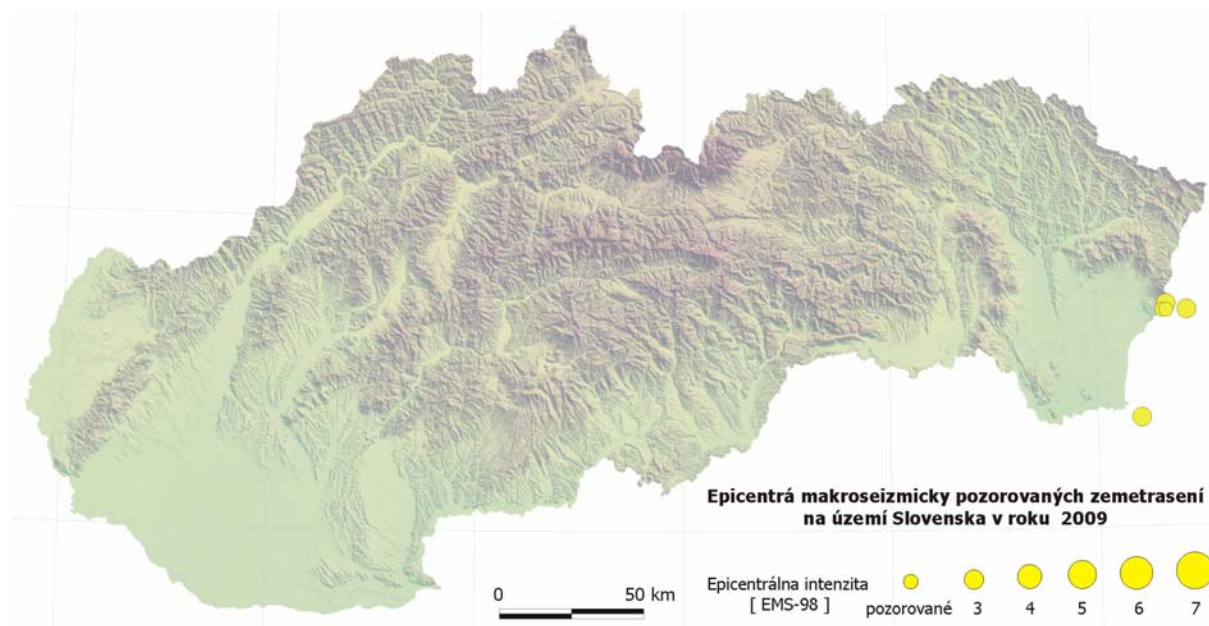
Obr. 2.2.15. Počty seizmometricky lokalizovaných zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenska.



**Obr. 2.2.16.** Seizmometricky lokalizované epicentrá zemetrasení v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v období 2002-2009.

## 2.2.4.15 Makroseizmicky pozorované zemetrasenia na území Slovenskej republiky

V roku 2009 bolo na území Slovenska makroseizmicky pozorovaných 6 zemetrasení. Všetky makroseizmicky pozorované zemetrasenia boli seizmometricky lokalizované. Epicentrá 5 z týchto zemetrasení sa nachádzali v oblasti východného Slovenska (12.1.2009, 15.1.2009, 18.1.2009, 5.10.2009 a 28.11.2009) a epicentrum jedného na území Rakúska (7.5.2009). Geografické polohy epicentier týchto zemetrasení sú znázornené na Obr. 2.2.17.



**Obr. 2.2.17.** Epicentrá makroseizmicky pozorovaných zemetrasení na území Slovenska v roku 2009. Na obrázku nie je znázornené zemetrasenie v Rakúsku 7.5.2009, ktorého epicentrum (47,53°N, 15,73°E) bolo už viac vzdialené od Slovenska.

### 2.2.4.15.1 Zemetrasenie dňa 12.1.2009 o 00:46 UTC

Zemetrasenie dňa 12.1.2009 o 00:46 UTC bolo zaznamenané štyrmi seizmickými stanicami NSSS – CRVS, KOLS, STHS a KECS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 1.3$ . Lokalizácia epicentra zemetrasenia bola vykonaná na základe interpretácií programovým balíkom SeismicHandler. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti. Podrobné informácie o parametroch zemetrasenia sú uvedené v kapitole 2.2.4.14.1.

Zemetrasenie bolo pocítené v 1 lokalite na území Slovenska. Makroseizmické pozorovania sú uvedené v Tab. 2.2.21. Makroseizmických pozorovaní je málo a sú natoľko nekonzistentné, že epicentrálna intenzita zemetrasenia  $I_0$  sa nedala jednoznačne určiť.

	Zemepisná šírka [°N]	Zemepisná dĺžka [°E]	Počet pozorovaní	I [° EMS-98]
Baškovce	48,78	22,20	1	pozorované

**Tab. 2.2.21.** Makroseizmické pozorovania pre zemetrasenie dňa 12.1.2009 o 00:46 UTC.

#### 2.2.4.15.2 Zemetrasenie dňa 15.1.2009 o 09:10 UTC

Zemetrasenie dňa 15.1.2009 o 09:10 UTC bolo zaznamenané štyrmi seizmickými stanicami NSSS – CRVS, KOLS, STHS a KECS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 1.2$ . Lokalizácia epicentra zemetrasenia bola vykonaná na základe interpretácií programovým balíkom SeismicHandler. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti. Podrobné informácie o parametroch zemetrasenia sú uvedené v kapitole 2.2.4.14.1.

Zemetrasenie považujeme za pocítené na základe telefonického hlásenia. Rozposlané makroseizmické dotazníky sa však na GFÚ SAV nevrátili, preto nie je možné vyhodnotiť makroseizmické prejavy tohto zemetrasenia.

#### 2.2.4.15.3 Zemetrasenie dňa 18.1.2009 o 01:56 UTC

Zemetrasenie dňa 18.1.2009 o 01:56 UTC bolo zaznamenané tromi seizmickými stanicami NSSS – KOLS, CRVS a STHS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 1.1$ . Lokalizácia epicentra zemetrasenia bola vykonaná na základe interpretácií programovým balíkom SeismicHandler. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti. Podrobné informácie o parametroch zemetrasenia sú uvedené v kapitole 2.2.4.14.1.

Zemetrasenie bolo pocítené v 1 lokalite na území Slovenska. Makroseizmické pozorovania sú uvedené v Tab. 2.2.22. Epicentrálna intenzita zemetrasenia  $I_0$  je 3° EMS-98.

	Zemepisná šírka [°N]	Zemepisná dĺžka [°E]	Počet pozorovaní	I [° EMS-98]
Baškovce	48,78	22,20	1	3

Tab. 2.2.22. Makroseizmické pozorovania pre zemetrasenie dňa 18.1.2009 o 01:56 UTC.

#### 2.2.4.15.4 Zemetrasenie dňa 7.5.2009 o 21:27 UTC

Zemetrasenie dňa 7.5.2009 o 21:27 UTC bolo zaznamenané piatimi seizmickými stanicami NSSS – ZST, SMOL, VYHS, CRVS a KOLS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 4.1$ . Lokalizácia epicentra zemetrasenia bola vykonaná na základe interpretácií programovým balíkom SeismicHandler. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na území Rakúska. Podrobné informácie o parametroch zemetrasenia sú uvedené v kapitole 2.2.4.15.7.

Zemetrasenie bolo pocítené v 7 lokalitách na území Slovenska. Makroseizmické pozorovania sú uvedené v Tab. 2.2.23. Epicentrálna intenzita zemetrasenia nám zatiaľ nebola rakúskymi kolegami poskytnutá.

	Zemepisná šírka [°N]	Zemepisná dĺžka [°E]	Počet pozorovaní	I [° EMS-98]
Bratislava IV			18	3
Bratislava I			9	3
Bratislava II			9	3
Bratislava V			8	3
Bratislava III			3	3
Nitra	48,31	18,09	1	3
Senec	48,22	17,40	1	3

**Tab. 2.2.23.** Makroseizmické pozorovania pre zemetrasenie dňa 7.5.2009 o 21:27 UTC.

### 2.2.4.15.5 Zemetrasenie dňa 5.10.2009 o 19:06 UTC

Zemetrasenie dňa 5.10.2009 o 19:06 UTC bolo zaznamenané dvomi seizmickými stanicami NSSS – KOLS a STHS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 2.4$ . Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti. Podrobné informácie o parametroch zemetrasenia sú uvedené v kapitole 2.2.4.14.1.

Zemetrasenie bolo pocítené v 1 lokalite na území Slovenska. Makroseizmické pozorovania sú uvedené v Tab. 2.2.24. Epicentrálna intenzita zemetrasenia  $I_0$  je 3° EMS-98.

	Zemepisná šírka [°N]	Zemepisná dĺžka [°E]	Počet pozorovaní	I [° EMS-98]
Čierna nad Tisou	48,42	22,10	1	3

**Tab. 2.2.24.** Makroseizmické pozorovania pre zemetrasenie dňa 5.10.2009 o 19:06 UTC.

### 2.2.4.15.6 Zemetrasenie dňa 28.11.2009 o 03:34 UTC

Zemetrasenie dňa 28.11.2009 o 03:34 UTC bolo zaznamenané tromi seizmickými stanicami NSSS – CRVS, KOLS a STHS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 1.8$ . Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti. Podrobné informácie o parametroch zemetrasenia sú uvedené v kapitole 2.2.4.14.1.

Zemetrasenie bolo pocítené v 1 lokalite na území Slovenska. Makroseizmické pozorovania sú uvedené v Tab. 2.2.25. Epicentrálna intenzita zemetrasenia  $I_0$  je 3° EMS-98.

	Zemepisná šírka [°N]	Zemepisná dĺžka [°E]	Počet pozorovaní	I [° EMS-98]
Baškovce	48,78	22,20	1	3

**Tab. 2.2.25.** Makroseizmické pozorovania pre zemetrasenie dňa 28.11.2009 o 03:34 UTC.

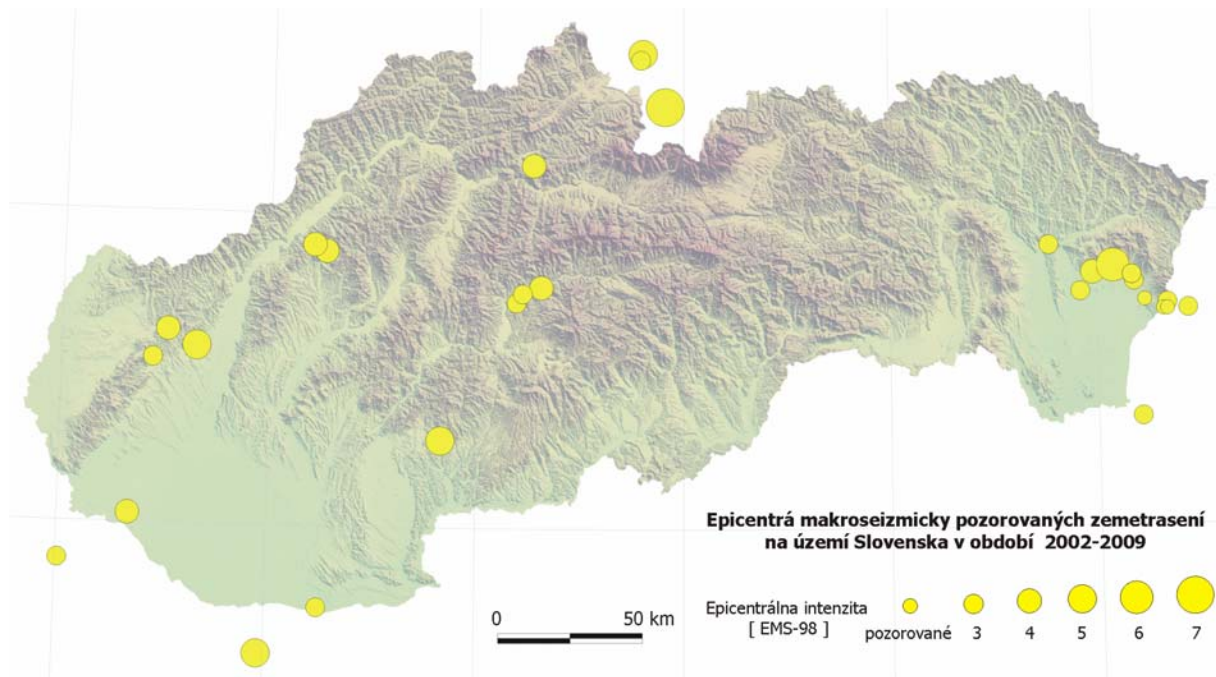
### 2.2.4.15.7 Makroseizmicky pozorované zemetrasenia na území Slovenskej republiky v období 2002-2009

V období 2002-2009 bolo na území Slovenska makroseizmicky pozorovaných 35 zemetrasení. Parametre makroseizmicky pozorovaných zemetrasení na území Slovenska v období 2002-2009 sú uvedené v Tab. 2.2.26. Geografické polohy epicentier týchto zemetrasení sú znázornené na Obr. 2.2.18. Najsilnejšie z nich bolo zemetrasenie 30.11.2004 s epicentrom v poľskej časti Vysokých Tatier. Toto zemetrasenie bolo pozorované prakticky na celom strednom Slovensku, čiastočne na východnom Slovensku a v niekoľkých lokalitách západného Slovenska. GFÚ SAV má k dispozícii 817 hlásení zo 160 lokalít na území Slovenska. Zo zemetrasení s epicentrom priamo na území Slovenska bolo najsilnejšie zemetrasenie 20.5.2003. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v oblasti Vihorlatu. Zemetrasenie bolo pozorované v 86 lokalitách (484 hlásení) prevažne na území východného Slovenska.

DÁTUM			ČAS [UTC]			HYPOCENTRUM			$M_L$	$I_0$	LOKALITA
rok	mes	deň	hod	min	sek	[°N]	[°E]	h [km]			
2002	01	22	08	07	-	48,81	21,98	-	-	4	Vihorlat
2002	03	05	12	10	-	48,75	21,92	-	-	3	Vihorlat
2002	12	14	00	27	58,8	49,16	19,27	15	2,4	4	severné Slovensko
2002	12	30	21	22	44,2	48,03	17,34	17	3,0	4	Šamorín- Komárno-Štúrovo
2003	02	03	19	32	44,8	47,88	17,01	11	3,5	3	rak.-maďarská hraničná oblasť
2003	05	20	20	13	39,8	48,83	22,08	5	3,4	6-7	Vihorlat
2003	06	01	09	03	-	48,78	22,18	-	-	3	Vihorlat
2003	09	09	01	15	-	48,80	22,17	-	-	3	Vihorlat
2003	09	19	08	44	00,5	48,62	17,51	13	2,6	4	Dobrá Voda
2004	01	07	17	50	-	48,80	22,17	-	-	3	Vihorlat
2004	01	10	07	43	17,1	48,77	19,31	15	2,2	4	oblasť Banskej Bystrice
2004	01	13	12	41	-	48,80	22,17	-	-	3	Vihorlat
2004	05	25	07	30	14,5	47,50	17,13	19	4,4	5-6	Maďarsko
2004	06	12	09	59	19,9	48,72	19,19	25	2,2	3	oblasť Banskej Bystrice

2004	08	18	09	01	23,1	47,59	17,97	19	3,1	5	Maďarsko
2004	09	23	05	32	12,5	48,28	18,83	15	3,6	5	Štiavnické vrchy
2004	11	30	17	18	36,0	49,35	19,91	8	4,4	7	poľsko-slov. hraničná oblasť
2004	12	01	17	15	-	-	-	-	-	-	poľsko-slov. hraničná oblasť
2004	12	02	18	25	37,0	49,52	19,80	3	3,2	5	poľsko-slov. hraničná oblasť
2004	12	09	01	09	03,5	49,50	19,79	3	2,9	3-4	poľsko-slov. hraničná oblasť
2005	02	24	00	13	06,1	47,74	18,25	9	1,6	3	Komárno
2006	03	09	20	14	34,6	48,88	18,27	0	2,3	4	Považský Inovec
2006	03	09	21	58	52,2	48,90	18,21	2	1,6	4	Považský Inovec
2006	03	13	08	28	39,1	48,57	17,65	10	3,2	5	Dobrá Voda
2006	08	05	09	00	09,7	48,53	17,44	0	1,6	3	Dobrá Voda
2006	11	23	07	15	20,4	48,20	22,75	21	4,3	6-7	Ukrajina
2008	03	17	00	46	00,2	48,72	22,23	3	1,1	felt	Vihorlat
2008	05	02	03	50	31,4	48,75	19,22	4	0,9	3	oblasť Banskej Bystrice
2008	10	20	18	17	15,7	48,90	21,77	7	1,9	3	Vihorlat
2009	1	12	00	46	13,5	48,69	22,32	-	1,3	felt	Vihorlat
2009	1	15	09	10	41,0	48,69	22,34	-	1,2	felt	Vihorlat
2009	1	18	01	56	24,6	48,71	22,34	-	1,1	3	Vihorlat
2009	5	7	21	27	13,8	47,53	15,73	11	4,1	-	Rakúsko
2009	10	5	19	06	04,9	48,35	22,21	14	2,4	3	ukrajinsko-slov. hraničná oblasť
2009	11	28	03	34	23,5	48,69	22,44	-	1,8	3	Vihorlat

Tab. 2.2.26. Parametre makroseizmicky pozorovaných zemetrasení na území Slovenska v období 2002-2009.



**Obr. 2.2.18.** Epicentrá makroseizmicky pozorovaných zemetrasení na území Slovenska v období 2002-2009. Na obrázku nie sú znázornené zemetrasenia, ktorých epicentrá boli už viac vzdialené od Slovenska – zemetrasenie v Maďarsku 25.5.2004 (47,50°N, 17,13°E), zemetrasenie na Ukrajine 23.11.2006 (48,20°N, 22,75°E) a zemetrasenie v Rakúsku 7.5.2009 (47,53°N, 15,73°E).

## 2.2.4.16 Závěry

Národná sieť seizmických staníc GFÚ SAV na Slovensku v období od 1.1.2009 do 31.12.2009 zaznamenala 4990 zemetrasení a priemyselných explózií. Seizmometricky lokalizovaných bolo 87 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo v roku 2009 na území Slovenska pozorovaných 6 zemetrasení – z nich 5 s epicentrom v oblasti východného Slovenska (ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť) a jedno s epicentrom na území Rakúska. Najsilnejšie z nich bolo zemetrasenie s epicentrom na území Rakúska, pre ktoré máme k dispozícii 49 makroseizmických hlásení zo 7 lokalít na území Slovenska. Celkovo bolo na záznamoch staníc NSSS identifikovaných 23111 seizmických fáz.

V roku 2009 bolo v prevádzke 8 staníc NSSS. Seizmické stanice MODS, SRO, SRO1 a SRO2 boli kvôli pretrvávajúcim technickým/stavebno-technickým problémom mimo prevádzky. Kvôli vysokému technogénemu šumu sa záznamy zo stanice LIKS interpretovali len vo výnimočných prípadoch a bolo rozhodnuté premiestniť stanicu na inú lokalitu. Vybraná bola lokalita v obci Liptovská Anna, kde boli v roku 2009 vykonané stavebné a prípravné inštalčné práce. Premiestnenie seizmickej stanice LIKS na novú lokalitu do Liptovskej Anny a spustenie registrácie je naplánované na jar roku 2010. Na seizmickej stanici KECS sa opakovane vyskytli technické problémy súvisiace s opotrebovanosťou staničného počítača. Staničné počítače (obvykle bežné PC so špeciálnym operačným systémom) sú v nepretržitej prevádzke v terénnych podmienkach už vyše 5 rokov a preto sa podobné problémy môžu postupne prejavovať aj na ďalších staniciach NSSS. Koncom roku 2009 bolo treba riešiť aj otázku prenosu údajov z dôvodu zmeny prenosových špecifikácií na strane firmy poskytovateľa. Najkritickejšia situácia vznikla na seizmickej stanici VYHS. Zmenou pozície komunikačného satelitu sme so stanicu stratili spojenie a bolo treba hľadať alternatívne možnosti prenosu zaznamenaných údajov. Viaceré technické problémy súvisiace s prenosom zaznamenaných údajov (zastaraný telemetrický systém) sa vyskytli aj na stanici ZST. Na obidvoch spomenutých staniciach sa v roku 2010 uvažuje o prechode na prenos zaznamenaných údajov pomocou GPRS služieb mobilných operátorov.

Nadalej pokračuje spolupráca so spoločnosťou Progseis so sídlom v Trnave, ktorá prevádzkuje lokálne seizmické siete v okolí atómových elektrární Mochovce a Jaslovské Bohunice. Táto spolupráca poskytuje cenné informácie najmä pre zemetrasenia s epicentrami v zdrojových zónach Dobrá Voda, Pernek-Modra a Považský Inovec. Taktiež dôležité sú informácie pri odlišovaní tektonických zemetrasení od priemyselných explózií na území západného a stredného Slovenska.

Od roku 2007 pokračuje spolupráca s Fakultou matematiky, fyziky a informatiky UK Bratislava, ktorá prevádzkuje lokálnu seizmickú sieť na východnom Slovensku. Údaje lokálnej siete výrazne zvyšujú kvalitu seizmického monitoringu v tejto oblasti. Ako príklad môžeme spomenúť sériu zemetrasení na východnom Slovensku v januári 2009. V priebehu cca 3 týždňov bolo seizmometricky lokalizovaných viac ako 30 slabých zemetrasení (3 z nich aj s makroseizmickými pozorovaniami) s epicentrom v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti. Bez údajov zo staníc LSSVS by mnohé z nich nebolo možné seizmometricky lokalizovať. Januárová séria slabých zemetrasení na východnom Slovensku ukázala dôležitosť a opodstatnenosť úzkej spolupráce národnej a lokálnych sietí seizmických staníc. Pri zvýšenej citlivosti seizmickej siete je nevyhnutná spolupráca s banskými úradmi, ktorá je veľmi nápomocná pri rozlišovaní medzi slabými lokálnymi zemetraseniami a priemyselnými explóziami v dobývacích priestoroch v prípadoch sporných seizmických javov.

V období 2002-2009 bolo seizmickými stanicami NSSS zaznamenaných 35172 zemetrasení a priemyselných explózií. Na seizmických záznamoch bolo identifikovaných 186218 seizmických fáz. Seizmometricky lokalizovaných bolo 399 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo na území Slovenska v období 2002-2009 pozorovaných 35 zemetrasení. Najsilnejšie z nich bolo zemetrasenie 30.11.2004 s epicentrom v poľskej časti Vysokých Tatier. Toto zemetrasenie bolo pozorované prakticky na celom strednom Slovensku, čiastočne na východnom Slovensku a v niekoľkých lokalitách západného Slovenska. GFÚ SAV má k dispozícii 817 hlásení zo 160 lokalít na území Slovenska. Zo zemetrasení s epicentrom priamo na území Slovenska bolo najsilnejšie zemetrasenie 20.5.2003. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v oblasti Vihorlatu. Zemetrasenie bolo pozorované v 86 lokalitách (484 hlásení) prevažne na území východného Slovenska. Podrobnejšie informácie je možné nájsť v príslušných ročných správach.

Výrazným medzníkom v kvalite monitorovania zemetrasení na Slovensku bol projekt Modernizácie a doplnenia NSSS. Národná sieť seizmických staníc do roku 2001 mala tri základné nedostatky:

1. vôbec nepokrývala územie severného a stredného Slovenska,
2. neumožňovala včasnú (len dve seizmické stanice, ZST a MODS v on-line režime prenosu zaznamenaných údajov) lokalizáciu zemetrasení s epicentrami na území Slovenska a to dokonca bez ohľadu na ich veľkosť,
3. neumožňovala dostatočne presne priestorovo vyčleniť aktívne ohniskové oblasti a ich časový režim.

V rámci riešenia projektu modernizácie a doplnenia:

- bolo vybudovaných 7 nových seizmických staníc,
- 4 existujúce seizmické stanice boli zmodernizované,
- bolo zriadené kontinuálne spojenie so všetkými stanicami umožňujúce prenos údajov v reálnom čase,
- bola zriadená Virtuálne sieť seizmických staníc GFÚ SAV,
- bola vybudovaná zberná centrála, ktorá zbiera údaje, vykonáva prvotné lokalizácie, určuje magnitúdu a generuje správy o zemetraseniach,
- bol zriadený systém automatického zasielania e-mailových správ o zemetraseniach,
- bola zriadená web stránka [www.seismology.sk](http://www.seismology.sk), na ktorej sú dostupné živé a archívne seizmogramy.

Realizáciou projektu sa podstatne zvýšila úroveň kvality monitorovania seizmických javov na území Slovenskej republiky, vytvorili sa predpoklady pre dobrú a včasnú súčinnosť s orgánmi štátnej správy (napr. Civilnou ochranou) v prípade výskytu silného zemetrasenia na území Slovenska a bolo umožnené včasne a dostatočne (t.j. na štandardnej európskej úrovni) informovať verejnosť o zemetraseniach na Slovensku.

Zlepšenie pokrytia územia Slovenskej republiky seizmickými stanicami a zvýšenie citlivosti seizmického monitoringu sa výrazne prejavilo aj na výsledkoch monitorovania zemetrasení. Od roku 2005 bolo možné všetky zemetrasenia makroseizmicky pozorované na území Slovenska aj seizmometricky lokalizovať. Toto bol jeden z hlavných cieľov pri modernizácii a rozširovaní NSSS. Okrem toho sa výrazne zvýšil počet seizmometricky lokalizovaných zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky, rovnako ako celkový počet zaznamenaných seizmických javov stanicami NSSS a identifikovaných fáz na seizmických záznamoch.

Vybudovanie Národnej siete seizmických staníc bolo len prvým nevyhnutným krokom k poznaniu seizmického režimu územia Slovenska. Ďalším logickým a potrebným krokom je

budovanie lokálnych seizmických sietí pre monitorovanie mikrosezmickej aktivity jednotlivých zdrojových zón alebo skupín zdrojových zón. Zvýšenie kvality monitorovania seizmických javov zároveň znamená zvýšené finančné nároky na prevádzkovanie a náročnejšie spracovanie zaznamenaných údajov. Tento aspekt by mal byť zohľadnený pri pridelovaní finančných prostriedkov na ďalšie obdobia.