

Zemetrasenia na Slovensku v období 2009-2010

Cipciar A., Kristeková M., Fojtíková L., Franek P., Bystrický E.

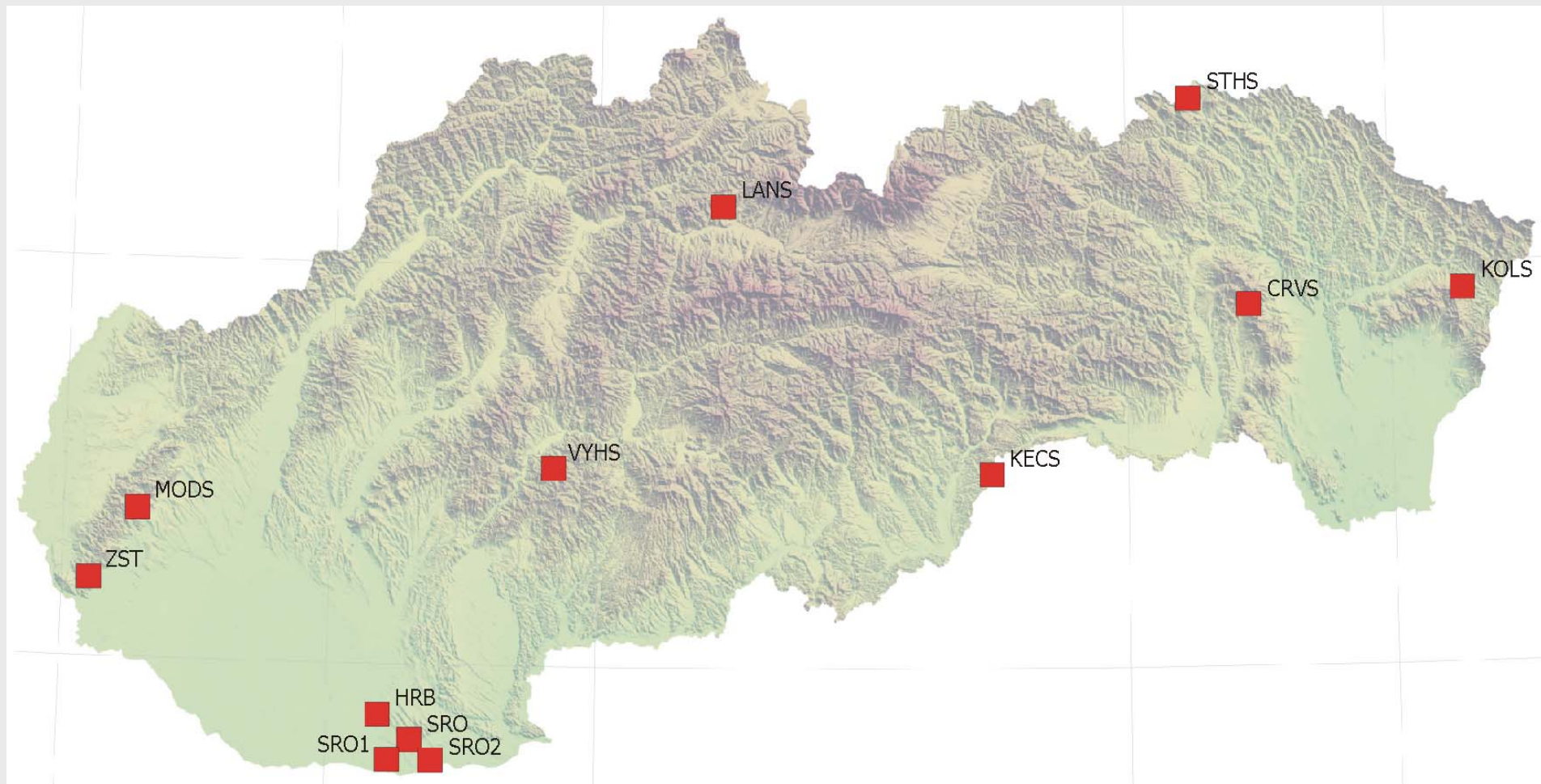
Moczó P., Kristek J.

Základné body prezentácie

- ❑ seizmické stanice na území Slovenska
- ❑ štruktúra a fungovanie seizmickej služby (GFÚ SAV, FMFI UK)
- ❑ zemetrasenia na Slovensku v rokoch 2009-2010
- ❑ príklady spolupráce národnej siete s lokálnymi sieťami
- ❑ závery

Seizmické stanice na území Slovenska – GFÚ SAV

- ❑ Národná sieť seizmických staníc (NSSS)
- ❑ projekt doplnenia a modernizácie ukončený v roku 2004



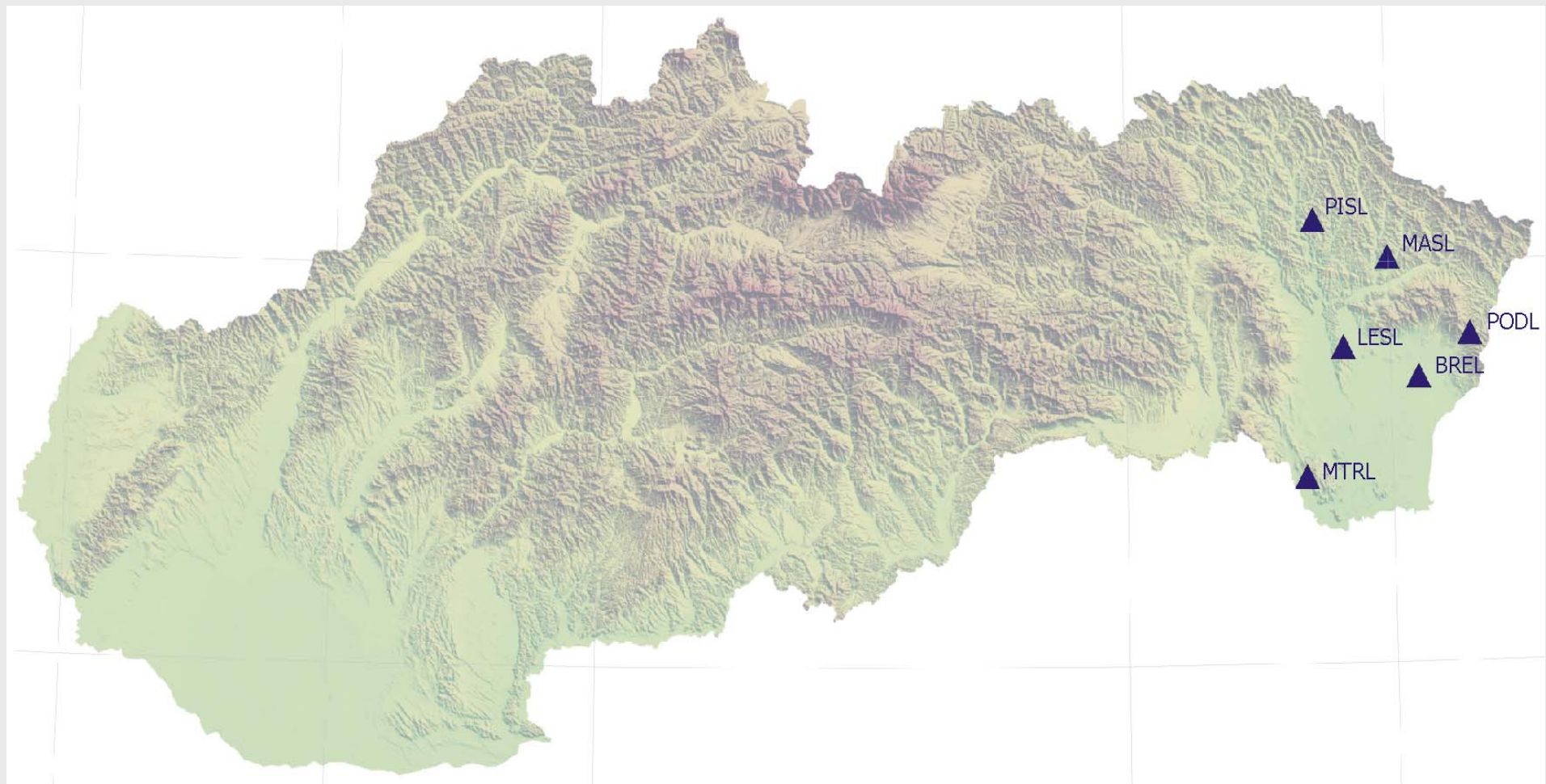
Seizmické stanice na území Slovenska – GFÚ SAV

- ❑ seizmická stanica Likavka (LIKS) bola kvôli nevyhovujúcim registračným podmienkam presunutá vo februári 2010 na novú lokalitu v Liptovskej Anne (LANS)
- ❑ LIKS v roku 2009 112 zaznamenaných seizmických javov
(v prevádzke 01-04) 86 určených seizmických fáz
- ❑ LANS v roku 2010 1819 zaznamenaných seizmických javov
(v prevádzke 03-12) 3068 určených seizmických fáz

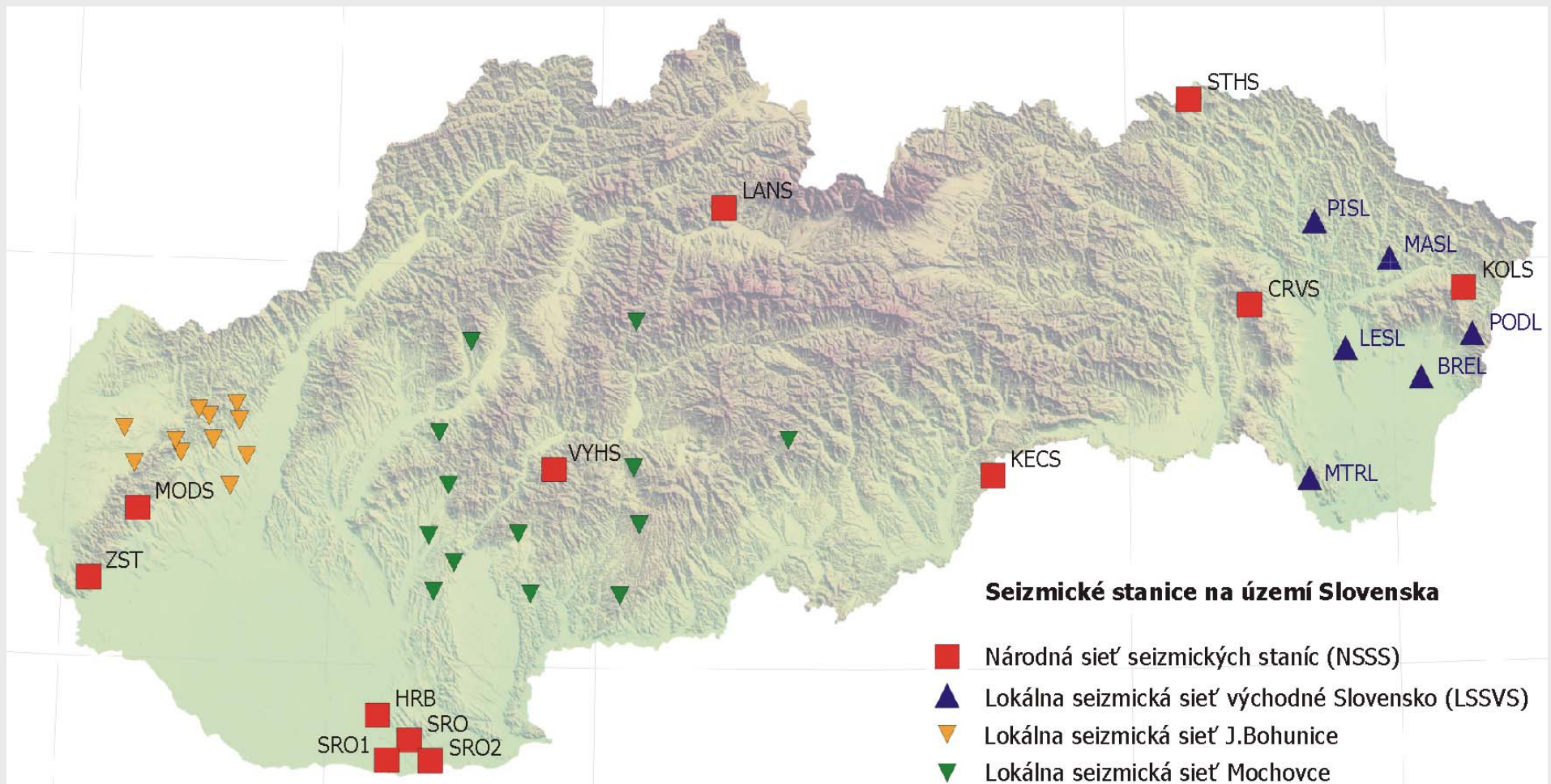


Seizmické stanice na území Slovenska – FMFI UK

- ❑ Lokálna seizmická sieť východné Slovensko (LSSVS)
- ❑ dobudovaná a uvedená do prevádzky v roku 2007

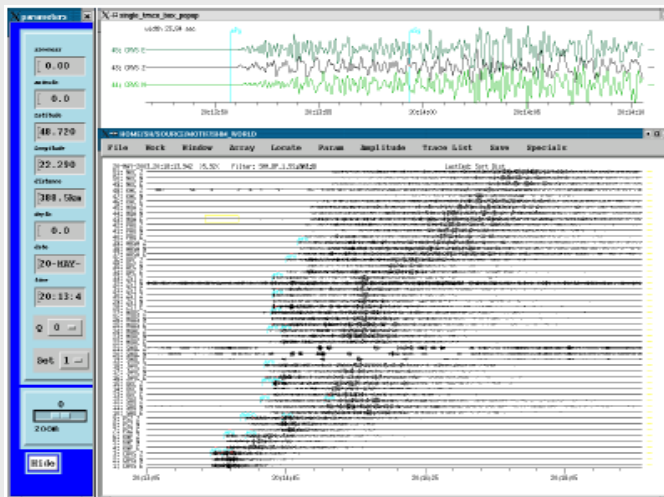
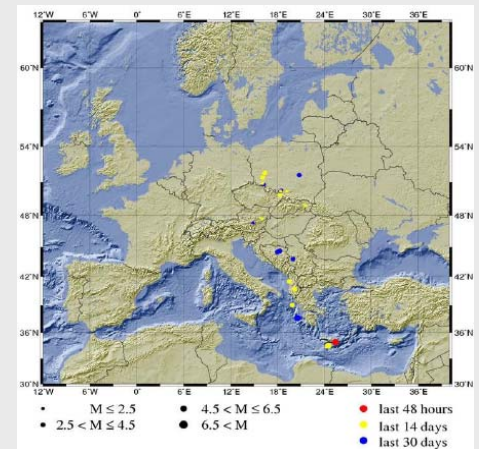


Seizmické stanice na území Slovenska – GFÚ SAV, FMFI UK, Progseis



GFÚ SAV – Národná sieť seizmických staníc

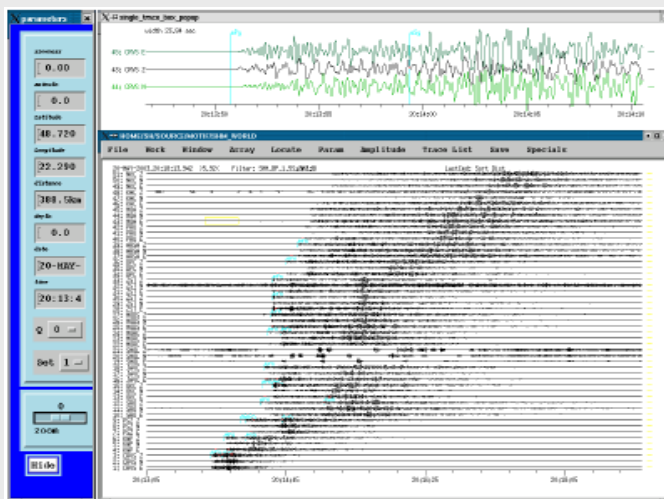
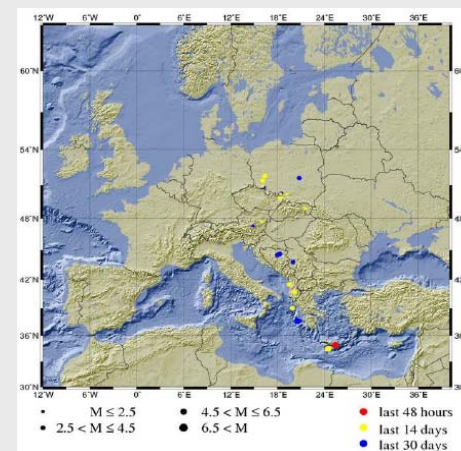
- ❑ zameraná na regionálnu seizmicitu a makroseizmicky pozorované zt
- ❑ on-line prenos údajov – VSAT a GPRS technológia
- ❑ lokálny zberný systém zbiera údaje zo staníc NSSS
- ❑ automatický trigrovací a lokalizačný softvér nastavený na regionálnu seizmicitu
- ❑ detekované javy zapisované do zdieľanej databázy



- ❑ analyzačný softvér SeismicHandler využíva údaje zo zdieľanej databázy
- ❑ možnosť analyzovať údaje z národnej siete, lokálnej siete ako aj zo zahraničných staníc

FMFI UK – Lokálna seizmická sieť východné Slovensko

- ❑ zameraná na lokálnu seizmicitu zdrojovej zóny východné Slovensko
- ❑ on-line prenos údajov – VSAT a GPRS technológia
- ❑ lokálny zberný systém zbiera údaje zo staníc LSSVS
- ❑ automatický trigrovací a lokalizačný softvér nastavený na lokálnu seizmicitu
- ❑ detekované javy zapisované do zdieľanej databázy

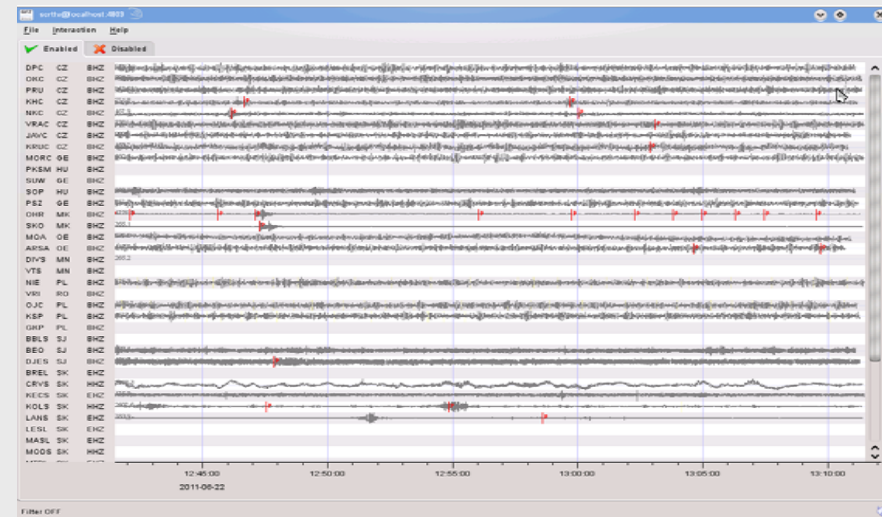


- ❑ analyzačný softvér SeismicHandler využíva údaje zo zdieľanej databázy
- ❑ možnosť analyzovať údaje z lokálnej siete, národnej siete ako aj zo zahraničných staníc

Zdieľané dátové centrum

Centrálny zberný systém

- ❑ zbiera údaje z obidvoch „domácich“ sietí (NSSS, LSSVS) a poskytuje ich na medzinárodnú výmenu
- ❑ zbiera údaje zo spolupracujúcich zahraničných inštitúcií a poskytuje ich obidvom lokálnym centráм (GFÚ, FMFI)
- ❑ virtuálna sieť seizmických staníc (65 seizmických staníc)

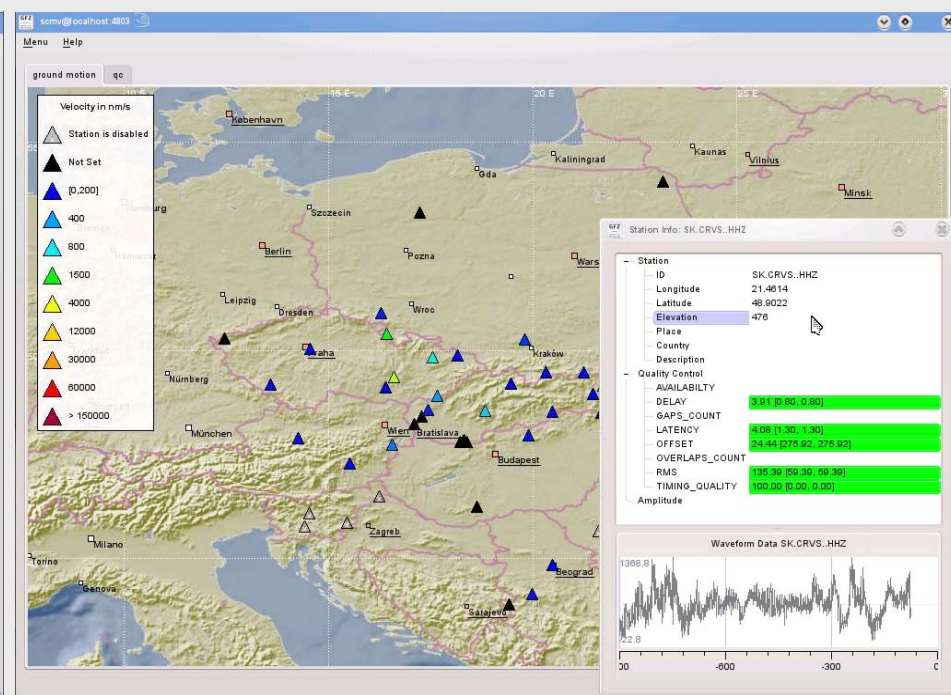
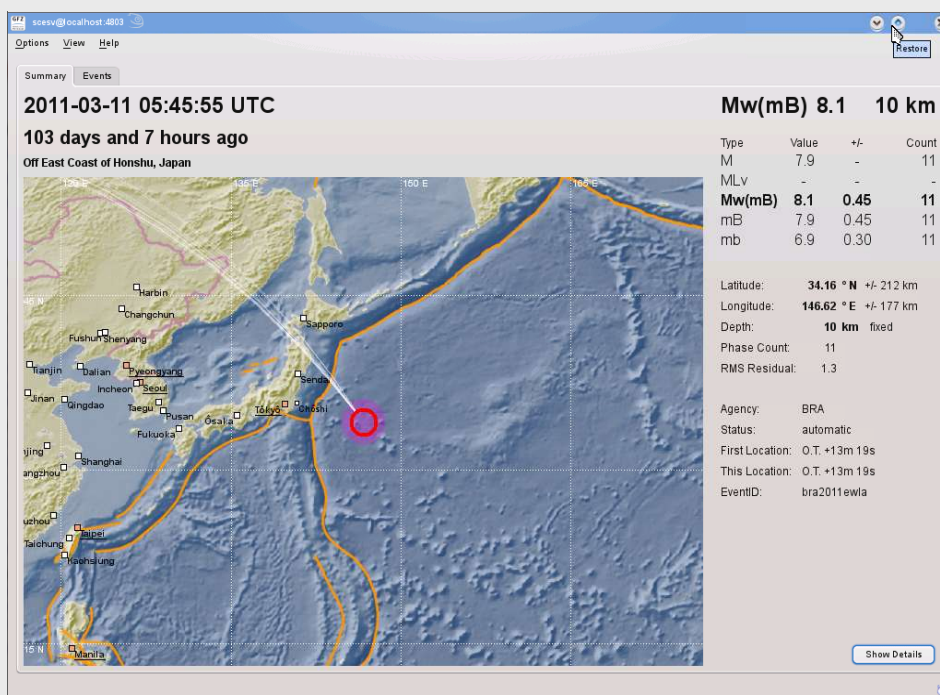


- ❑ údaje z obidvoch „domácich“ sietí sú archivované na diskovom poli

Zdieľané dátové centrum

SeisComP3 (pôvodne SeisComP2.6 a AutoLoc 2.1)

- ❑ zber a záznam seizmických signálov v reálnom čase
- ❑ automatické spracovanie signálov v reálnom čase
- ❑ rozšírené možnosti výpočtu magnitúd (M_L, M_b, M_B, M_w)
- ❑ kontrola kvality v reálnom čase
(časová synchronizácia, úroveň pohybu pôdy, oneskorenie dát)
- ❑ manuálna úprava automatických lokalizácií
- ❑ možnosť opätovného prehrania záznamu



Zdieľané dátové centrum

OT (GMT)	M	TP	Phases	Lat	Lon	Depth	Stat	Agency	Region	ID
2011-03-11 18:50:13	6.4	Mx(mB)	19	37.35 N	140.43 E	10 km	A	BRA	Eastern Honshu, Japan	bra2011exle
2011-03-11 14:38:46	3.7	MLV	17	52.00 N	18.46 E	504 km	A	BRA	Poland	bra2011excp
2011-03-11 14:06:16	3.7	MLV	19	51.83 N	20.11 E	594 km	A	BRA	Poland	bra2011exbn
2011-03-11 13:42:51	5.7	mb	15	36.38 N	148.84 E	10 km	A	BRA	Off East Coast of Honshu, Japan	bra2011exvz
2011-03-11 13:15:29	5.3	mb	21	36.00 N	144.95 E	10 km	A	BRA	Off East Coast of Honshu, Japan	bra2011exvz
2011-03-11 11:36:26	6.8	Mx(mB)	12	38.71 N	147.15 E	10 km	A	BRA	Off East Coast of Honshu, Japan	bra2011exwv
2011-03-11 10:40:31	4.8	mb	12	67.98 N	124.43 E	368 km	A	BRA	Northcentral Siberia, Russia	bra2011ewva
2011-03-11 10:28:15	6.4	Mx(mB)	19	34.83 N	146.87 E	10 km	A	BRA	Off East Coast of Honshu, Japan	bra2011ewui
2011-03-11 10:10:29	6.4	Mx(mB)	18	37.78 N	143.00 E	31 km	A	BRA	Off East Coast of Honshu, Japan	bra2011ewts
2011-03-11 08:56:36	5.0	mb	14	66.36 N	36.44 E	5 km	A	BRA	Baltic/Belarus/Northwestern Russia Reg.	bra2011ewhh
2011-03-11 06:18:31	4.3	MLV	15	50.41 N	17.05 E	548 km	A	BRA	Poland	bra2011ewmc
2011-03-11 05:46:55	8.1	Mx(mB)	11	34.16 N	146.62 E	10 km	A	BRA	Off East Coast of Honshu, Japan	bra2011ewla
2011-03-10 17:15:30	5.5	mb	15	16.76 N	83.39 E	10 km	A	BRA	Bay of Bengal	bra2011evmh
2011-03-10 11:20:50	5.4	mb	18	36.79 N	147.20 E	10 km	A	BRA	Off East Coast of Honshu, Japan	bra2011evap
2011-03-10 09:14:55	4.8	mb	10	68.72 N	61.29 E	125 km	A	BRA	Ural Mountains Region, Russia	bra2011euou
2011-03-10 04:57:54	5.5	mb	23	20.98 N	98.70 E	10 km	A	BRA	Myanmar	bra2011euony
2011-03-09 21:35:17	3.4	MLV	12	50.31 N	16.78 E	448 km	A	BRA	Poland	bra2011etbz
2011-03-09 21:22:02	5.8	mb	20	36.29 N	144.67 E	10 km	A	BRA	Off East Coast of Honshu, Japan	bra2011etty
2011-03-09 18:44:24	5.5	mb	19	36.31 N	144.88 E	10 km	A	BRA	Off East Coast of Honshu, Japan	bra2011etts
2011-03-09 18:15:48	5.6	mb	19	33.85 N	145.84 E	10 km	A	BRA	Off East Coast of Honshu, Japan	bra2011etbu
2011-03-09 03:08:38	5.7	mb	14	40.08 N	145.05 E	10 km	A	BRA	Off East Coast of Honshu, Japan	bra2011esow
2011-03-08 20:51:42	4.5	mb	13	78.89 N	110.57 E	10 km	A	BRA	Near Coast of Central Siberia, Russia	bra2011escl
2011-03-08 02:42:46	2.4	MLV	12	46.84 N	18.34 E	5 km	A	BRA	Czech and Slovak Republics	bra2011esgo
2011-03-06 20:51:26	3.9	mb	16	69.33 N	11.04 E	10 km	A	BRA	Norwegian Sea	bra2011esll
2011-03-05 05:20:48	3.8	mb	9	67.04 N	-4.88 E	10 km	A	BRA	Norwegian Sea	bra2011esha
2011-03-05 20:42:18	5.5	mb	23	25.47 N	69.74 E	10 km	A	BRA	Southern Iran	bra2011emps
2011-03-05 18:45:53	3.9	MLV	20	51.74 N	15.90 E	10 km	A	BRA	Poland	bra2011emlx
2011-03-05 11:23:46	5.4	mb	10	23.34 N	54.58 E	10 km	A	BRA	Eastern Arabian Peninsula	bra2011ekki
2011-03-05 04:32:39	4.3	MLV	23	51.47 N	16.09 E	10 km	A	BRA	Poland	bra2011eljt
2011-03-05 02:46:58	3.2	MLV	8	51.32 N	15.77 E	5 km	A	BRA	Poland	bra2011elgh
2011-03-05 00:46:57	3.4	MLV	13	52.23 N	17.20 E	405 km	A	BRA	Poland	bra2011elch
2011-03-04 11:16:30	4.4	mb	11	74.97 N	2.72 E	10 km	A	BRA	Greenland Sea	bra2011eklp
2011-03-04 02:36:05	4.1	mb	14	72.47 N	22.74 E	10 km	A	BRA	Barents Sea	bra2011ekjp

automatické lokalizácia a ich manuálna úprava

Location: Off East Coast of Honshu, Japan

Time: 2011-03-11 05:45:55

Depth: 10 km fixed

Lat: 34.16 ° N +/- 212 km

Lon: 146.62 ° E +/- 177 km

Phases: 11 / 11

RMS Res.: 1.3 s

Az. Gap: 355 °

Min. Dist.: 83.3 °

EventID: bra2011ewla

Agency: BRA

Author: scautoloc@seis3

Evaluation: - (A)

Method: LOCSAT

Earth model: iasp91

Updated: 2011-03-11 05:59:14

Used	Status	Phase	Net	Sta	Loc/Cha	Res	Dts (deg)	Az	Time
<input checked="" type="checkbox"/>	A	P	SK	KOLS	KOLS	-1.74	83.3	326	05:58:21.6
<input checked="" type="checkbox"/>	A	P	SK	STHS	STHS	-0.81	83.4	327	05:58:23.0
<input checked="" type="checkbox"/>	A	P	SK	CRVS	CRVS	2.87	83.7		05:58:28.2
<input checked="" type="checkbox"/>	A	P	SK	LANS	LANS	0.05	84.4	328	05:58:28.9
<input checked="" type="checkbox"/>	A	P	PL	KSP	KSP	0.33	84.4	331	05:58:29.3
<input checked="" type="checkbox"/>	A	P	CZ	OKC	OKC	-0.36	84.4	320	05:58:28.7

ID: Origin#0110311055514.78603.47378. Lat/Lon: 34.16 | 146.62. Depth: 10 km

View Navigation Picking Filter Locator

KOLS SK 22841.9

SK HHZ

D: 83.3°

A: 326.9°

BP 0.7 - 2 Hz 3rd order

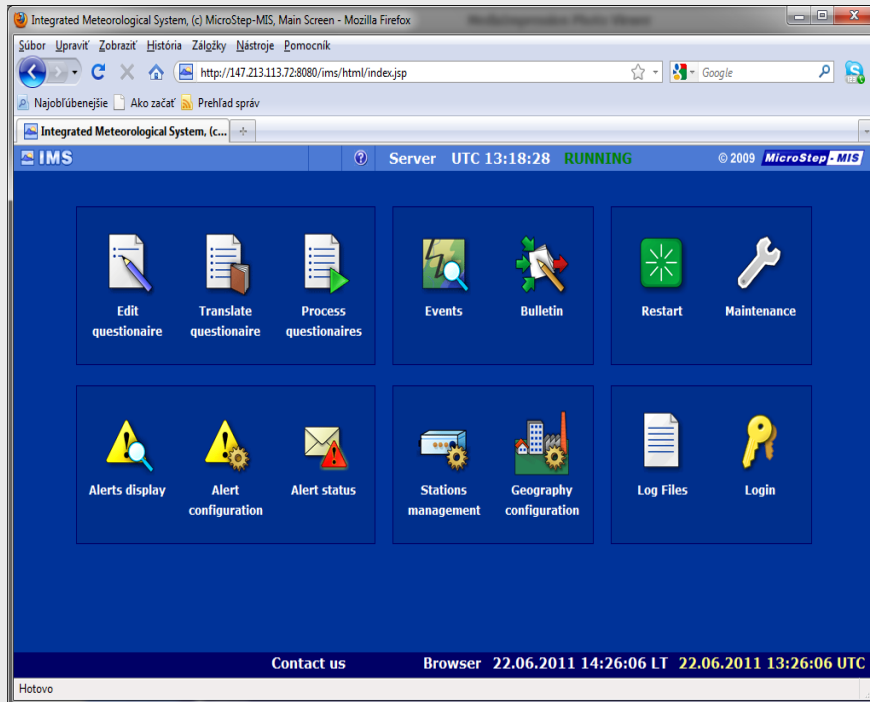
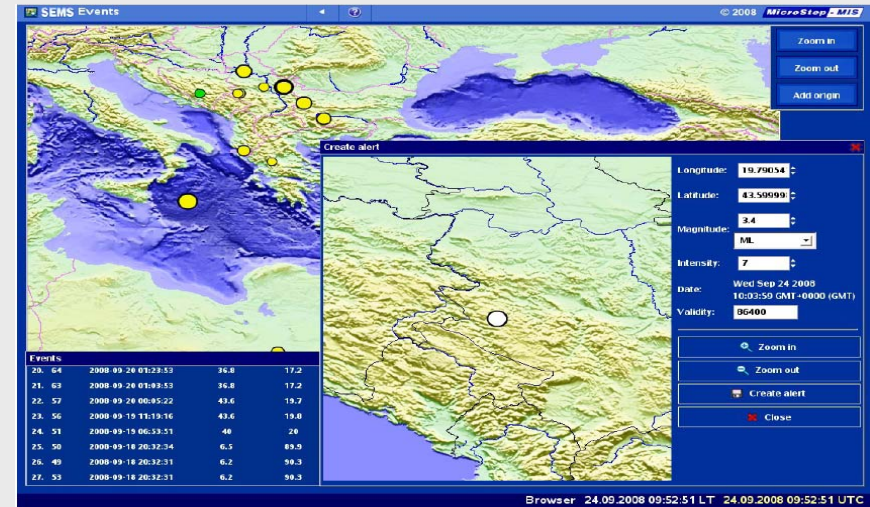
Station	Phase	Time
KOLS SK	P	22841.9
STHS SK	P	21884.5
CRVS SK	P	17090.6
LANS SK	P	15709.0
KSP PL	P	97379.5
OKC CZ	P	29705.1
HECS SK	P	6450.3
PSZ OE	P	13048.3
VYHS SK	P	16684.7
SMDL SK	P	24315.3
PRU CZ	P	9736.4

možnosť manuálnej úpravy „peakov“

Zdieľané dátové centrum

SeismoDB (seizmická databáza)

- údaje o seizmických javoch
- údaje o prístrojovom vybavení staníc
- makroseizmické údaje



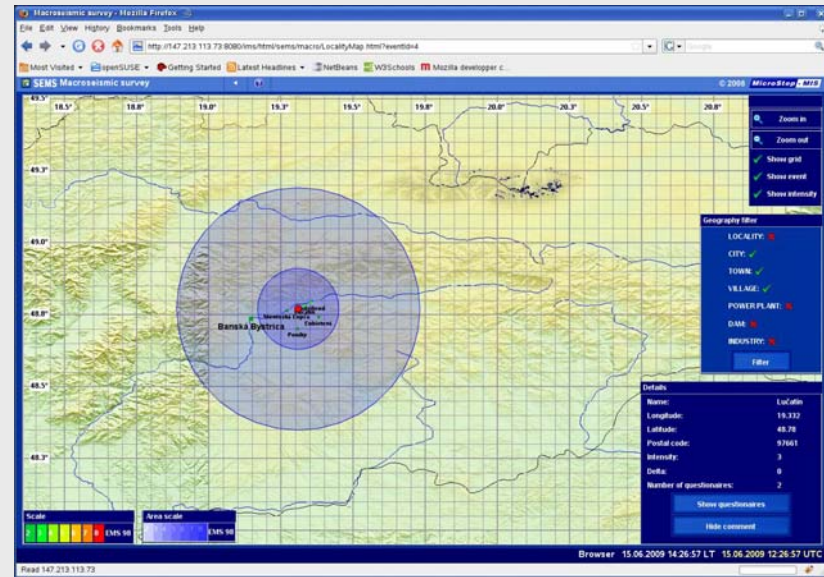
- komunikácia medzi klientom a serverom databázy je vybudovaná na moderných XML štandardoch
- prístup do databázy pomocou webových prehliadačov
- redukcia inštalačných nárokov na strane klienta na inštaláciu webového prehliadača a príslušných pluginov

Zdieľané dátové centrum

SeismoDB (seizmická databáza)

Prostredníctvom webových prehliadačov

- ❑ aktualizovanie údajov o jave geografických údajov údajov o prístrojovom vybavení staníc
- ❑ nastavovanie kritérií pre generovanie automatických alertov a distribúcia výstrah
- ❑ administrácia komunikácie s inými inštitúciami a štátnou správou
- ❑ navrhovanie, zverejňovanie a spracovávanie makroseizmických dotazníkov



Macro seismic questionnaire of the Geophysical Institute SAS

Please fill in this form and submit it by click on the SUBMIT button

Place and time of observation

When did you observe the quake:

10 January 2004 08:40

Street:

Dukovanska 114

Postal code:

97633

City:

Prievidza

Where did you observe the earthquake:

Outdoors

Indoors

In an swimming car

In a moving car

Elsewhere: Where

How many floors has the building:

1 or 2 floors

SEMS Localities

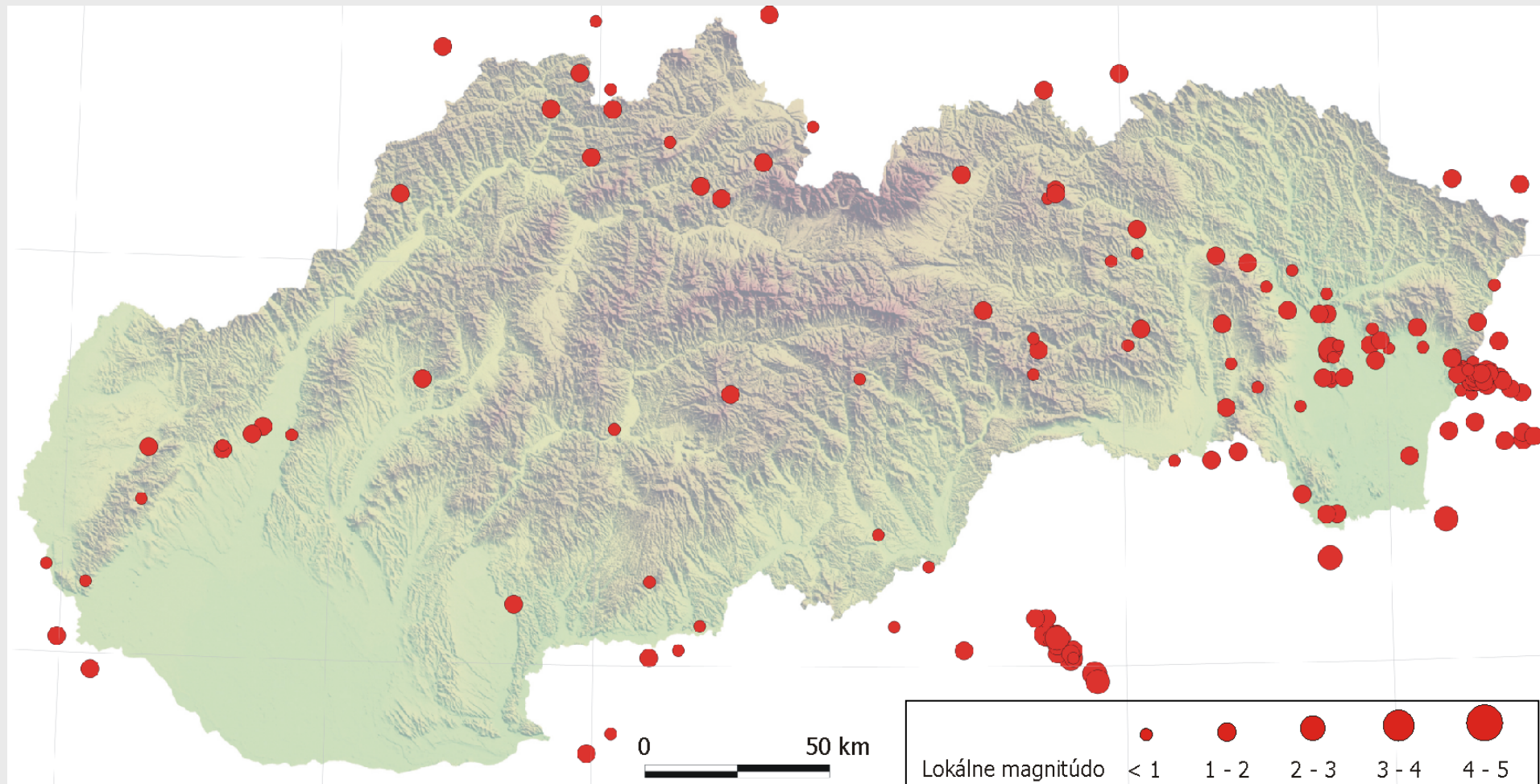
Name	Postal code	Longitude	Latitude	Intensity	Devia	Number of questionnaires	Status
Bratislava Bystrica	97496	15.2613	48.7389	3.0	6.0	1	OK
Bratislava Bystrica	97491	18.1466	48.7356	2.0	6.0	19	OK
Bratislava Bystrica	97494	18.3273	48.7304	2.0	6.0	3	OK
Bratislava Bystrica	97411	18.1606	48.7353	2.0	6.0	3	OK
Bratislava Bystrica	97499	18.3269	48.7325	2.0	6.0	1	OK
Lučivica	97651	15.332	48.78	3.0	6.0	2	OK
Modrohrad	97696	18.354	48.792	3.0	6.0	6	OK
Prievidza	97623	18.308	48.781	2.0	6.0	6	OK
Slovenská Ľupča	97613	15.271	48.763	2.0	6.0	2	OK
Zbierava	97635	18.361	48.741	2.0	6.0	6	OK

Map view Back to events

Browser: 15.06.2009 14:32:27 LT 15.06.2009 12:32:27 UTC

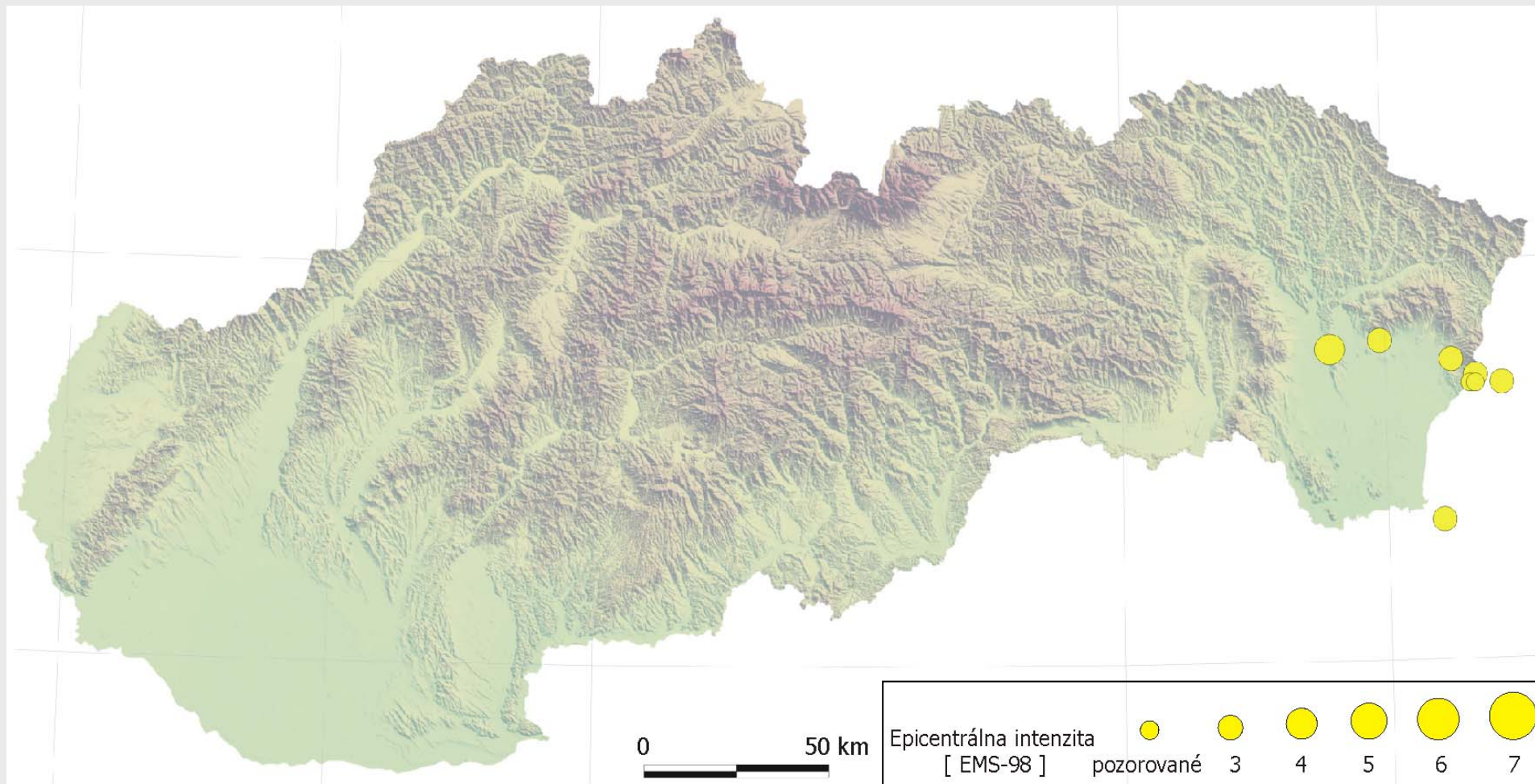
Zemetrasenia na Slovensku v rokoch 2009-2010

- **167** seizmometricky lokalizovaných zemetrasení s epicentrom v SK
(najväčšie z nich s lokálnym magnitúdom $M_L = 2.5$)



Zemetrasenia na Slovensku v rokoch 2009-2010

- ☐ **9** makroseizmicky pozorovaných zemetrasení na území Slovenska (najväčšie z nich s epicentrálnou intenzitou I_0 4° EMS98)



(zemetrasenie pozorované dňa 7.5.2009 s epicentrom v Rakúsku, nie je kvôli rozsahu mapky znázornené)

Zemetrasenia na Slovensku v rokoch 2009-2010

Seizmometricky lokalizované mikrozemetrasenia

2001	11	
2002	6	
2003	6	
<hr/>		NSSS
2004	25	
2005	50	
2006	52	
<hr/>		LSSVS
2007	63	
2008	95	
2009	82	
2010	78	

- zlepšenie kvality seizmického monitorovania znamená **zvýšený počet zaznamenaných a seizmometricky lokalizovaných zemetrasení**
- zvýšenú pracovnú kapacitu potrebnú na spracovanie údajov, **zvýšené časové a finančné nároky na udržanie staníc v prevádzke**

Zemetrasenia na Slovensku v rokoch 2009-2010

Makroseizmicky pozorované zemetrasenia

			z toho seizm. lokalizovaných
2001	5		4
2002	4		2
2003	5		3
<hr/>			
		NSSS	
2004	11		8
2005	1		1
2006	5		5
<hr/>			
		LSSVS	
2007	0		0
2008	3		3
2009	6		6
2010	3		3

zlepšenie kvality seizmického monitorovania nemá vplyv na počet makroseizmicky pozorovaných zemetrasení

možnosť seizm. lokalizovať makroseizmicky pozorované zemetrasenia bez ohľadu na to, v ktorej časti Slovenska sa vyskytnú

Spolupráca Národnej siete s lokálnymi sieťami – LSSVS

hlavná časť 6.1.2009 – 18.1.2009
(viac ako 30 zemetrasení)

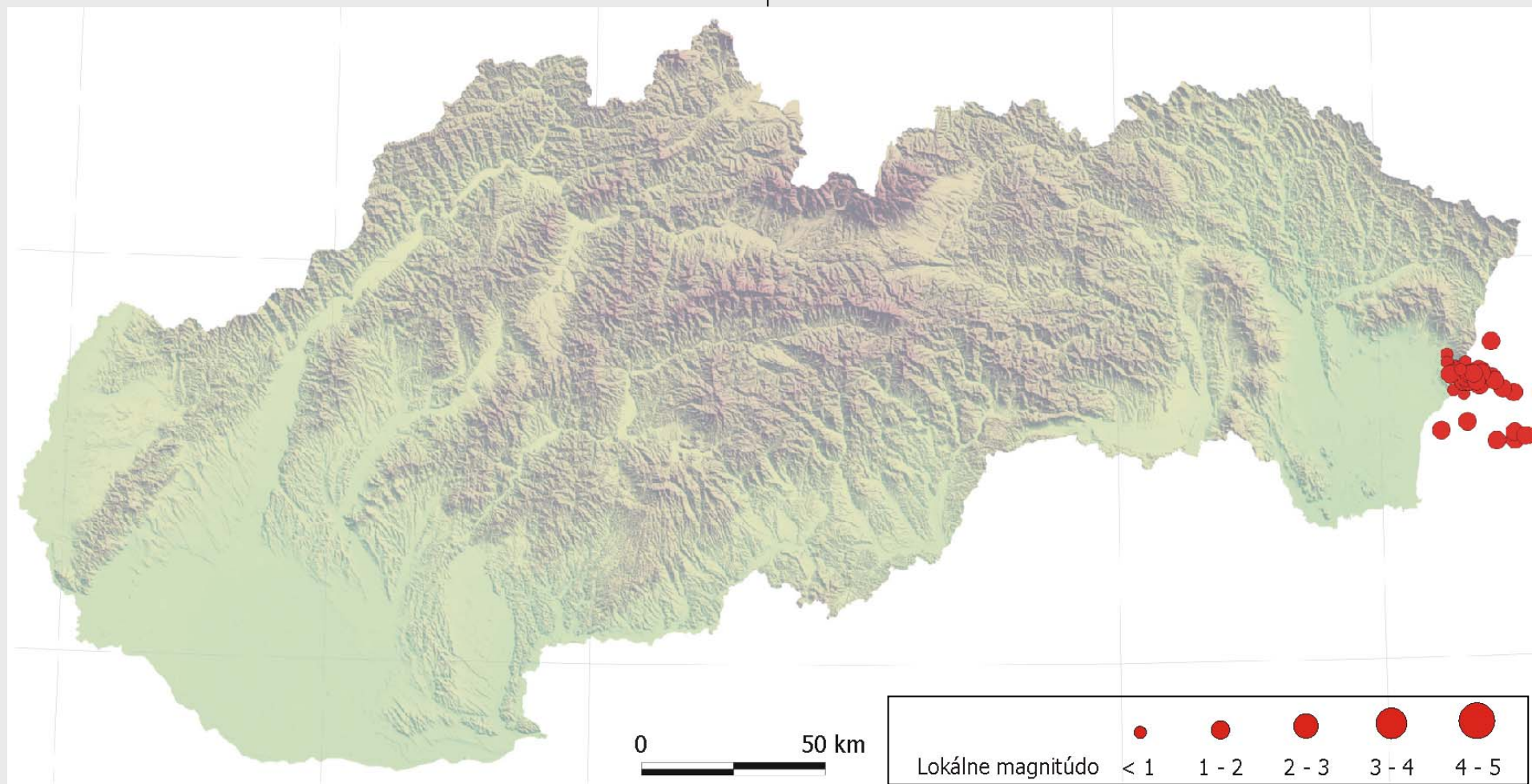
pokračovanie 02/2009 a 11-12/2009

vzájomná súčinnosť LSSVS a NSSS

lokalizovaných cca 50 zt

najsilnejšie s magnitúdom ML 1.5

4 makroseizmicky pozorované zt



- ❑ štúdium zdrojovej oblasti Malých Karpát
- ❑ postupná relokalizácia vybraných lokálnych zemetrasení
- ❑ výpočet ohniskových mechanizmov pre tieto zemetrasenia

viac informácií v nasledujúcom príspevku

Lucia Fojtíková, Miriam Kristeková, Václav Vavryčuk

Niektoré metodologické aspekty určenia ohniskových mechanizmov slabých lokálnych zemetrasení inverziou vlnového poľa
Aplikácia na dáta z oblasti Malých Karpát

Závery

- ❑ v rokoch 2009-2010 na území Slovenska
 - 167 seizmometricky lokalizovaných zemetrasení
 - 9 makroseizmicky pozorovaných zemetrasení
- ❑ ohniskové mechanizmy pre zemetrasenia z oblasti Malých Karpát
- ❑ v spolupráci NSSS a LSSVS doteraz nepoznaná aktivita vých. Slovenska
- ❑ unifikované spracovanie seizmických dát NSSS a LSSVS umožňujúce v prípade potreby ľahké zdieľanie údajov a spoločnú analýzu

Úloha do najbližšej budúcnosti

- ❑ zdieľané dátové centrum s modernou seizmickou databázou zabezpečujúcou v automatickom režime základné činnosti seizm. služby (tvorbu seismo reportov, mesačných ISC reportov, zoznam blízkych javov, zber a vyhodnocovanie makroseizmických dotazníkov)

Ďakujem za pozornosť