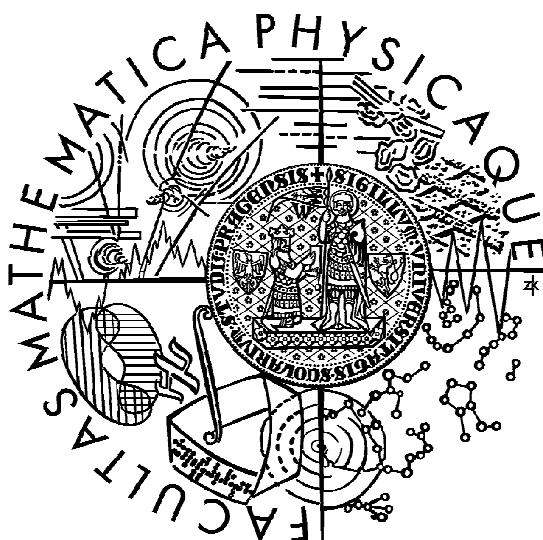


Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE



Pavla Procházková

**Metodika zpracování makroseismických dat a její
aplikace na západočeský seismický roj 2008**

Katedra geofyziky

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Oldřich Novotný, CSc.
Konzultantka diplomové práce: RNDr. Pavla Hrubcová, PhD.

Studijní program: Geofyzika

2010

Děkuji doc. RNDr. Oldřichu Novotnému, CSc. a RNDr. Pavle Hrubcové, PhD. za odborné vedení při vypracování této diplomové práce, za jejich trpělivost, všestrannou pomoc, věnovaný čas a přínosné odborné rady.

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci napsala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce.

V Praze dne: 10. 12. 2010

Pavla Procházková

Obsah

Obsah	2
Abstrakt	4
Úvod	6
1 Základní veličiny vážící se k dané problematice	8
1.1 Makroseismická intenzita	8
1.2 Magnitudo	9
2 Historie zemětřesení v západočeském regionu	10
2.1 Zemětřesný roj 1985 – 86	12
3 Stupnice makroseismické intenzity	16
4 Zemětřesný roj 2008	23
4.1 Vyhodnocení českých dat	25
4.2 Souhrnné statistiky českých dat	32
4.3 Poškození budov	36
4.4 Manuální vyhodnocování intenzit v ČR	39
4.4.1 Vyhodnocení intenzity v jednotlivých městech	39
4.4.2 Vyhodnocení intenzity v oblastech 0,1° x 0,1°	44
4.5 Manuální vyhodnocování intenzit v Německu	47
4.5.1 Vyhodnocení intenzity v Sasku	49
4.5.2 Vyhodnocení intenzity v Bavorsku	51
4.6 Automatické vyhodnocení makroseismické intenzity	53
4.6.1 Původní program vyvinutý pro British Geological Survey (BGS)	54
4.6.2 Získání vstupních dat pro program z dotazníků GFÚ	57
4.6.3 Získání vstupních dat pro program z německých dotazníků	62
4.6.4 Úpravy původního programu pro makroseismický roj 2008	64
4.7 Automatické vytvoření mapy izoseist	66
4.8 Srovnání manuálního a automatického vyhodnocení dat	69
5. Aplikace programu na největší otřesy zemětřesného roje 2008	71
6 Závěr	75
Literatura	80

Přílohy:

A Šindó – japonská makroseismická stupnice	83
B Modifikovaná Mercalliho stupnice (MM-56)	84
C Medveděvova-Sponheuerova-Kárníkova stupnice (MSK-64) - stručný popis	85
D Český makroseismický dotazník	86
E Bavorský makroseismický dotazník	89
F Saský makroseismický dotazník	93
G Britský makroseismický dotazník	96
H Návrh úpravy českého makroseismického dotazníku	99

Název práce: Metodika zpracování makroseismických dat a její aplikace na západočeský seismický roj 2008

Autorka: Bc. Pavla Procházková

Katedra (ústav): Katedra geofyziky

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Oldřich Novotný, CSc.

Konzultantka diplomové práce: RNDr. Pavla Hrubcová, PhD.

e-mail vedoucího: on@karel.troja.mff.cuni.cz

Abstrakt: V této práci je z makroseismického hlediska vyhodnocen zemětřesný roj z roku 2008, který proběhl v západočeském regionu. Úvodní kapitoly jsou věnovány objasnění základních pojmů, geologickému popisu oblasti a historii zemětřesení v příslušném regionu. Následuje historický vývoj makroseismických stupnic a podrobný popis stupnice EMS-98, podle které byla data ze zemětřesného roje vyhodnocována. V hlavní části práce je manuální makroseismické vyhodnocení roje, následuje popis programu pro automatické vyhodnocení dat a aplikace programu na získaná data. Bylo zjištěno, že výstupy programu velmi dobře odpovídají manuálnímu vyhodnocení. V další části je podrobně popsán program pro vykreslení izoseist. V příloze čtenář nalezne přehled makroseismických stupnic, vzor dotazníků a návrh dotazníku nového.

Klíčová slova: makroseismická intenzita, EMS-98, zemětřesný roj 2008, západní Čechy

Title: Methods of processing macroseismic data and their application to the 2008 earthquake swarm in western Bohemia

Author: Bc. Pavla Procházková

Department: Department of Geophysics

Supervisor: doc. RNDr. Oldřich Novotný, CSc.

Consultant: RNDr. Pavla Hrubcová, PhD.

Supervisor's e-mail address: on@karel.troja.mff.cuni.cz

Abstract: This work evaluates macroseismic observations of the earthquake swarm which occurred in West Bohemia in 2008. The first chapters are devoted to the explanation of basic terms, the geological description of the region and the history of earthquakes in the region. The historical development of macroseismic scales and a

detailed description of the EMS-98, used for the evaluation of the 2008 earthquake swarm data, are contained in the following chapters. The main part of the present work deals with the manual macroseismic evaluation of the swarm followed by a description of the program for the automatic evaluation of data. The program results were found to agree with the manual evaluation. In the next part there is a detailed description of a program for drawing isoseismal lines. In the appendix the reader can find an overview of macroseismic scales, sample questionnaires and suggestions to improve the Czech questionnaire.

Keywords: macroseismical intensity, EMS-98 earthquake swarm 2008, West Bohemia

Úvod

Je všeobecně známo, že západočeský region je seismicky velmi aktivní oblastí. Během 20. století a počátkem 21. století zde bylo pozorováno několik seismických rojů, s epicentry nejčastěji v blízkém okolí Nového Kostela. Nejčerstvější takovouto seismickou událostí je zemětřesný roj z konce roku 2008. Dle všeho otřesy nedosahovaly intenzity jako u roje, který proběhl na přelomu let 1985 a 1986, nicméně byly široce pozorovány a v některých případech byla u pojišťoven hlášena i poškození budov.

K popisu účinků zemětřesení na obyvatelstvo, budovy, přírodu a zvířata se užívá makroseismických stupnic. Ty ve své historii prodělaly výrazný vývoj, jenž bude popsán v této práci. Při sestavování nových stupnic byla zpravidla vyvinuta snaha zachovat kontinuitu tak, aby číselné hodnoty v různých stupnicích pokud možno co nejlépe odpovídaly. To mimo jiné umožňuje historická srovnání síly otřesů s údaji z doby, kdy nebyla k dispozici instrumentální data. V Evropě aktuálně používanou stupnicí je Evropská makroseismická stupnice 1998 (European Macroseismic Scale 1998, EMS-98), viz [1].

Geofyzikální ústav Akademie věd České republiky (GFÚ AV ČR) získal od obyvatel více než 900 vyplněných makrosiesmických dotazníků s informacemi o projevech otřesů roje 2008. Další informace byly získány ze Saska a Bavorska. Zpracování těchto dat se jeví jako vhodná příležitost pro první rozsáhlejší makroseismické vyhodnocení otřesů na území České republiky pomocí stupnice EMS-98.

Cílem práce je stanovit makroseismickou intenzitu roje v lokalitách, kde to bude možné, popsat metodiku vyhodnocení intenzity a poté navrhnout způsob automatického zpracování dat. Toto vyhodnocení by mohlo být propojeno s databází GFÚ, do níž pozorovatelé přes elektronický dotazník mohou vkládat data, a fungovalo by zcela automatizovaně.

Práce hodlá dále porovnat výstupy vyhodnocovacího programu s manuálním vyhodnocením, doposud běžně používaným, a zabývat se možnostmi automatického vykreslování izoseist. Dalším z výsledků práce bude návrh úprav stávajícího dotazníku

do podoby, která bude co nejlépe srozumitelná pozorovatelům a jejich odpovědi bude možno jednoznačně zpracovat ve vyhodnocovacím programu.

1 Základní veličiny vážící se k dané problematice

1.1 Makroseismická intenzita

Veličina, která kvantitativně popisuje makroseismické účinky zemětřesení v dané lokalitě, se nazývá makroseismická intenzita. Obvykle se označuje písmenem I . Tato intenzita se ze získaných dat určuje pomocí makroseismických stupnic, v nichž je definováno, jaké intenzitě odpovídají jaké makroseismické jevy (makroseismické stupnice jsou popsány podrobněji v kapitole 2).

Makroseismická intenzita je nejvyšší v epicentru zemětřesení – tato hodnota I_0 se nazývá epicentrální intenzita. Epicentrální intenzita souvisí s velikostí zemětřesení a s jeho hloubkou.

Účinky zemětřesení se vzdáleností od epicentra obvykle klesají a stejně tak klesá makroseismická intenzita. Nicméně, vlivem lokálních geologických podmínek, může docházet i k lokálním zvýšením intenzity. Hodnota makroseismické intenzity není nikdy zcela objektivní, vždy částečně záleží na subjektivním pohledu osoby, která získaná data vyhodnocuje.

Intenzitu vyznačujeme na mapě zpravidla pomocí izoseist. Jsou to čáry, oddělující oblasti s převažující intenzitou (např. oblast s převažující intenzitou 7 od oblasti s převažující intenzitou 6). Nejsou to tedy izočáry, protože intenzita je veličina celočíselná [2].

1.2 Magnitudo

Magnitudo, na rozdíl od makroseismické intenzity, je objektivní veličina popisující „sílu“ zemětřesení. Bylo zavedeno tak, aby v logaritmické stupnici souviselo s energií uvolněné v seismickém ohnisku. Tato veličina není proto lokální – pro dané zemětřesení by mělo být na všech seismických stanicích naměřeno magnitudo stejné. Magnitudo je definováno několika různými způsoby. V této práci je použito tzv. lokální magnitudo M_L , definované Ch. Richterm dle vzorce (1), jelikož toto magnitudo je pro západočeskou oblast používáno GFÚ. Ve vztahu (1) je A amplituda v mm na záznamu a Δ epicentrální vzdálenost stanice v km.

$$M_L = \log A + 3 \log \Delta - 2,92 \quad (1)$$

Magnitudo zemětřesení úzce souvisí s makroseismickou intenzitou. Tyto dvě veličiny nelze provázat zcela jednoznačně. Empiricky byl vztah magnituda a epicentrální intenzity popsán například přibližným vztahem (2), viz [2], kde h je hloubka hypocentra v km.

$$M = \frac{2}{3} I_0 + 1,2 \log h - 1,1 \quad (2)$$

2 Historie zemětřesení v západočeském regionu

Český masiv je součástí hercynského orogénu vytvořeného během kaledonského a hercynského vrásnění. Na našem území jsou jeho součástí tři významné geologické jednotky – moldanubikum, bohemikum a saxothuringicum. moldanubikum a bohemikum jsou v západních Čechách odděleny Mariánsko-lázeňským zlomem [3].

Krušnohorská zlomová plocha pak odděluje saxothuringicum od moldanubika [3]. Tato zlomová plocha je součástí Oherského zlomu.

V blízkosti průsečíku těchto zlomových ploch se nachází oblast Nového Kostela, právě zde je seismická aktivita na území České republiky v posledních desetiletích nejčastější a nejvýznamnější. V této oblasti se také nacházely epicentra všech větších otřesů během zemětřesného roje v roce 2008.

Region je z hlediska tektoniky rozdělen do velkého množství malých bloků [4]. Samotná seismická aktivita je dle [5] pravděpodobně způsobena aktivními severojižními zlomovými plochami, které se v oblasti západních Čech rovněž nacházejí. Dochází na nich k levostrannému horizontálnímu smyku. V oblasti průsečíků těchto zlomových ploch s Mariánskolázeňským zlomem dochází naopak k pravostranným pohybům, což zapříčiňuje hromadění napětí. To se uvolňuje během zemětřesných rojů. Zemětřesný rojem se označuje série zemětřesení bez převládajícího hlavního otřesu [6].

Epicentrální oblast je z jihu ohraničena Krušnohorskou zlomovou plochou. Jedná se o oblast o souřadnicích $50,0^{\circ}$ - $50,6^{\circ}$ severní šířky a $12,0^{\circ}$ - $13,0^{\circ}$ východní délky.

V oblasti se vyskytují i silné otřesy, které nejsou součástí zemětřesných rojů. Jejich původ je pravděpodobně odlišný a souvisí s hlubinnou zlomovou plochou procházející pod Saskem. Takovéto otřesy nastaly v letech 1875, 1883, 1888 a 1896, jejich epicentrální intenzita I_0 byla 5° až 6° dle stupnice MSK-64.

Otřesy v regionu západních Čech jsou obvykle velmi mělké. Typická hloubka podle dřívějších odhadů je 5 km [7].

První údaje o zemětřesení v západních Čechách jsou datovány ke konci 12. století [7], kdy lidé pozorovali otřesy a zaznamenali různé doprovodné jevy např. samovolné zvonění velkých zvonů. Tyto události byly ve většině případů předávány pouze v ústní podobě. Dle dochovaných historických údajů byly do 18. století zaznamenány zemětřesné roje v letech 1552, 1626, 1711, 1770-71 [8].

Historická makroseismická data nejsou úplná, jelikož ne všechny otřesy menších intenzit byly zaznamenány. Studium otřesů z období 1968-1983 a 1890-1915 ukázalo, že otřesy nebo skupiny otřesů nastávají v intervalu několika měsíců okolo hlavní části roje. Proto skupiny otřesů rojové povahy trvající několik dní mohou být také považovány za aktivní část slabého, jinak nepozorovaného, roje [7].

Významné historické zemětřesné roje v posledních 200 letech na území západních Čech uvádí tabulka 2.1. V tabulce jsou uváděny roje s maximální epicentrální intenzitou I_0 alespoň 5° dle MSK-64. Z tabulky je zřejmé, že maximální epicentrální intenzita I_0 souvisí s přibližnou délkou trvání t celého roje.

Tabulka 2.1 Historický přehled seismických rojů v západních Čechách [7], [10]

rok	I_0	t [týdny]
1824	6.5	4
1897	6.5	5
1900	5.5	8
1901	5	7
1903	7	12
1908	6.5	6
1929	5.5	1
1936-37	5	7
1962	5.5	8
1973	5	4
1985-86	7	13

Instrumentální data jsou k dispozici až od počátku dvacátého století. Přehled největších seismických otřesů v západočeském regionu a jejich lokální magnituda jsou uvedena v tabulce 2.2. Údaje byly získány z [9]

Tabulka 2.2 Přehled největších otřesů v západních Čechách ve 20. století

			MI				MI
1903	20. 2.	21:05	4.1	1908	3. 11.	13:25	5.0
	21. 2.	21:09	3.7		3. 11.	17:21	4.6
	24. 2.	8:37	4.2		4. 11.	10:56	4.4
	5. 3.	20:37	4.3		4. 11.	13:10	4.7
	5. 3.	20:55	4.1		4. 11.	20:40	4.4
	6. 3.	4:57	4.4		6. 11.	4:36	4.6
					19. 12.	5:04	4.2
1929	15. 5.	8:45	4.0	1962	17. 9.	18:54	2.7
	15. 5.	9:04	3.3		18. 9.	7:42	2.8
	15. 5.	9:08	3.5		19. 9.	23:16	2.5
	15. 5.	9:28	2.9		4. 10.	8:28	2.6
	15. 5.	10:09	3.2				
	15. 5.	10:41	3.6	1985	20. 12.	16:36	3.5
	15. 5.	19:30	3.0		21. 12.	10:16	4.5
	15. 5.	23:51	4.0		23. 12.	4:27	3.6
	16. 5.	5:00	3.0		24. 12.	0:04	3.5
	16. 5.	19:30	3.2	1986	20. 1.	23:38	4.2
	16. 5.	19:45	3.2		23. 1.	2:22	3.5

2.1 Zemětřesný roj 1985 – 86

Nejvýznamnější roj novodobé historie na území dnešní České republiky proběhl na přelomu let 1985 a 1986. Hlavní otřesy tohoto roje byly zaznamenány v prosinci roku 1985 a lednu roku následujícího. Přehled otřesů, u nichž byla vyhodnocena epicentrální intenzita I_0 alespoň stupně pět, je uveden v tabulce 2.3. Slabší otřesy byly pozorovány již od listopadu 1985 a poslední byly zaznamenány v dubnu 1986.

Tabulka 2.3 Významné otřesy roje 1985-86

				I₀
6. 12.	6:00	50,2	12,3	5,5
6. 12.	13:20	50,4	12,6	5
6. 12.	21:20	50,3	12,5	5
14. 12.	6:38	50,2	12,3	6,5
14. 12.	6:55	50,2	12,5	5
14. 12.	7:03	50,3	12,5	5
16. 12.	15:06	50,2	12,4	6
16. 12.	18:58	50,2	12,5	5
16. 12.	20:01	50,2	12,5	5
16. 12.	22:11	50,2	12,5	5
16. 12.	22:16	50,2	12,5	5,5
16. 12.	22:37	50,3	12,4	5
17. 12.	2:15	50,2	12,5	5
17. 12.	6:20	50,3	12,5	5
20. 12.	17:36	50,2	12,5	6
21. 12.	11:04	50,1	12,5	6
21. 12.	11:16	50,2	12,4	7
23. 12.	4:25	50,2	12,5	5,5
23. 12.	5:27	50,2	12,4	6
24. 12.	1:04	50,2	12,5	5
21. 1.	00:38	50,3	12,4	6,5
23. 1.	3:22	50,2	12,6	5

Výraznější zvukové projevy roje občané registrovali již od začátku roku 1985 ovšem krátká zadunění mezi Aší, Skalnou a Olovím byla pozorována již asi od poloviny roku 1982. Několik pozorovatelů dokonce popisovalo nezávisle i světelné efekty. [10].

Při shromažďování makroseismických dat byla použita vybudovaná síť pozorovatelů makroseismických projevů zemětřesení. Pomohly i sdělovací prostředky, které rozšířily žádost GFÚ o data [10]. Tato data byla zasílána GFÚ poštou. Dále ve dnech 20. - 22. 1. 1986 proběhl sběr makroseismických dat prostřednictvím ZŠ a gymnázia v Chebu. Při této akci bylo žákům rozdáno více než 4000 dotazníků k vyplnění rodiči. Akce se týkala pouze nejsilnějšího otřesu celého roje, z 21. 12. 1985 v 11:16 hodin a jejím cílem bylo seismické mikrorajonování města Cheb. Vráceno bylo asi 2500 vyplněných dotazníků [11]. Celkem bylo pro vyhodnocení k dispozici 15077

zpráv o 908 otřesech [12]. Počet dotazníků k jednotlivým otřesům uvádí tabulka 2.4. V některých případech byly otřesy krátce za sebou a u dotazníků nebylo možné přesně určit, ke kterému otřesu se váží. V té chvíli byl dotazník přiřazen k silnějšímu z otřesů.

Tabulka 2.4 Množství zpracovaných dotazníků dle otřesů

		n
6. 12.	6:00	155
14. 12.	6:38	640
14. 12.	6:40	722
14. 12.	6:52	86
14. 12.	6:54	140
14. 12.	6:59	80
14. 12.	7:03	118
16. 12.	15:06	427
16. 12.	15:16	95
16. 12.	19:58	96
16. 12.	22:16	191
20. 12.	17:36	239
21. 12.	11:04	134
21. 12.	11:16	6100
23. 12.	4:24	131
23. 12.	5:27	207
24. 12.	1:04	68
21. 1.	0:38	2431
23. 1.	3:22	52

Vyhodnocení intenzit pro jednotlivé lokality a otřesy bylo provedeno dle stupnice MSK-64. Nejprve byla každému pozorování přiřazena intenzita a poté byla určena intenzita v dané lokalitě jako modus intenzit příslušných pozorování [13].

Tento způsob umožňuje vyhodnotit intenzitu i z malého počtu pozorování, leč není použitelný pro současnou stupnici EMS-98, kde je k vyhodnocení třeba mít dostatečný statistický vzorek a nelze přiřazovat intenzitu jednotlivým dotazníkům. U dotazníků, které byly ze vzdálenějších oblastí, byl brán v úvahu fakt, že ve vyšších patrech budov se otřesy projevují silněji. U pozorování z pátého až devátého podlaží byla snížena intenzita přiřazená dotazníku o 0.5°, od desátého do čtrnáctého patra o 1° [14].

Tento způsob práce s informacemi z vysokých pater budov není možné použít pro vyhodnocení roje z roku 2008 ze dvou důvodů. Prvním důvodem je již výše zmíněné statistické zacházení s daty ve stupnici EMS-98, která nepracuje s intenzitami pro jednotlivá pozorování, ale s pravděpodobnostmi jevů odpovídajícími jednotlivým intenzitám. Druhý důvod je, že EMS-98 nepřipouští jiné, než celočíselné hodnoty intenzit, takže z tohoto hlediska posun v hodnocení intenzity o 0.5° rovněž není možný.

Izoseisty samotné byly v práci [15] vyhotoveny subjektivně, dle definice, že mají oddělovat oblasti s převažující intenzitou určité hodnoty. Vyhodnocení izoseist ztěžoval fakt, že vyhodnocena byla pro většinu otřesů pouze hlášení z území tehdejšího Československa a epicentrální oblast byla poměrně blízko hranic, tudíž izoseisty zpravidla nebyly uzavřené, nýbrž končily na hranici ČSSR. Z makroseismických dat byla dále určována poloha epicentra jako těžiště izoseisty s nejvyšší intenzitou.

Nejsilnějšímu otřesu z 21. 12. 1985, 10:16 UTC byla přiřazena v práci [16] epicentrální intenzita 7° (dle MSK-64), intenzita 4 a vyšší pokrývala většinu území Čech. Magnitudo tohoto otřesu mělo dle [17] hodnotu 4,8. Je zřejmé, že síla tohoto otřesu (a zřejmě i dalších) byla vyšší než síla otřesů při roji v roce 2008. Větší síla otřesů, a tedy jejich pozorování na výrazně větším území oproti otřesům z roku 2008 byla jedním z faktorů, proč bylo k dispozici ke zpracování větší množství dat. Počty dotazníků týkající se každého z dvou nejsilnějších otřesů roje z přelomu let 1985 a 1986 přesáhly množství dat získaných k celému roji 2008.

Další zdroje se liší, například dle [9] sice intenzita zřejmě přesáhla v některých místech hodnotu 6° , v některých místech mohla dosáhnout hodnoty $6,5^\circ$. Nicméně dle tohoto zdroje byly poškozeny pouze staré budovy a nejspíše i proto nebylo o možnosti intenzity stupně sedm uvažováno. Oproti tomu [18] uvádí, že poškozeny byly nejenom chatrné stavby, jak se původně soudilo, nýbrž i nové budovy. Studie [11], zabývající se výše zmíněným mikrorajonováním v Chebu zkoumala také vliv makroseismických účinků se vzrůstajícím podlažím. Vyhodnocení pozorování z přízemí až třetího patra cihlových budov potvrzuje vzrůstající makroseismické účinky s podlažím. U panelových budov, kde byly k dispozici informace až do desátého patra, nebyl tento trend potvrzen.

3 Stupnice makroseismické intenzity

Pro určení intenzity zemětřesení byla jako první zavedena klasifikace dle Domenica Pignatara v roce 1780.

Na konci 19. století byla široce přijata desetistupňová Rossi-Forelova stupnice, která byla používána až do začátku 20. století. Dnes je již používána jen v několika málo zemích, např. na Filipínách.

V dalších letech docházelo k vývoji mnoha dalších stupnic, používaných v různých částech světa.

Na přelomu 19. a 20. století byla Rossi-Forelova stupnice upravena Giuseppe Mercallim. Následně byla rozšířena z deseti na dvanáct stupňů Adolfo Cancanim a posléze upravena August Heinrich Siebergem. Tato stupnice je dnes nazývána Mercalli-Cancani-Siebergova stupnice (MSC). Její pozdější úpravy jsou dnes známy jako modifikované Mercalliho stupnice (MM-31, MM-56). MM-56 je dnes používána v USA.

V roce 1964 byla zavedena stupnice MSK-64. U vzniku byl Rus Sergěj Medvěděv, Němec Wilhelm Sponheuer a Čech Vít Kárník. Stupnice byla založena na zkušenostech z používání stupnic MCS, MM-31, MM-56 a Medvěděvovy stupnice známé také jako GEOFIAN z roku 1953 [1].

MSK-64 je v dnešní době používána např. v Indii, Izraeli a Rusku. Ve světě jsou dnes dále používané stupnice Šindó, která má 7 stupňů a je používána v Japonsku, a Liedu, používaná v Číně a Hong Kongu.

V roce 1992 byla doporučena Evropskou seismologickou komisí stupnice EMS-92, která byla později upravena na EMS-98 a využívá se v Evropě dodnes.

Tabulka 3.1 Stupnice EMS-98

I	nepocítěno	Nepocítěno ani za příznivých okolností, žádný vliv na předměty, žádné poškození.
II	vzácně pocítěno	Pocítěno jen na izolovaných místech nebo osobami v klidu uvnitř budov, žádné poškození.
III	slabé	Zemětřesení je pocítěno v několika případech uvnitř budovy, lidé v klidu cítí kymáčení nebo lehké chvění. Visící objekty se lehce kývají. Žádné poškození.
IV	široce pozorován	Zemětřesení je pocítěno mnoha lidmi uvnitř budov a v několika případech venku. Někteří lidé jsou probuzeni. Stupeň vibrací nezpůsobuje strach. Pozorovatelé cítí lehké chvění nebo kymáčení budovy, pokoje, postele či židle. Porcelán, sklenice, okna a dveře řinčí. Visící objekty se kývou. Lehký nábytek se v několika případech viditelně třese. Žádné poškození.
V	silné	Zemětřesení je pocítěno většinou lidí uvnitř, některými venku. Někteří lidé jsou vystrašeni. Mnoho spících je probuzeno. Pozorovatelé cítí silné třesení celé budovy, pokoje nebo nábytku. Visící objekty se značně kývou. Porcelán a sklenice řinčí. Malé nestabilní objekty se mohou posunout nebo spadnout. Dveře a okna se otevírají a zavírají. V několika případech praskají okenní tabulky. Tekutiny oscilují a mohou se rozlít z naplněných nádob. Zvířata uvnitř mohou být nervózní. U několika budov třídy zranitelnosti A a B dochází k poškození stupně 1.
VI	lehce poškozující	Pocítěno většinou lidí uvnitř a mnoha lidmi venku. Někteří lidé ztrácí rovnováhu. Mnoho lidí je vystrašeno a vybíhá z budov ven. Malé objekty mohou spadnout a nábytek se může posunout. V některých případech se rozbíjí nádoby a sklenice. Zvířata uvnitř i venku mohou být vystrašená. Poškození stupně 1 u mnoha budov třídy zranitelnosti A a B. Několik budov třídy zranitelnosti A a B poškozeno stupněm 2. Některé budovy typu C poškozeny stupněm 1.

VII	poškozující	Většina lidí je vystrašena a snaží se vyběhnout z budovy. Mnoho lidí má problém stát, zejména ve vyšších patrech. Nábytek je posunut, lehčí kusy nábytku se mohou převrátit. Objekty padají z polic ve velkém počtu. Voda se rozlévá z nádob a kontejnerů. Mnoho budov typu A utrpí poškození stupně 3, některé stupně 4. Mnoho budov typu B utrpí poškození stupně 2, některé stupně 3. Několik budov typu C utrpí poškození stupně 2. Několik budov typu D utrpí poškození stupně 1.
VIII	těžce poškozující	Mnoho lidí má problém stát, dokonce i venku. Nábytek se může převrátit. Objekty jako TV či psací stroje padají na zem. Na měkké zemi mohou být viděny vlny. Mnoho budov typu A utrpí poškození stupně 4, některé stupně 5. Mnoho budov typu B utrpí poškození stupně 3, některé stupně 4. Mnoho budov typu C utrpí poškození stupně 2, některé stupně 3. Některé budovy typu D utrpí poškození stupně 2.
IX	destruktivní	Všeobecná panika, lidé mohou padat. Památníky a sloupy padají nebo jsou vyvráceny. Na měkké zemi jsou vidět vlny. Mnoho budov typu A utrpí poškození stupně 5. Mnoho budov typu B utrpí poškození stupně 4, některé stupně 5. Mnoho budov typu C utrpí poškození stupně 3, některé stupně 4. Mnoho budov typu D utrpí poškození stupně 2, některé stupně 3. Některé budovy typu E utrpí poškození stupně 2.
X	velmi destruktivní	Většina budov typu A utrpí poškození stupně 5. Mnoho budov typu B utrpí poškození stupně 5. Mnoho budov typu C utrpí poškození stupně 4, některé stupně 5. Mnoho budov typu D utrpí poškození stupně 3, některé stupně 4. Mnoho budov typu E utrpí poškození stupně 2, některé stupně 3. Některé budovy typu F utrpí poškození stupně 2.
XI	devastující	Většina budov typu B utrpí poškození stupně 5. Většina budov typu C utrpí poškození stupně 4, mnoho stupně 5. Mnoho budov typu D utrpí poškození stupně 4, některé stupně 5. Mnoho budov typu E utrpí poškození stupně 3, některé stupně 4. Mnoho budov typu F utrpí poškození stupně 2, některé stupně 3.
XII	zcela devastující	Všechny budovy typu A a B a prakticky všechny budovy typu C jsou zničeny. Většina budov typu D, E, F jsou zničeny. Zemětřesení dosahuje maximálního projevu.

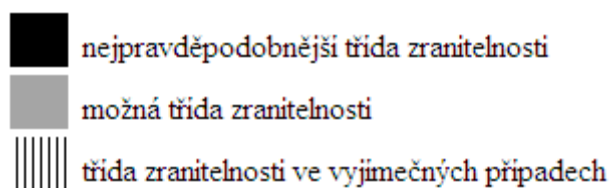
Stupnice EMS vycházela ze základů stupnice MSK. Cílem bylo, aby nově vytvořená stupnice splňovala tyto požadavky: robustnost (odolnost vůči malým změnám diagnostiky), jednoduchost použití, měla by odrážet kulturní rozdíly v různých oblastech, neměla by zahrnovat korekce na půdní podmínky.

Při tvorbě stupnice EMS vyvstalo několik problémů. Nejvýznamnějším byla patrně nutnost zahrnout nové typy budov, zejména ty s protizemětřesnou úpravou. Problémem byly nízké zkušenosti s chováním těchto budov a též množství konstrukčních kategorií těchto budov.

Důležitým krokem bylo zavedení tabulky zranitelnosti (viz tabulka 3.2). Typy budov, které budou konstruovány v budoucnu a nejsou v tabulce zahrnuty, do ní mohou být jednoduchým způsobem přidány [1]. Tabulka zranitelnosti přiřazuje jednotlivým typům budov třídu zranitelnosti od A do F (kde A je nejvíce zranitelná a F nejméně zranitelná budova). Zohledňuje ovšem i fakt, že budovy stejného typu (např. dřevěné) mohou náležet podle kvality stavby a stáří do různých tříd zranitelnosti. Proto je typu budovy kromě třídy přiřazen i interval, který určuje, jakých tříd zranitelnosti mohou budovy daného typu dosahovat.

Tabulka 3.2 Třídy zranitelnosti






Typ konstrukce		Třídy zranitelnosti					
		A	B	C	D	E	F
zdivo	štěrka, neopracovaný kámen	■					
	nepálené cihly	■	■				
	kámen		■				
	masivní kámen		■	■			
	nevyztužené s opracovanými kameny		■				
	nevyztužené s vyztuženými betonovými podlahami		■	■			
	vyztužené				■	■	
vyztužený beton	konstrukce bez protizemětresné úpravy		■	■			
	konstrukce se střední úrovní protizemětresné úpravy			■	■	■	
	konstrukce s vysokou úrovní protizemětresné úpravy				■	■	■
	zdi bez protizemětresné úpravy			■	■		
	zdi se střední úrovní protizemětresné úpravy				■	■	
	zdi s vysokou úrovní protizemětresné úpravy					■	■
ocel	ocelové konstrukce				■	■	
dřevo	dřevěné konstrukce			■	■		




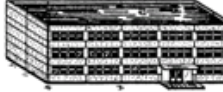



Nedílnou součástí EMS-98 jsou tabulky klasifikace stupně poškození budov. Dělí se na klasifikaci poškození zděných budov (viz tabulka 3.3) a klasifikaci poškození vyztužených betonových budov (viz tabulka 3.4).

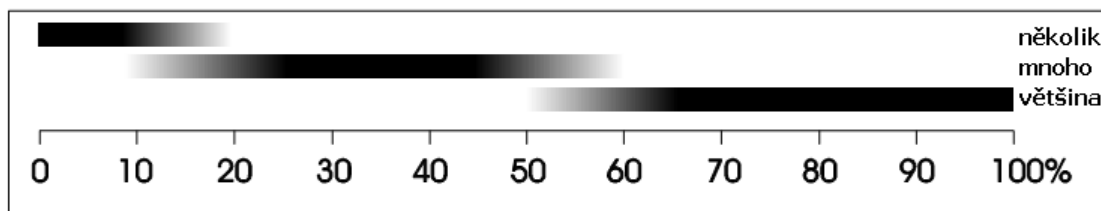
Stupnice samotná je založena na procentuálním zastoupení jednotlivých jevů. Ve stupnici samotné jsou pravděpodobnosti popisovány pomocí pojmů “několik“, “mnoho“, “většina“. Matematické vyjádření těchto pojmů je znázorněno na obrázku 3.1.

Tabulka 3.3 Klasifikace poškození zděných budov

	<p>Stupeň 1. Nepatrné až lehké poškození (žádné strukturální poškození, lehké nestrukturální). Vlasečnicové trhliny v několika málo zdech. Opadané malé kousky omítky, ve vyjimečných případech pád uvolněných kamenů z vyšších pater.</p>
	<p>Stupeň 2. Střední poškození (lehké strukturální poškození, střední nestrukturální). Trhliny v mnoha zdech, opadané poměrně velké části omítky, částečné zhroucení komínů.</p>
	<p>Stupeň 3. Podstatné až těžké poškození (střední strukturální poškození, těžké nestrukturální). Rozsáhlé trhliny ve většině zdi. Uvolněné střešní tašky, zhroucené komíny, poškození jednotlivých nestrukturálních prvků (příčky, štitové zdi).</p>
	<p>Stupeň 4. Velmi těžké poškození (těžké strukturální poškození, velmi těžké nestrukturální). Závažné poškození zdi, částečné strukturální poškození střech a podlah.</p>
	<p>Stupeň 5. Destrukce (velmi těžké strukturální poškození). Úplné nebo téměř úplné zhroucení.</p>

Tabulka 3.4 Klasifikaci poškození vyztužených betonových budov

	<p>Stupeň 1. Nepatrné až lehké poškození (žádné strukturální poškození, lehké nestrukturální). Drobné trhliny v omítce. Drobné trhliny v příčkách a výplních.</p>
	<p>Stupeň 2. Střední poškození (lehké strukturální poškození, střední nestrukturální) Trhliny ve sloupech a trámech nosné konstrukce. Trhliny v příčkách a výplních. Pády kusů omítky a malty ze spojů mezi panely.</p>
	<p>Stupeň 3. Podstatné až těžké poškození (střední strukturální poškození, těžké nestrukturální) Trhliny ve sloupech a trámech nosné konstrukce v přízemí a ve spojovacích zdech. Odšupování betonového povrchu, zkroucení železné výztuže. Velké trhliny v příčkách a výplních, poškození jednotlivých vnitřních panelů.</p>
	<p>Stupeň 4. Velmi těžké poškození (těžké strukturální poškození, velmi těžké nestrukturální) Velké trhliny ve strukturálních prvcích s trhlinami v betonu a zlomenými železnými výztužemi. Naklonění sloupů a zhroucení některých sloupů nebo jednotlivých vyšších pater.</p>
	<p>Stupeň 5. Destrukce (velmi těžké strukturální poškození) Zhroucení přízemí nebo části budovy.</p>



Obr. 3.1 Definice kvantity

4 Zemětřesný roj 2008

Na podzim roku 2008 zasáhl západ České republiky v oblasti Nového Kostela zemětřesný roj. První otřesy byly zaznamenány 8. 10. okolo 00:14 UTC. Přehled významnějších otřesů je uveden v tabulce 4.1, data byla získána od GFÚ AV ČR. Jednalo se o patrně nejvýznamnější roj od roku 1986.

Tabulka 4.1 Přehled významných otřesů: zeměpisná šířka a délka jsou uvedeny ve stupních, h je hloubka, M_l je lokální magnitudo.

datum	čas (UTC)	poloha epicentra		h [m]	M_l
8. 10. 2008	00:14:40.830	50,201	12,459	10330	2,1
8. 10. 2008	01:04:38.250	50,204	12,453	10030	2,1
8. 10. 2008	02:32:07.930	50,208	12,448	10030	2,1
9. 10. 2008	21:53:47.270	50,211	12,448	10040	2,1
9. 10. 2008	22:15:55.141	50,212	12,448	9930	2,2
9. 10. 2008	22:20:34.061	50,214	12,445	9690	2,6
9. 10. 2008	22:20:37.859	50,211	12,451	9840	3,1
10. 10. 2008	00:39:45.141	50,209	12,452	9810	2,6
10. 10. 2008	03:18:36.369	50,209	12,449	9380	2,3
10. 10. 2008	03:22:05.199	50,209	12,452	9670	3,2
10. 10. 2008	03:22:06.750	50,210	12,452	9500	2,9
10. 10. 2008	03:23:17.199	50,206	12,451	9240	2,4
10. 10. 2008	04:52:50.211	50,216	12,446	9690	2,4
10. 10. 2008	05:13:55.199	50,218	12,446	9550	2,3
10. 10. 2008	06:27:20.750	50,211	12,448	9420	2,2
10. 10. 2008	06:34:48.939	50,207	12,451	9280	2,5
10. 10. 2008	07:32:01.439	50,216	12,446	9800	2,4
10. 10. 2008	08:08:46.240	50,212	12,447	9590	3,7
10. 10. 2008	08:12:04.881	50,215	12,450	10160	2,1
10. 10. 2008	11:17:39.330	50,219	12,447	9520	2,1
10. 10. 2008	11:18:41.619	50,218	12,447	9600	3,1
10. 10. 2008	13:51:34.961	50,220	12,446	9550	2,3
10. 10. 2008	13:51:35.430	50,215	12,453	9840	2,4
10. 10. 2008	17:55:16.869	50,213	12,446	10160	2,1
10. 10. 2008	19:08:32.240	50,217	12,446	9580	2,7
10. 10. 2008	19:14:09.590	50,215	12,446	9770	2,3
10. 10. 2008	21:41:40.760	50,221	12,446	9600	2,3
10. 10. 2008	22:19:05.609	50,220	12,446	9620	2,3
11. 10. 2008	05:07:10.410	50,224	12,445	9370	2,1
11. 10. 2008	05:55:01.869	50,219	12,453	9470	2,2
11. 10. 2008	11:13:28.150	50,213	12,456	10010	2,1
11. 10. 2008	19:08:32.240	50,217	12,446	9580	2,7
11. 10. 2008	19:08:32.240	50,217	12,446	9580	2,7
12. 10. 2008	06:35:06.631	50,209	12,453	10740	2,1

datum	čas (UTC)	poloha epicentra		h [m]	MI
12. 10. 2008	06:39:48.520	50,209	12,457	9570	2,5
12. 10. 2008	07:19:57.369	50,199	12,461	9390	2,5
12. 10. 2008	07:44:56.320	50,210	12,449	9310	3,5
12. 10. 2008	12:09:42.150	50,209	12,457	9640	2,2
12. 10. 2008	13:24:09.961	50,192	12,464	9600	2,1
12. 10. 2008	14:48:13.850	50,193	12,464	9630	2,3
12. 10. 2008	14:49:15.301	50,192	12,464	9400	2,1
12. 10. 2008	15:09:53.391	50,196	12,463	9090	2,5
12. 10. 2008	16:20:16.051	50,210	12,456	9960	2,1
12. 10. 2008	22:39:22.580	50,209	12,452	10790	2,1
13. 10. 2008	00:16:09.311	50,210	12,452	10930	2,2
13. 10. 2008	01:42:47.359	50,210	12,451	10810	2,7
13. 10. 2008	09:40:42.070	50,210	12,458	8980	2,1
14. 10. 2008	04:01:36.311	50,217	12,444	9640	3,0
14. 10. 2008	04:05:49.160	50,219	12,442	9810	2,4
14. 10. 2008	04:05:49.260	50,219	12,443	9780	2,8
14. 10. 2008	04:06:56.859	50,222	12,444	9040	2,1
14. 10. 2008	05:49:04.350	50,212	12,456	10020	2,4
14. 10. 2008	10:34:07.990	50,214	12,455	8830	2,2
14. 10. 2008	10:47:36.711	50,222	12,445	9510	2,2
14. 10. 2008	19:00:33.100	50,213	12,448	8850	3,7
15. 10. 2008	03:40:48.789	50,196	12,466	8930	2,4
15. 10. 2008	16:00:04.250	50,211	12,449	8720	2,4
16. 10. 2008	10:48:22.500	50,207	12,462	8630	2,6
19. 10. 2008	05:47:54.801	50,209	12,455	10880	2,1
21. 10. 2008	00:55:32.131	50,222	12,451	9110	2,5
21. 10. 2008	00:55:46.311	50,218	12,456	9090	2,1
21. 10. 2008	01:10:55.000	50,218	12,455	8920	2,5
21. 10. 2008	01:39:38.920	50,214	12,457	9010	2,1
21. 10. 2008	01:40:17.830	50,216	12,458	8870	2,2
21. 10. 2008	02:14:02.539	50,214	12,458	9020	2,8
21. 10. 2008	03:02:43.510	50,219	12,457	9470	2,2
28. 10. 2008	08:27:35.260	50,203	12,465	8410	2,6
28. 10. 2008	08:30:11.400	50,212	12,454	7870	3,6
28. 10. 2008	10:07:00.150	50,204	12,462	8680	2,4
28. 10. 2008	14:51:52.160	50,213	12,459	8520	2,6
28. 10. 2008	16:44:55.990	50,215	12,460	8080	2,1
29. 10. 2008	02:10:04.051	50,198	12,463	8670	2,3
30. 10. 2008	08:19:03.631	50,209	12,465	7830	2,4
31. 10. 2008	03:17:43.920	50,217	12,455	7510	2,6
17. 11. 2008	16:09:16.189	50,223	12,445	8280	2,5
23. 11. 2008	18:44:18.820	50,238	12,457	7180	2,2

Pro vyhodnocení intenzit zemětřesení byla využita makroseismická data, která byla získána od obyvatel prostřednictvím papírových dotazníků, dotazníků vyplněných

přímo na webových stránkách Geofyzikálního ústavu AV ČR a data z Bavorska a Saska získaná od dr. Reinharda Mittaga, TU Bergakademie Freiberg Institut für Geophysik Seismologisches Observatorium.

4.1 Vyhodnocení českých makroseismických dat

Dotazníků bylo odevzdáno asi 850 kusů. Z toho 780 přišlo v elektronické podobě. Zbylých asi 70 dotazníků bylo ručně vyplněných na papíře. Značná část papírových dotazníků byla nepoužitelná z důvodů chybného vyplnění. Nejčastějšími chybami bylo uvedení více otřesů v jednom dotazníku, nedostatečná lokace, chybějící údaje, nečitelnost.

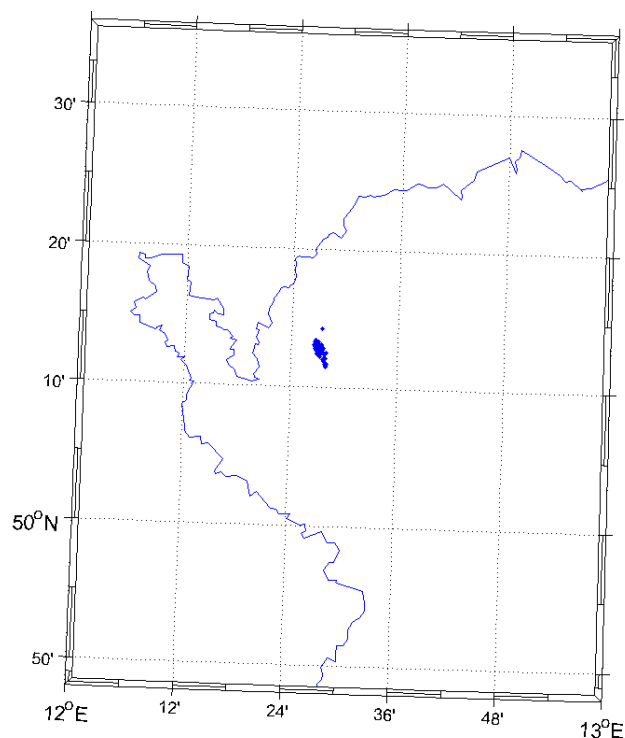
Všechny tyto problémy jsou při vyplňování elektronického formuláře vyloučeny, což je jeho hlavní předností.

Oproti tomu nevýhodou elektronického formuláře je, že je vyplněn téměř výhradně lidmi, kteří otřes pocítili, což výsledné intenzity nadhodnocuje. Problém se týká hlavně rozlišení intenzit stupně 2 a 3, v případě intenzit vyšších, kdy je zemětřesení všeobecně pozorováno, je statistický vzorek reprezentativní

Z celého roje bylo zpracováno sedm nejvýraznějších otřesů (viz tabulka 4.2). Kritériem pro výběr otřesů bylo lokální magnitudo určené v GFÚ AV ČR, jehož hodnota byla vyšší než 3. Geografické rozložení epicenter vybraných otřesů je znázorněno na obrázku 4.1.

Tabulka 4.2 Sedm nejvýznamnějších otřesů

datum	čas (UTC)	poloha epicentra		h [m]	MI
9. 10. 2008	22:20:37.859	50,211	12,451	9840	3,1
10. 10. 2008	03:22:05.199	50,209	12,452	9670	3,2
10. 10. 2008	08:08:46.240	50,212	12,447	9590	3,7
10. 10. 2008	11:18:41.619	50,218	12,447	9600	3,1
12. 10. 2008	07:44:56.320	50,210	12,449	9310	3,5
14. 10. 2008	19:00:33.100	50,213	12,448	8850	3,7
28. 10. 2008	08:30:11.400	50,212	12,454	7870	3,6



Obr. 4.1 Geografické rozložení epicenter

Otázkou bylo, jak velkou toleranci odchylek určení času respondentem od epicentrálního času otřesu je vhodné použít. Je zřejmé, že respondenti, hlavně v noci, nezaznamenali čas otřesu zcela přesně. Optimální interval byl určen na základě četnosti odchylek časů a stanoven na ± 20 minut. Z celkového počtu 782 korektně vyplněných dotazníků bylo uvnitř těchto oken okolo hlavních otřesů dotazníků 646, tedy asi 83%. Dotazníky, ve kterých respondenti uvedli časy nespádající do žádného z určených intervalů, nebylo možno jednoznačně přiřadit k žádnému z otřesů, proto byly z dalšího zpracování vyřazeny. Počty dotazníků z jednotlivých obcí jsou uvedeny v tabulce 4.3, kde číslo m odpovídá celkovému počtu korektně vyplněných dotazníků a číslo n odpovídá počtu dotazníků splňujících výše uvedené časové kritérium. V tabulce jsou uvedeny pouze obce, ze kterých bylo zpracovááno alespoň 5 dotazníků.

Tabulka 4.3 Počty dotazníků z jednotlivých obcí (vysvětlivky viz text). Obce jsou seřazeny sestupně podle počtu použitelných dotazníků.

obec	m	n
Cheb	97	91
Sokolov	64	60
Aš	61	48
Karlovy Vary	35	29
Kraslice	33	25
Nejdek	22	20
Chomutov	26	18
Františkovy Lázně	19	16
Habartov	16	13
Kynšperk nad Ohří	16	13
Plesná	17	12
Luby	14	12
Rotava	15	10
Mariánské Lázně	12	10
Skalná	14	9
Praha	13	9
Loket	11	9
Chodov	9	9
Lomnice	10	8
Dalovice	8	8
Tachov	8	7
Šindelová	10	7
Staré Sedlo	8	7
Ostrov	7	7
Jáchymov	6	6
Bublava	8	6
Nové Hamry	7	5
Nová Role	7	5
Most	6	5
Kadaň	5	5
Dolní Rychnov	5	5
Bochov	5	5
Bělá nad Radbuzou	5	5

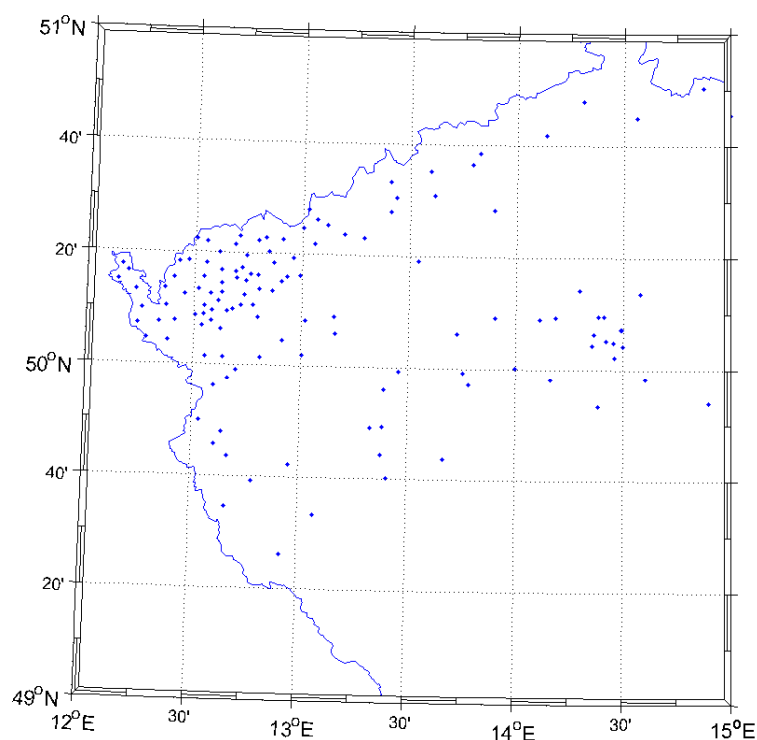
Kromě obcí uvedených v tabulce 4.3, zemětřesení bylo pozorováno i v dalších 94 obcích, odkud bylo zasláno dotazníků méně než pět. Jedná se o následující obce:

Abertamy, Aš - Studánka, Boleboř, Božičany, Březová, Březová u Sokolova, Bubovice, Bukovany, Buštěhrad, Černava, Davle, Dlouhý Újezd, Dobřív, Dolní Nivy, Dolní Žandov, Domažlice, Halže, Hazlov, Horní Slavkov, Hranice, Hroznětín, Hřebečnický, Huntířov, Chlum Svaté Maří, Chotyně, Jenišov, Jindřichovice, Jirkov, Josefov, Kaceřov, Kladno, Kladruby, Klášterec nad Ohří, Kostelec nad Labem, Kovářská, Krajková, Kralovice, Kralupy nad Vltavou, Kraslice - Kostelní, Krásná, Krásné Údolí, Kynšperk, Kyselka, Lázně Kynžvart, Ledce, Libá, Liberec, Litvínov, Loučná, Měděnec, Merklín, Modletice, Nižbor, Nové Sedlo, Nové Strašecí, Nový Bor, Nový Kostel, Oloví, Pernink, Plasy, Plzeň, Pomezí nad Ohří, Povrly, Rakovník, Roztoky, Sadov, Skryje, Staňkov, Staré Sedliště, Stráž, Stráž nad Ohří, Stříbrná, Svatava, Šabina, Štěnovice, Tatrovice, Teplá, Teplice, Tisová, Toužim, Třebeň, Třebívlice, Třemošná, Tři Sekery, Vejprty, Velká Hleďsebe, Verušičky, Vlkančice, Vřesová, Vysoká Pec, Zabrušany, Zdiby - Brnky, Žatec, Žlutice.

Počty dotazníků z jednotlivých měst příslušející k jednotlivým otřesům jsou uvedeny v tabulce 4.4. V tabulce jsou uvedeny pouze obce, ze kterých bylo zasláno alespoň 5 záznamů. Geografické rozložení míst pozorování je znázorněno na obrázku 4.2.

Tabulka 4.4 Počty dotazníků z měst příslušející k jednotlivým otřesům

obec	9. 10.	10. 10.	10. 10.	10. 10.	12. 10.	14. 10.	28. 10.
	22:20	3:22	8:08	11:18	7:44	19:00	8:30
Aš	12	5	11	1	2	9	8
Bělá nad Radbuzou	0	0	1	1	2	0	1
Bochov	0	2	1	0	1	0	1
Bublava	0	0	0	0	3	3	0
Dalovice	0	1	2	0	1	3	1
Dolní Rychnov	0	2	1	0	1	0	1
Františkovy Lázně	2	4	1	0	2	1	6
Habartov	1	5	0	0	1	0	6
Cheb	7	33	10	2	9	6	24
Chodov	1	0	2	0	0	5	1
Chomutov	3	2	9	1	0	0	3
Jáchymov	0	1	2	0	0	1	2
Kadaň	0	0	3	0	0	0	2
Karlovy Vary	3	4	6	2	1	10	3
Kraslice	7	4	6	0	1	2	5
Kynšperk nad Ohří	0	4	1	1	1	2	4
Loket	2	3	0	0	1	1	2
Lomnice	1	3	0	0	0	0	4
Luby	0	0	3	0	2	6	1
Mariánské Lázně	0	1	3	0	2	1	3
Most	0	0	1	0	0	3	1
Nejdek	1	7	4	0	3	2	3
Nová Role	1	1	1	0	0	2	0
Nové Hamry	2	3	0	0	0	0	0
Ostrov	0	0	4	0	2	1	0
Plesná	0	2	3	0	3	1	3
Praha	0	0	3	0	1	5	0
Rotava	4	2	2	0	0	1	1
Skalná	1	0	0	0	0	1	7
Sokolov	5	18	15	1	3	6	12
Staré Sedlo	0	4	0	0	0	2	1
Šindelová	3	1	1	0	0	1	1
Tachov	0	4	0	0	1	2	0
jiná	14	21	22	1	24	32	28
celkem	70	137	118	10	67	109	135



Obr. 4.2 Geografické rozložení míst pozorování

Z celkových počtů dotazníků pro jednotlivé otřesy lze usoudit, že množství odevzdaných dotazníků závisí na velikosti otřesu, což bylo očekávatelné. K jednotlivým větším otřesům bylo získáno 67 až 137 dotazníků. Výjimkou je pouze otřes z 10. 10. 2008, 11:18 UTC, kdy bylo odevzdáno pouze deset dotazníků. Důvodem byla pravděpodobně skutečnost, že tento otřes následoval poměrně krátce po jednom ze dvou největších otřesů celého roje. Lidé následnému menšímu otřesu tedy pravděpodobně nevěnovali tolik pozornosti. Za zmínku rovněž stojí fakt, že vůbec nejvíc vyplněných dotazníků se vztahovalo k otřesu 10. 10. 2008 v 3:22 UTC, který měl magnitudo nižší než 4 další otřesy. To lze odůvodnit hned několika skutečnostmi. K otřesu došlo v době, kdy již řada lidí vstává do práce (5:22 SELČ) a je tedy vzhůru, je ovšem ještě poměrně klid a tudíž se cokoli neobvyklého dobře pozoruje. Navíc asi 4 minuty na to došlo k dalšímu otřesu s magnitudem 2,9. Takže je více než pravděpodobné, že v tomto případě část dotazníků se vztahuje k otřesu následnému, bohužel je ale od sebe nelze rozlišit.

Původním záměrem bylo vyhodnotit každý otřes zvlášť. Jelikož ale dat bylo méně, než se původně čekalo, bylo ze statistického hlediska lepší data sloučit a vyhodnotit celý zemětřesný roj současně. Navíc epicentra všech otřesů byla poměrně blízko sebe (v oblasti 2 x 5 km), proto bylo možno nahlížet na roj stejně, jako na jedno zemětřesení s epicentrem v Novém Kostele. Výsledná vypočtená intenzita v daném místě není intenzitou největšího otřesu, ale průměrem přes sedm největších otřesů.

Průzkum informovanosti obyvatelstva

Během března roku 2010 byl v rámci této práce proveden průzkum mezi 224 obyvateli celé České republiky, kteří jsou ve věku 25 až 80 let a mají vlastní domácnost. Oslovení respondenti odpovídali na tyto otázky:

1. Pocítíte-li zemětřesení, budete tuto skutečnost někde hlásit? Pokud ano, kam?
2. Víte, co je makroseismický dotazník?
3. Kdybyste v televizi zaznamenali výzvu, že v případě pocítění zemětřesení máte vyplnit dotazník na příslušné webové adrese, jak byste reagovali?

Kladně na první otázku odpovědělo 27 dotazovaných, což je asi jen 12%. Z toho jen tři respondenti věděli, kde je makroseismický dotazník umístěn. Zbytek reagoval tím, že by hledal na internetu přes vyhledávač.

Na druhou otázku 39% respondentů odpovědělo, že makroseismický dotazník souvisí nejspíše se zemětřesením, leč pouze 14% dotazovaných vědělo, co přesně se pod pojmem makroseismický dotazník skrývá.

Na třetí otázku téměř 70% dotazovaných odpovědělo, že pokud by zaznamenalo výzvu týkající se žádosti o vyplnění dotazníku v případě pocítění otřesů, dotazník by opravdu vyplnili. Jen 8% respondentů by dotazník nevyplňovalo a zbylých 22% neví, jak by se zachovalo.

Ačkoli lze očekávat, že v západočeském regionu, kde mají obyvatelé s otřesy zkušenosti, by výsledky byly lepší, z ankety jasně vyplývá, že informovanost během zemětřesení byla nedostatečná a že v případě budoucích otřesů bude při vhodné informační kampani dat podstatně více.

4.2 Souhrnné statistiky českých dat

V dotaznících měli respondenti popsat typ pohybu, který zaznamenali. Na výběr měli několik možností (viz tabulka 4.5). Záměrem bylo získat informace o subjektivní velikosti otřesu z pohledu pozorovatele, kde slabé zachvění je nejslabší pohyb a silné zakymácení je nejsilnější pohyb. Názvosloví může být ale špatně pochopitelné z důvodu, že zachvění, zhoupnutí a zakymácení jsou tři různé pohyby a sílu otřesu popisují spíše jen přídavná jména slabé a silné. Z dotazníku není zřejmé, že např. silné zachvění je slabší pohyb než slabé zakymácení. Proto vypovídací hodnota odpovědí na tuto otázku není příliš vysoká. Návrh úpravy dotazníku je uveden v příloze H.

Tabulka 4.5 Popis pohybu

	n	%
žádný	9	1,4
slabé zachvění	160	24,8
silné zachvění	240	37,2
slabé zhoupnutí	79	12,2
silné zhoupnutí	59	9,1
slabé zakymácení	42	6,5
silné zakymácení	26	4,0
nevím	3	0,5
nevyplněno	28	4,3

Lepší vypovídací hodnotu má odpověď na otázku, zda měl pozorovatel strach či propadal panice. Dá se předpokládat, že pokud respondent neodpověděl na otázku kladně, strach resp. paniku nepociťoval. Přehled pocitů respondentů ukazuje tabulka 4.6. Dalo by se čekat, že v počátku roje budou lidé více vystrašení a s postupem času si na otřesy zvyknou. Nicméně tabulka 4.7 ukazuje, že tomu tak není a během celého roje se strach vyskytoval u asi 40% respondentů.

Tabulka 4.6 Přehled pocitů

pocit	n	%
strach	246	38,1
panika	9	1,4

Tabulka 4.7 Pocity během jednotlivých otřesů

	9. 10.	10. 10.	10. 10.	10. 10.	12. 10.	14. 10.	28. 10.
	22:20	3:22	8:08	11:18	8:44	19:00	8:30
strach	24	45	51	4	23	39	60
strach [%]	34,3	32,8	43,2	40,0	34,3	35,8	44,4
panika	1	2	2	0	0	3	1
panika [%]	1,4	1,5	1,7	0,0	0,0	2,8	0,7
počet dotazníků	70	137	118	10	67	109	135

Další z položek v dotazníku popisuje zvuk, který pozorovatel během otřesu vnímal. V tomto případě měli respondenti možnost označit více možností současně, což ale v dotazníku není explicitně napsáno, takže není zřejmé, kolik respondentů označilo právě jednu možnost, v domnění, že mají vybrat právě jednu nejlépe vystihující. Jak vidíme v tabulce 4.8, nejčastěji bylo zemětřesení charakterizováno duněním a zvukem, připomínajícím jízdu nákladního vozidla či tanku. Zde by stálo za zvážení vynechání položky “vibrace“ z důvodu, že tento pojem lépe vystihuje pohyb a ne zvuk.

Tabulka 4.8 Zvuky

	n	%
žádný	50	7,7
dunění	388	60,1
vibrace	159	24,6
hučení	195	30,2
vrzání	23	3,6
vítr	31	4,8
exploze	45	7,0
nákladní auto či tank	345	53,4
nevím	13	2,0
nevyplněno	21	3,3

Dále je pozorovatel tázán, zda byla zvířata klidná či nikoli. Tato otázka je rozdělena na zvířata uvnitř a venku. Byl zaznamenán více než dvojnásobek kladných odpovědí oproti záporným, viz tabulka 4.9. Lze předpokládat, že respondenti, kteří odpověděli “nevím“ nebo na otázku neodpověděli, neměli ve své blízkosti žádná zvířata. Tedy ve více než dvou třetinách případů byla zvířata neklidná. Tento poměr byl stejný pro zvířata uvnitř i venku, přičemž u zvířat venku bylo k dispozici výrazně méně pozorování.

Tabulka 4.9 Chování zvířat

zvířata	byla neklidná	%	byla klidná	%	nevím	nevyplněno
uvnitř	150	23,2	68	10,5	329	99
venku	33	5,1	16	2,5	437	160

Respondenti dále popisovali účinky zemětřesení na objekty uvnitř budov. Z odpovědí týkajících se chování oken (viz tabulka 4.10) a dveří (viz tabulka 4.11) lze vyčíst očekávanou informaci, že okna jsou na otřesy citlivější a projevují se hlukem častěji než dveře. Poněkud zvláštní je ale výrazně vyšší četnost odpovědí “nevím“ u dveří oproti oknům.

Tabulka 4.10 Chování oken

	n	%
nehýbala se	248	38,4
drnčela	205	31,7
řinčela	13	2,0
otevírala se nebo se zavírala	0	0,0
nevím	108	16,7
nevyplněno	72	11,1

Tabulka 4.11 Chování dveří

	n	%
nehýbaly se	297	46,0
drnčely	110	17,0
řinčely	3	0,5
otevíraly se nebo se zavíraly	0	0,0
nevím	160	24,8
nevyplněno	76	11,8

V tabulkách 4.12 až 4.17 jsou uvedeny četnosti odpovědí týkající se nábytku a vybavení domácnosti. Výsledky nejsou nikterak překvapivé. Dle očekávání se těžký nábytek ve velké většině případů nehýbal vůbec nebo se maximálně jenom zatřásl. Výraznější pohyby lehkého nábytku byly častější, nicméně také většinou docházelo pouze k zatřesení.

Tabulka 4.12 Chování těžkého nábytku

	n	%
nehýbal se	304	47,1
zatřásl se	157	24,3
zhoupl se	29	4,5
pohnul se	4	0,6
posunul se	5	0,8
nevím	90	13,9
nevyplněno	57	8,8

Tabulka 4.13 Chování lehkého nábytku

	n	%
nehýbal se	149	23,1
zatřásl se	308	47,7
zhoupl se	48	7,4
pohnul se	9	1,4
posunul se	10	1,5
nevím	76	11,8
nevyplněno	46	7,1

Tabulka 4.14 Chování nádobí

	n	%
nehýbalo se	164	25,4
cinkalo	220	34,1
řinčelo	15	2,3
padalo	0	0,0
nevím	178	27,6
nevyplněno	69	10,7

Tabulka 4.15 Chování malých předmětů

	n	%
nehýbaly se	232	35,9
posunuly se	80	12,4
spadly	13	2,0
nevím	228	35,3
nevyplněno	93	14,4

Tabulka 4.16 Chování zavěšených předmětů

	n	%
nehýbaly se	154	23,8
nepatrně se kývaly	106	16,4
kývaly se	35	5,4
značně se kývaly	3	0,5
nevím	271	42,0
nevyplněno	77	11,9

Tabulka 4.17 Chování kapalin

	n	%
nehýbala se	41	6,3
vlnila se	109	16,9
vyšpláchla	4	0,6
vylila se	11	1,7
nevím	401	62,1
nevyplněno	80	12,4

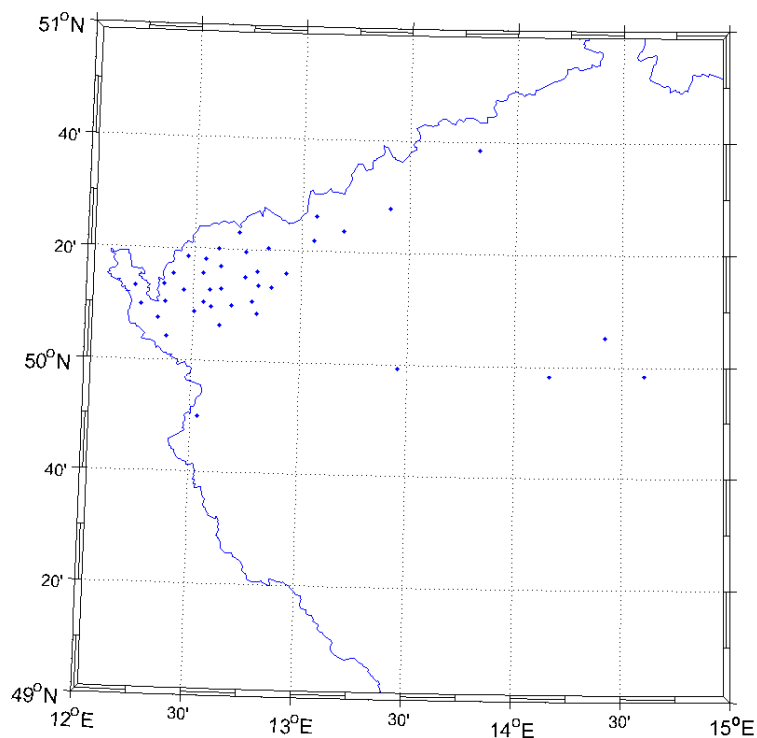
4.3 Poškození budov

Z hlediska určování vyšších intenzit je informace o poškození budov klíčová. Během zemětřeseného roje bylo zaznamenáno celkem 81 poškození různého rozsahu. Množství poškození v závislosti na místě a otřesu ukazuje tabulka 4.18. Geografické rozložení poškozených budov ukazuje obrázek 4.3. V tabulce není uveden otřes z 10.

10. 2008 v 11:18 UTC, během kterého nebylo zaznamenáno žádné poškození. Lze předpokládat, že přiřazení poškození konkrétním otřesům není zcela přesné, jelikož pozorovatelé často nevěděli, kdy přesně k poškození došlo.

Tabulka 4.18 Množství poškození v závislosti na místě a otřesu

obec	9. 10.	10. 10.	10. 10.	12. 10.	14. 10.	28. 10.	celkem
	22:20	3:22	8:08	7:44	19:00	8:30	
Aš	0	0	2	2	1	1	6
Březová u Sokolova	0	0	0	1	0	0	1
Bublava	0	0	0	3	0	0	3
Františkovy Lázně	1	0	0	0	0	2	3
Habartov	0	0	0	0	0	2	2
Hazlov	0	0	0	0	0	1	1
Cheb	0	2	0	1	1	5	9
Chodov	0	0	1	0	0	0	1
Chomutov	1	0	0	0	0	0	1
Jáchymov	0	0	0	0	0	2	2
Josefov	0	0	0	0	1	0	1
Kaceřov	0	0	0	0	1	0	1
Kadaň	0	0	0	0	0	1	1
Karlovy Vary	0	0	0	0	2	1	3
Kraslice	3	1	1	0	1	2	8
Kynšperk nad Ohří	0	0	0	0	1	1	2
Lomnice	0	0	0	0	0	1	1
Luby	0	0	1	0	4	1	6
Nejdek	0	1	0	0	0	1	2
Nové Hamry	1	0	0	0	0	0	1
Nový Kostel	0	0	0	0	0	2	2
Ostrov	0	0	1	1	0	0	2
Plesná	0	0	0	2	0	1	3
Rotava	0	0	1	0	0	1	2
Skalná	0	0	0	0	1	2	3
Sokolov	0	2	0	0	1	0	3
Staré Sedlo	0	2	0	0	0	0	2
Šabína	0	0	0	0	0	1	1
Šindelová	2	1	1	0	1	0	5
Tachov	0	1	0	0	0	0	1
Teplá	0	0	1	0	0	0	1
Teplice	0	1	0	0	0	0	1
celkem	8	11	9	10	15	28	81



Obr. 4.3 Geografické rozložení poškozených budov

Podle uvedeného materiálu, z kterého byla konkrétní budova postavena, byla určena třída zranitelnosti budov dle tabulky 3.2. Jelikož v dotazníku byla informace pouze o stavebním materiálu, nikoliv však o stáří či kvalitě stavby, byla třída zranitelnosti určena jako nejpravděpodobnější pro daný materiál.

V 64 případech nebyl v dotazníku uveden stavební materiál, proto nemohla být třída zranitelnosti určena.

Stupeň poškození byl určen dle tabulek 3.3 a 3.4 z informací o poškození omítky, přiček, nosných zdí, komínů a střech. Četnost stupně poškození v závislosti na třídě zranitelnosti je uvedena v tabulce 4.19. Pouze v jednom případě bylo poškození stupně tři a to dle uvedeného velkého množství trhlin v příčkách a vlásečnicových trhlin v omítce.

Tabulka 4.19 Kontingenční tabulka tříd zranitelnosti budov a stupně poškození

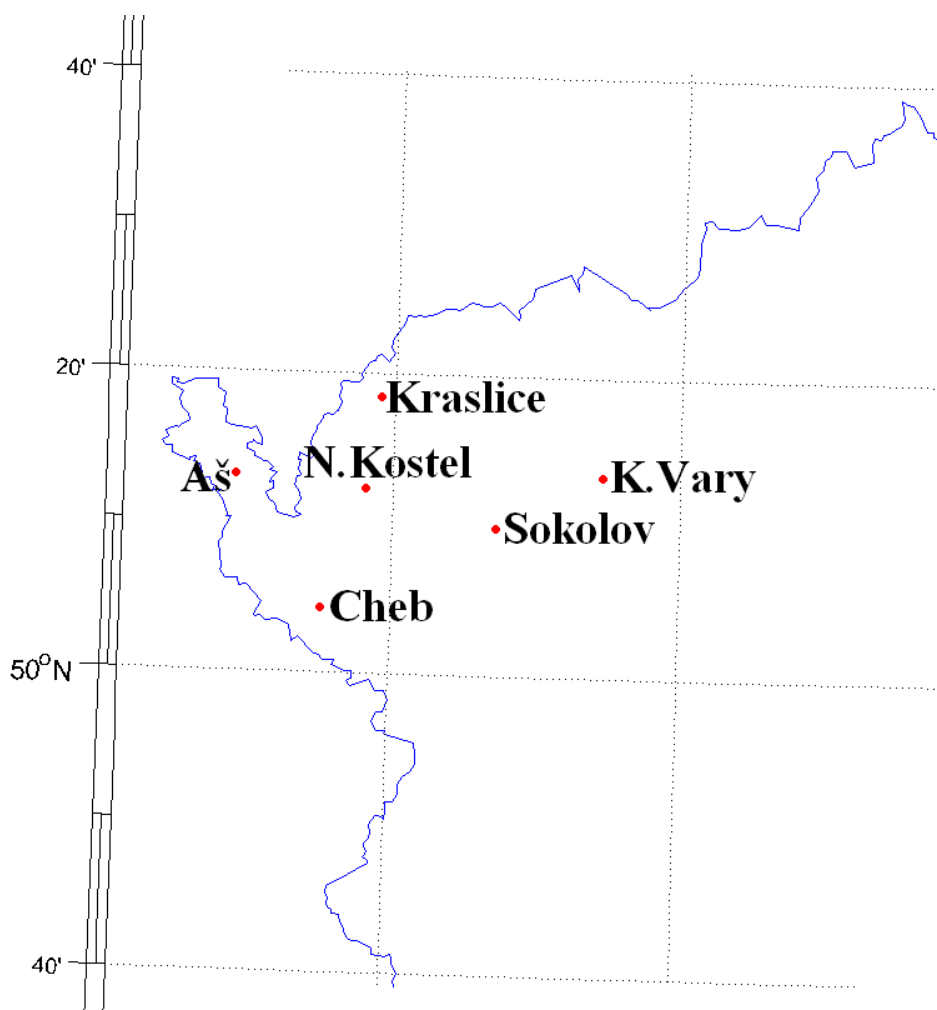
		typ budovy					
		A	B	C	D	neurčeno	celkem
stupeň poškození	0	6	322	177	2	58	565
	1	0	33	5	0	3	41
	2	0	29	7	0	3	39
	3	0	1	0	0	0	1
	celkem	6	385	189	2	64	646

4.4 Manuální vyhodnocování dat v ČR

V první fázi byly vyhodnoceny intenzity ve městech, kde bylo odevzdáno alespoň 25 dotazníků splňujících výše uvedená kritéria. Jednalo se o tato města: Cheb, Sokolov, Aš, Karlovy Vary, Kraslice.

4.4.1 Vyhodnocení intenzity v jednotlivých městech

Údaje využitě pro manuální vyhodnocení intenzity v jednotlivých městech jsou shrnuty v tabulkách 4.20 až 4.24, kde číslo n odpovídá počtu kladných odpovědí na uvedené otázky. Sloupec označený procenty vyjadřuje procentuální část kladných odpovědí ze všech dotazníků. Výjimku tvoří odpovědi na otázku, zdali byla zvířata neklidná, v tomto případě se jedná o podíl z dotazníků, kde byla otázka zodpovězena. Předpokládá se, že respondenti, kteří otázku nezodpověděli, neměli ve svém okolí žádná zvířata, a tudíž nelze jejich odpověď brát tak, že zvířata byla klidná. Sloupec „kvantita“ vyjadřuje podíl daného jevu dle definic kvantit v EMS-98 (obrázek 3.1). Geografické rozložení měst, kde byla intenzita manuálně vyhodnocována, ukazuje obrázek 4.4.



Obr. 4.4 Geografické rozložení vyhodnocovaných měst

Vyhodnocení intenzity v Chebu

Tabulka 4.20 Četnosti makroseismických jevů v Chebu

(91 dotazníků)	n	%	kvantita
poškození	9	9,9	několik
zvířata neklidná	18	69	většina
strach	42	46	mnoho
panika	1	1,1	několik
pohyb těžkého nábytku	29	32	mnoho
pohyb lehkého nábytku	66	73	většina
pohyb oken	29	32	mnoho
pohyb dveří	22	24	mnoho

Pro vyhodnocení bylo použito 91 dotazníků. Celkem bylo zaznamenáno devět poškození, z toho jeden případ poškození stupně 1 budovy typu C, dva případy poškození stupně 2 budovy typu B, pět případů poškození stupně 1 budovy typu B, jeden případ poškození stupně 1 budovy neznámého typu.

Poškození asi 10% budov, převážně stupně 1 u budov typu B, ukazuje na pravděpodobnou intenzitu o velikosti 5. Tomu odpovídá i neklid většiny zvířat, který se dle stupnice EMS-98 projevuje od intenzit 5 a výš. Strach obyvatelstva by odpovídal intenzitě stupně 6, ale tato hodnota byla pravděpodobně nadhodnocena z důvodu, že v České republice se jedná o ne úplně častý jev. Pohyb těžkého nábytku je dle EMS-98 pozorován v některých případech od intenzity velikosti 4. Častější pohyb lze očekávat pro intenzitu 5. Intenzita alespoň 4 odpovídá častému pozorování pohybu lehkého nábytku, oken a dveří.

Z výše uvedených důvodů bylo vyhodnoceno, že otřesy během roje dosahovaly v Chebu intenzity stupně 5.

Vyhodnocení intenzity v Sokolově

Tabulka 4.21 Četnosti makroseismických jevů v Sokolově

(60 dotazníků)	n	%	kvantita
poškození	3	5	několik
zvířata neklidná	10	56	většina
strach	25	42	mnoho
panika	1	1,7	několik
pohyb těžkého nábytku	22	37	mnoho
pohyb lehkého nábytku	30	50	mnoho
pohyb oken	23	38	mnoho
pohyb dveří	31	52	mnoho

Zde bylo zpracováno 60 dotazníků. Poškození v Sokolově tvořilo asi 5%. Jednalo se o jedno poškození stupně 1 budovy typu B, jedno poškození stupně 2 budovy typu B a jedno poškození stupně 2 budovy typu C. K poškození docházelo

pouze ve výjimečných případech, tudíž bylo možno předpokládat, že intenzita dosahovala hodnot 4 až 5. Většina zvířat byla neklidná, což odpovídá intenzitě 5, podobně jako množství kladných odpovědí na otázku týkající se strachu. Pohyb oken, dveří, lehkého a těžkého nábytku naznačuje minimální hodnotu intenzity 4.

Zdá se, že intenzita je na rozhraní mezi hodnotou 4 a 5, ale zejména z důvodů malého množství poškozených budov, bylo vyhodnoceno, že otřesy během roje dosahovaly v Sokolově intenzity stupně 4.

Vyhodnocení intenzity v Aši

Tabulka 4.22 Četnosti makroseismických jevů v Aši

(48 dotazníků)	n	%	kvantita
poškození	6	13	několik
zvířata neklidná	17	85	většina
strach	24	50	mnoho
panika	0	0	
pohyb těžkého nábytku	14	29	mnoho
pohyb lehkého nábytku	31	65	většina
pohyb oken	22	46	mnoho
pohyb dveří	10	21	mnoho

V Aši bylo vyhodnocováno 48 dotazníků. Poškození bylo uvedeno v šesti případech, což je 13%. Vždy se jednalo o poškození budov typu B, ve dvou případech bylo poškození stupně 1, ve čtyřech případech poškození stupně 2. Množství a rozsah poškození nejlépe odpovídá intenzitě stupně 5, na který také ukazuje vysoký počet neklidných zvířat a vystrašených lidí. Údaje o nábytku, oknech a dveřích potvrzují, že intenzitě otřesů během roje v Aši nejlépe odpovídá hodnota 5.

Vyhodnocení intenzity v Karlových Varech

Tabulka 4.23 Četnosti makroseismických jevů v Karlových Varech

(29 dotazníků)	n	%	kvantita
poškození	3	10	několik
zvířata neklidná	4	57	většina
strach	5	17	mnoho
panika	1	3,4	několik
pohyb těžkého nábytku	7	24	mnoho
pohyb lehkého nábytku	17	59	většina
pohyb oken	6	21	mnoho
pohyb dveří	1	3,4	několik

Z 29 dotazníků z Karlových Varů bylo hlášeno poškození ve třech případech, což je 10%. Vždy se jednalo o poškození stupně 2, v jednom případě se týkalo poškození budovy typu C a ve dvou případech budovy typu B. Přestože poškození byla druhého stupně, četnost výskytu byla poměrně nízká. Proto intenzita byla odhadnuta na stupeň 4. Ostatní parametry dosvědčují, že zemětřesení bylo široce pozorováno a ačkoliv neklid zvířat a lidí a množství pohybujícího se lehkého nábytku odkazují na intenzitu stupně 5, malé množství poškození bylo důvodem k přiřazení intenzity stupně 4.

Vyhodnocení intenzity v Kraslicích

Tabulka 4.24 Četnosti makroseismických jevů v Kraslicích

(25 dotazníků)	n	%	kvantita
poškození	8	32	mnoho
zvířata neklidná	7	70	většina
strach	12	48	mnoho
panika	1	4	několik
pohyb těžkého nábytku	7	28	mnoho
pohyb lehkého nábytku	15	60	většina
pohyb oken	8	32	mnoho
pohyb dveří	9	36	mnoho

Z Kraslic bylo zasláno 25 dotazníků a v osmi z nich bylo uvedeno poškození budovy. Z těchto případů se jednalo jednou o poškození stupně 1 budovy typu C, čtyřikrát o poškození stupně 1 budovy typu B, dvakrát o poškození stupně 2 budovy typu B a v jednom případě bylo poškození budovy typu B vyhodnoceno jako stupeň 3. Velké množství poškození ukazuje jednoznačně na intenzitu alespoň 5. Tento odhad potvrzuje i množství neklidných zvířat, lidí pociťujících strach, pohyb většiny lehkého nábytku, oken i dveří. Jelikož se ale těžký nábytek hýbal pouze v 28% případů, zdá se intenzita vyššího stupně nepravděpodobná.

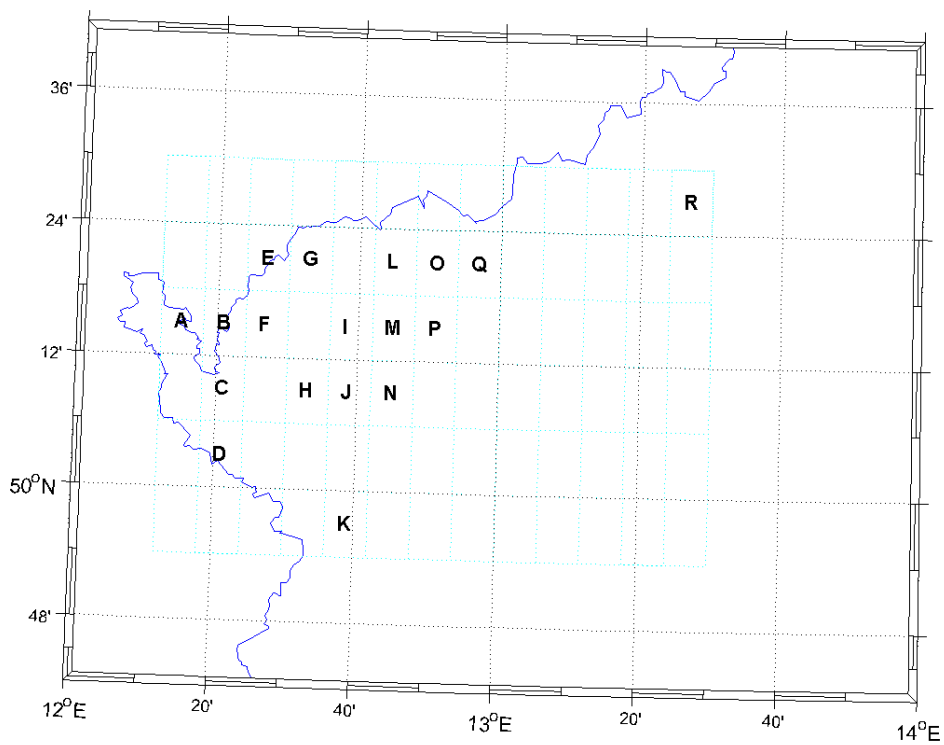
Z výše uvedených důvodů bylo vyhodnoceno, že otřesy během roje dosahovaly v Kraslicích intenzity stupně 5.

4.4.2 Vyhodnocení intenzity v oblastech $0,1^\circ \times 0,1^\circ$

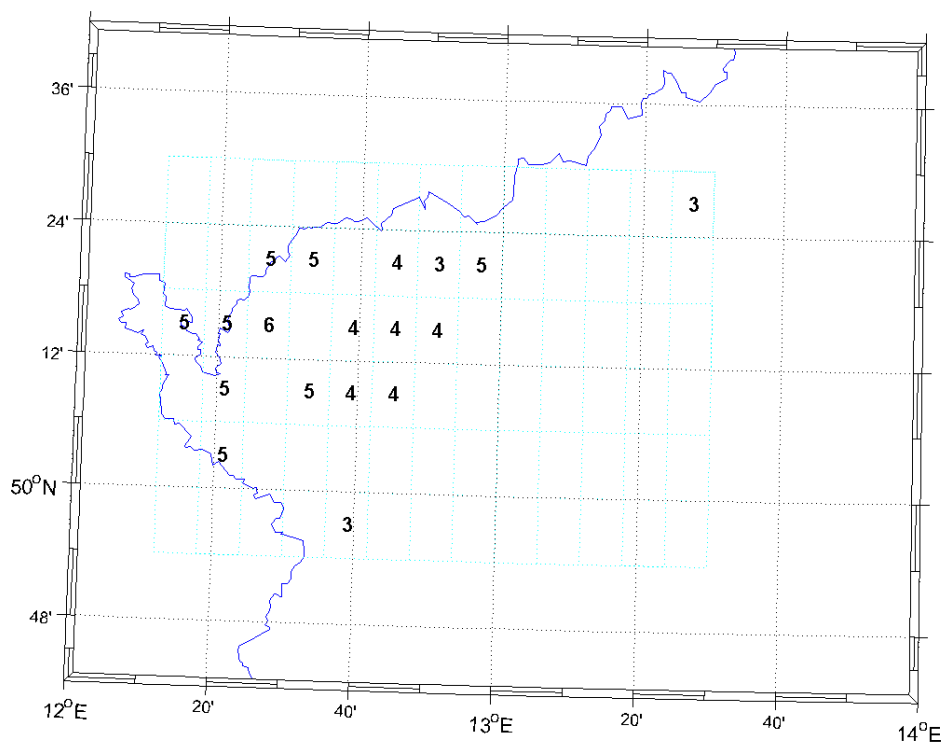
Dalším krokem bylo rozdělení sledovaného území na oblasti rozměrů $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ (asi $10 \times 7,5$ km). Cílem bylo společné vyhodnocení měst a přilehlých obcí, odkud bylo zasláno malé množství dotazníků. Minimální počet dotazníků pro vyhodnocení dané oblasti byl zvolen na 10. Vyhodnocováno bylo celkem 18 oblastí, které byly označeny písmeny A-R. Zeměpisná poloha oblastí a obce do nich spadající jsou uvedeny v tabulce 4.25 a znázorněny na obrázku 4.5. V tabulce 4.25 dále sloupec *n* určuje počet dotazníků spadajících do jednotlivých oblastí a ve sloupci *I* je uvedena výsledná vyhodnocená intenzita v dané oblasti. Hodnoty intenzity v oblasti A-R byly vyhodnoceny stejným způsobem jako intenzity pro jednotlivá města v kapitole 4.4.1. Maximální intenzita dosáhla hodnoty šest. Tato hodnota byla určena v oblasti, do které spadala epicentra. Geografické rozložení vyhodnocených intenzit znázorňuje obrázek 4.6.

Tabulka 4.25 Rozdělení obcí do oblastí

	z.š. [°]	z.d. [°]	obce	n	I
A	50,2 - 50,3	12,2 - 12,3	Aš	48	5
B	50,2 - 50,3	12,3 - 12,4	Plesná	12	5
C	50,1 - 50,2	12,3 - 12,4	Františkovy Lázně, Skalná	25	5
D	50,0 - 50,1	12,3 - 12,4	Cheb	91	5
E	50,3 - 50,4	12,4 - 12,5	Kraslice - Kostelní, Kraslice	26	5
F	50,2 - 50,3	12,4 - 12,5	Luby, Nový Kostel	16	6
G	50,3 - 50,4	12,5 - 12,6	Bublava, Rotava	16	5
H	50,1 - 50,2	12,5 - 12,6	Kynšperk, Kaceřov, Chlum Svaté Maří, Habartov, Šabina, Bukovany	38	5
I	50,2 - 50,3	12,6 - 12,7	Dolní Nivy, Lomnice, Tatrovice, Vřesová	12	4
J	50,1 - 50,2	12,6 - 12,7	Svatava, Březová, Březová u Sokolova, Dolní Rychnov, Sokolov	72	4
K	49,9 - 50,0	12,6 - 12,7	Velká Hleďsebe, Mariánské Lázně	11	3
L	50,3 - 50,4	12,7 - 12,8	Nové Hamry, Nejdek, Pernink	26	4
M	50,2 - 50,3	12,7 - 12,8	Černava, Chodov, Božičany, Nová Role, Jenišov	19	4
N	50,1 - 50,2	12,7 - 12,8	Staré Sedlo, Locket	19	4
O	50,3 - 50,4	12,8 - 12,9	Abertamy, Merklín, Hroznětín	11	3
P	50,2 - 50,3	12,8 - 12,9	Karlovy Vary	29	4
Q	50,3 - 50,4	12,9 - 13,0	Jáchymov, Ostrov	13	5
R	50,4 - 50,5	13,4 - 13,5	Chomutov	18	3



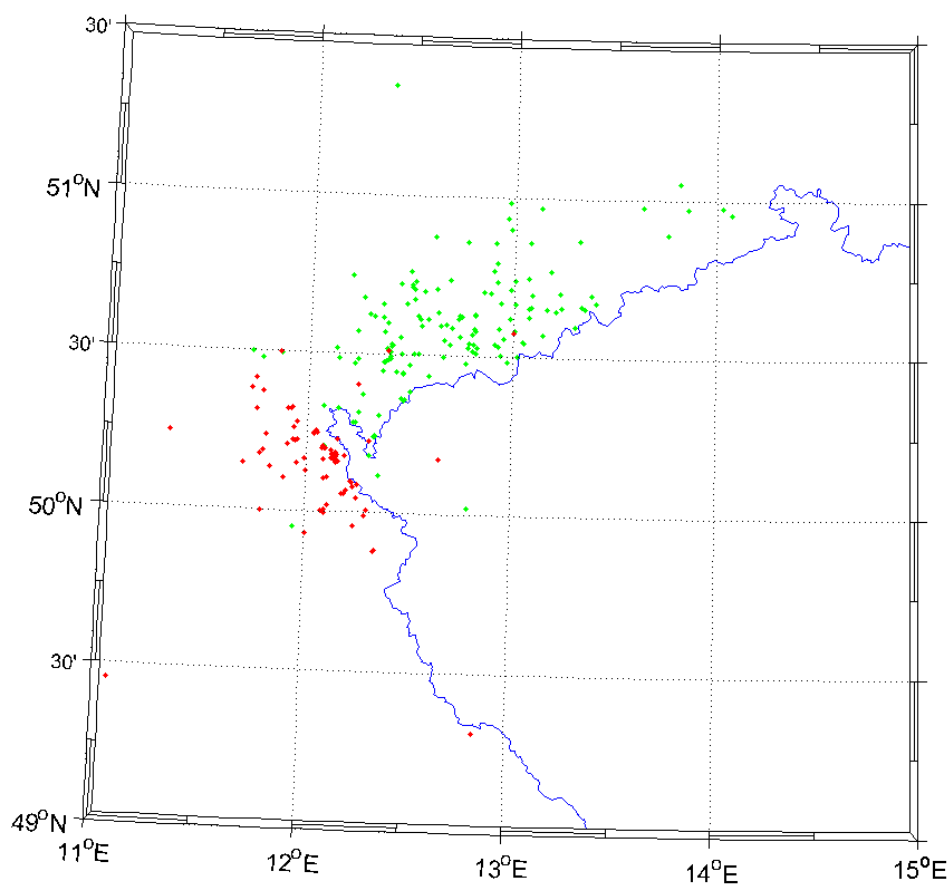
Obr. 4.5 Oblasti vybrané pro vyhodnocení intenzity



Obr. 4.6 Vyhodnocené intenzity ve vybraných oblastech

4.5 Manuální vyhodnocování intenzit v Německu

Kromě dotazníků GFÚ byly získány také dotazníky ze Saska a Bavorska. Počty dotazníků odpovídající jednotlivým otřesům jsou v tabulce 4.26. Pozorovatelé ve většině případů vyplňovali dotazníky zemí, pod než územně spadají (obrázek 4.7). V obrázku 4.7 jsou červenými body určena místa pozorování z dotazníků z Bavorska a zelenými body místa pozorování z dotazníků ze Saska. V některých případech tomu tak ovšem nebylo, například bavorský dotazník byl vyplněn pozorovatelem ze Sokolova. Seznam obcí, ze kterých bylo z Německa získáno alespoň pět dotazníků, a počty dotazníků jsou uvedeny v tabulce 4.27.



Obr. 4.7 Geografické rozložení pozorování získaných z Německa

Tabulka 4.26 Počty dotazníků k jednotlivým otřesům

otřes	Sasko	Bavorsko	celkem
9. 10. 22:20	23	25	48
10. 10. 3:22	14	19	33
10. 10. 8:08	35	27	62
14. 10. 19:00	25	0	25
28. 10. 8:30	105	39	144
celkem	202	110	312

Tabulka 4.27 Počty dotazníků z jednotlivých měst

	n
Selb	21
Zwickau	18
Schönwald	10
Auerbach	8
Hof	8
Rehau	8
Bad Brambach	7
Schwarzenbach	7
Klingenthal	6
Lößnitz	6
Markredwitz	6
Schneeberg	6
Schwarzenberg	6
Falkenstein	5
Grünhain Beierfeld	5

Méně než pět dotazníků bylo získáno z obcí: Adorf, Albernau, Amtsberg, Annaberg-Buchholz, Arzberg, Aue, Bad Elster, Bad Schlema, Bärenstein, Berg, Bockau, Borstendorf, Brand-Erbisdorf, Burkersdorf, Crottendorf, Döhlau, Dohna, Drebach, Dresden, Ebnath, Eibenstock, Eichigt, Ellefeld, Elterlein, Flöha, Förbau (Schwarzenbach/Saale), Františkovy Lázně (ČR), Franzensbad, Freital-Hainsberg, Frohnau, Furth im Wald, Gelenau, Geringswalde, Gornsdorf, Großolbersdorf, Großrückerswalde, Grünbach, Grünhain, Grünstädtel, Hainichen, Hammerbrücke, Hartmannsdorf, Hausdorf, Heidersdorf, Heinsdorfgrund, Hohenberg, Hohndorf, Höchstädt, Chemnitz, Issigau, Jahnsbach, Jocketa, Jöhstadt, Kirchberg, Kirchenlamitz,

Königswalde, Konradsreuth, Kronach, Langenweißbach, Lauter, Leipzig, Lengenfeld, Lichtenau, Limbach-Oberfrohna, Lohmen, Marienberg, Marieney, Markneukirchen, Marktleuthen, Mechelsgrün, Mitterteich, Mittweida, Mnichov (ČR), Mohlsdorf, Morgenröthe Rautenkranz, Münchberg, Neumark, Nürnberg, Oberkotzau, Oberlichtenau, Olberna, Pfaffroda, Plauen, Pobershau, Pockau, Pöhla, Posseck, Pottiga, Pullenreuth, Rathen, Regensburg, Reichenbach, Reinhardtsgrimma, Reinsdorf, Rittersgrün, Rodewisch, Rottmannsdorf, Rübenau, Saalburg, Sehmatal, Selb Plößberg, Selbitz, Scheibenberg, Schirnding, Schlettau, Schönberg, Schönfeld, Schönheide, Sokolov (ČR), Sorzig, Sosa, Stammbach, Tanna, Tannenbergesthal, Teichwolframsdorf, Thalheim, Theuma, Thierstein, Tirschenreuth, Waldenburg, Waldkirchen, Waldsassen, Warmensteinbach, Weißenstadt, Wildenau, Wilkau-Haßlau, Willitzgrün, Wolkenstein, Zell, Zöblitz, Zschopau

Dotazníky ze Saska a Bavorska se navzájem lišily, proto byly statistiky pro každou z těchto spolkových zemí vyhodnoceny zvlášť.

4.5.1 Vyhodnocení intenzity v Sasku

Celkem ze Saska bylo získáno 202 dotazníků. Jednalo se o tři různé, ale z velké části podobné, verze. Nejvíce se dotazníky lišily v otázce „jak bylo zemětřesení pocíteno“, kdy v prvním typu dotazníku měli respondenti na výběr ze čtyř možností (pohyb nahoru a dolů, krátké trhnutí, kývání, vibrace). V druhém typu dotazníků byly možnosti tři (krátké trhnutí, kývání, vibrace). V obou případech mohli pozorovatelé zatrhnout více možností současně. Ve třetím typu dotazníků nebyly možnosti uvedeny, respondenti měli vlastními slovy popsat, jak zemětřesení vnímali. Zde byl zásadní problém, že značná část dotazovaných otázku nepochopila. Vyskytovaly se zde odpovědi týkající se pohybu nábytku apod. Z těchto 83 dotazníků nebylo tedy příslušné odpovědi možno vyhodnotit. Tyto odlišnosti jsou důvodem, proč při výpočtu procent v tabulce 4.28. byly pro jednotlivé kategorie brány různé základy. Z tabulky 4.28 je patrné, že projevy zemětřesení byly v Sasku podstatně slabší než v České republice, stejně tak lidé byli méně často vystrašení. Tyto důsledky jsou dány hlavně vzdáleností od epicenter, ale také odlišnou podobou dotazníků, kdy respondenti neměli

možnosti označit kolonku strach, ale do volného pole vypisovali pocity. Lze očekávat, že v takovéto variantě bude strach zmíněn méně často. Obdobná situace nastala i u velmi nízkého procenta vystrašených zvířat. To je také způsobeno tím, že v dotaznících ze Saska nebyla možnost označit zvířata jako klidná. Proto jsou zde procenta počítána z celkového počtu dotazníků, zatímco ve vyhodnocení dotazníků GFÚ se procenta počítala jen z dotazníků, kde lidé na dotaz ohledně zvířat odpovídali.

I přes poměrně velkou vzdálenost od epicentra, v oblasti Saska bylo hlášeno pět případů poškození budov. V jednom případě se jednalo o budovu typu C s poškozením stupně 1, v jednom případě poškození stupně 2 u budovy typu B, ve dvou případech poškození stupně jedna budovy typu B a v jednom případě poškození stupně 1 budovy typu A.

Tabulka 4.28 Projevy zemětřeseného roje v Sasku

	n	%
Pohyby nahoru a dolů	6	6,2
Krátké trhnutí	25	21,0
Kývání	5	4,2
Vibrace	25	21,0
Chvění a kývání visících objektů	14	6,9
Chvění a kývání stojících předmětů	20	9,9
Rachocení a kývání dveří	12	5,9
Cinkání nádobí a oken	39	19,3
Chvění nábytku	48	23,8
Strach	5	2,5
Vystrašená zvířata	9	4,5
Poškození	5	2,5

Intenzity byly manuálně vyhodnocovány pro čtyři oblasti o rozměrech $0,1^\circ \times 0,1^\circ$, z nichž bylo odevzdáno alespoň deset dotazníků. Postup vyhodnocení byl stejný jako v kapitole 4.4.1. Seznam vyhodnocovaných oblastí, obcí do nich spadajících, počet zaslaných dotazníků a výsledné intenzity uvádí tabulka 4.29.

Tabulka 4.29 Vyhodnocení intenzity v oblastech v Sasku

z.š. [°]	z.d. [°]	obce	n	I
50,4 - 50,5	12,3 - 12,4	Auerbach/Vogtland, Ellefeld, Falkenstein, Grünbach	12	4
50,5 - 50,6	12,6 - 12,7	Albernau, Aue, Bad Schlema, Bockau, Schneeberg	12	3
50,5 - 50,6	12,8 - 12,9	Grünhain, Grünhain Beierfeld, Grünstädtel/Schwarzenberg, Hausdorf, Pöhla, Schwarzenberg,	10	3
50,7 - 50,8	12,4 - 12,5	Zwickau	13	3

4.5.2 Vyhodnocení intenzity v Bavorsku

Z oblasti Bavorska bylo přijato 110 dotazníků. Dotazníky byly oproti saským výrazně jednodušší jak pro vyplnění a pochopení respondentů, tak pro vyhodnocování.

V bavorském dotazníku je otázka na subjektivní pocit z otřesu rozdělena na dvě části. První se táže, jak silně pozorovatel zemětřesení pocítil, v druhé respondent vybírá způsob pohybu (houpání, vibrace). Tento způsob je výrazně lepší než v českém dotazníku, protože je jasně definované, kdy popisují respondenti sílu otřesu a kdy způsob pohybu.

Většina pozorovatelů popsala otřesy jako zřetelné a spíše pohyb popsali jako vibrace než houpání, jak ukazují tabulky 4.30 a 4.31. Zde se dalo očekávat, že pozorovatelé pocítí otřesy zřetelně, jelikož vzdálenost většiny pozorovatelů od epicentra nebyla větší než 40 km. To potvrzují i četnosti kladných odpovědí na jevy uvedené v tabulkách 4.32 a 4.33. Pravděpodobnost pozorování těchto jevů je téměř vždy vyšší než u dat ze Saska.

Tabulka 4.30 Síla otřesu

	n	%
nepocítěno	3	2,7
mírně	24	21,8
zřetelně	58	52,7
silný	2	1,8
velmi silné	5	4,5

Tabulka 4.31 Způsob otřesu

	n	%
houpání	15	13,6
vibrace	86	78,2

Tabulka 4.32 Projevy zemětřesného roje

	n	%
pohyb zavěšených předmětů	29	26,4
řinčení nádobí	39	35,5
rozbití nádobí	1	0,9
třes oken a dveří	27	24,5
chvění lehkého nábytku	17	15,5
vystrašená zvířata	3	2,7

Tabulka 4.33 Reakce obyvatel

	n	%
žádná reakce	9	8,2
překvapení	79	71,8
probuzení	28	25,5
potíže s rovnováhou	5	4,5
strach	21	19,1
panika	2	0,9
nezodpovězeno	6	5,5

Pouze ve dvou z oblastí o rozměrech $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ bylo odevzdáno alespoň deset dotazníků, tudíž jen v těchto oblastech byla vyhodnocena makroseismická intenzita (viz tabulka 4.34).

Tabulka 4.34 Vyhodnocení intenzity v oblastech v Bavorsku

z.š. [°]	z.d. [°]	obce	n	I
50,1 - 50,2	12,1 - 12,2	Selb, Selb Plößberg, Thierstein	24	4
50,2 - 50,3	11,9 - 12,0	Schwarzenbach/Saale/OT Förbau, Oberkottzau, Döhlau	11	3

4.6 Automatické vyhodnocení makroseismické intenzity

Pro automatické vyhodnocení byl použit program vyvinutý pro British Geological Survey.

Jako vstupní data jsou použity informace z dotazníků, které byly k dispozici. Z nich byly vypočteny parametry potřebné pro program. Vzhledem k odlišnostem českých, německých a britských dotazníků byl mírně upraven i program samotný, aby lépe odpovídal získaným datům.

4.6.1 Původní program vyvinutý pro British Geological Survey (BGS)

Program pro automatické vyhodnocování makroseismické intenzity byl vyvinut pro British Geological Survey (BGS), s předpokladem využití i v jiných zemích. Je založen na makroseismické stupnici EMS-98.

Vstupní data získaná z makroseismických dotazníků jsou nejprve rozdělena do čtverců o rozměrech 5 x 5 km dle polohy pozorovatele. Následně je pro jednotlivé čtverce vyhodnocena odpovídající makroseismická intenzita. Vyhodnocována je jen intenzita ve čtvercích s nejméně pěti záznamy, v opačném případě je čtverci přiřazen záznam F (pocítěno) případně intenzita 1 (nepocítěno).

Před samotným vyhodnocením intenzity ve čtverci program spočte koeficienty zastoupení jednotlivých jevů v dotaznících pro každý vyhodnocovaný čtverec:

$$R = \frac{N_p}{N_1 + v(N_2 - N_1)} \quad (1)$$

kde N_p je počet dotazníků, kde je daný jev zmíněn, N_1 počet dotazníků, kde byly otázky relevantní k danému jevu zodpovězeny a N_2 celkový počet dotazníků, v je váha z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$. Pokud $v = 0$, znamená to, že R je procentuální zastoupení jevu v dotaznících, kde jsou relevantní otázky zodpovězeny. Pokud $v = 1$, R je procentuální zastoupení jevu ze všech dotazníků. To znamená, že v případě nezodpovězené relevantní otázky předpokládáme, že jev nenastal. Ze zkušenosti vyplývá, že u většiny jevů by mělo být v blízké 1.

Koeficient R je počítán pro následující parametry:

B1: poškození budovy prvního stupně

B2: poškození budovy druhého stupně

B3: poškození budovy třetího stupně

S1: pohyb popsán jako silný nebo zvuk jako hlasitý

S2: menší jevy (houpání obrazů, pád malých objektů)

S3: větší jevy (převržený nábytek)

F1: pozorovatel má strach

F2: několik lidí v okolí má strach

F3: mnoho lidí v okolí má strach

O1: pozorování pohybu nebo zvuku

O2: otřesy nebo zvuk popsány jako slabé

O3: probuzení ze spánku

R1: předměty se třesou

Pro všechny budovy je pro jednoduchost třída zranitelnosti určena jako B, což odpovídá velké většině budov na našem území. Pro určení intenzit 6-8 jsou klíčová poškození budov, tedy parametry B1 – B3.

Dle EMS-98 intenzita 8 způsobuje poškození stupně 3 u mnoha budov typu B. Program přiřazuje tuto intenzitu, pokud alespoň v 60 % dotazníků je poškození stupně 2 nebo v alespoň 20% dotazníků poškození stupně 3. Tedy, dle definic EMS-98 je u mnoha budov poškození stupně 3. I v případě nižšího počtu budov s poškozením stupně 3 lze očekávat intenzitu stupně 8, pokud měla většina budov poškození stupně 2. Z důvodu možné chyby u velmi nízkého počtu dotazníků ve čtverci, je požadováno, aby absolutní počet budov s poškozením 3 resp. 2 byl alespoň 4.

Dále je vyhodnocena možnost, zda byla intenzita 7. Při intenzitě 7 je u mnoha budov typu B poškození 2. stupně, proto program přiřadí intenzitu 7, pokud je u nejméně 20% budov pozorováno poškození 2. stupně a u nejméně 60% budov poškození 1. stupně. Opět je požadován absolutní počet poškození stupněm 2 u minimálně 4 budov.

Pokud čtverci nebyla přisouzena intenzita 8 nebo 7, je dále zvažována možnost intenzity 5 a 6. Jsou zavedeny pomocné proměnné P5 a P6, do kterých jsou zapisovány

body podle toho, zda mají koeficienty vypočtené z dotazníků příznaky odpovídající intenzitám 5 nebo 6 dle EMS-98.

Nejprve jsou sledována opět poškození budov. Pokud byla některá budova poškozena stupněm poškození 2 nebo 3, poukazuje to na intenzitu 6. Pokud bylo zaznamenáno u alespoň 20 % budov poškození stupně 1, rovněž tento fakt naznačuje intenzitu 6. Pokud bylo zaznamenáno poškození stupně 1, ovšem v množství menším než 20 %, odpovídalo by to definici intenzity stupně 5.

Dále je posuzováno, zda pozorovatel vnímal pohyb či zvuk jako silný (parametr S1). Pokud takto otřes vnímala značná část pozorovatelů, zdá se intenzita 5 či 6 pravděpodobnější. Naopak, pokud takto nepopsal pohyb či zvuk nikdo, je intenzita 6 i 5 výrazně méně pravděpodobná.

Parametr S2 vypovídá o efektech typických pro intenzitu 5. Ty by měly být pozorovány v mnoha případech při intenzitě 5 a ve většině případů při intenzitě 6. Pokud tyto efekty jsou pozorovány v dostatečné míře, pomocné proměnné P5 a P6 jsou navýšeny, pokud efekty nejsou pozorovány vůbec, jsou naopak sníženy.

Podobné je vyhodnocení parametru S3, který se ovšem týká výrazných efektů typičtějších pro intenzitu 6. Výskyt těchto efektů navyšuje proměnné P5 a P6, absence silných efektů na předměty naznačuje, že intenzita nedosáhla stupně 6, a tedy proměnná P6 je snížena.

Dále jsou vyhodnocovány parametry F1 – F3. Dle EMS-98 má strach při intenzitě 5 několik lidí (tedy méně než 20 %), při intenzitě 6 mnoho (tedy 20-60 %). Zde jsou v programu použity pro intenzitu 5 a 6 poněkud přísnější hranice než v EMS-98. Program vychází z předpokladu, že lidé mají často strach, protože nevědí co se děje, zatímco v EMS-98 se předpokládá, že lidé mají obavu z toho, že na ně spadne budova.

Po vyhodnocení parametrů B1-B3, S1-S3, F1-F3 typických pro intenzity stupně 5 a vyšší program rozhodne, zda intenzita mohla být 5 nebo 6. Pokud pomocná proměnná P6 získala alespoň 4 body a zároveň získala více bodů než pomocná proměnná P5, je intenzita vyhodnocena jako 6. V opačném případě se zdá být intenzita 6 nepravděpodobná. Pokud dostatečné množství ukazatelů naznačuje intenzitu 5, je tato příslušnému čtverci přiřazena.

Pokud intenzita stále není určena, znamená to, že nebyla větší než 4, a program rozhoduje o přiřazení intenzit 2-4. Využity jsou pomocné proměnné P2, P3, P4. Prvním kritériem pro rozhodování je, kolik lidí, kromě pozorovatele samotného, otřesy zaznamenalo. Pokud jsou nejčastější odpovědi „všichni“, „většina“, „mnoho“, odpovídalo by to popisu intenzity stupně 4. Pokud jen „několik“, poukazuje to spíše na intenzitu 3. V případě, že kromě pozorovatele samotného otřes nikdo nezaznamenal, zdá se být pravděpodobnější intenzita 2.

Možnost intenzity 4 podporuje také situace, kdy několik ukazatelů odpovídalo intenzitě 5 (případně i 6), ale nebylo jich dost pro vyhodnocení intenzity vyšší než 4. Naopak dotazníky, kdy respondenti nepozorovali ani pohyb, ani zvuk, poukazují na intenzitu stupně 2. Pokud naopak tyto jevy pozorovány byly ve značné míře, intenzita bude spíše 4. Parametr O2 zhodnocuje, zda se pozorovateli zdál otřes slabý. Pokud tak odpověděla velká většina pozorovatelů, je intenzita spíše 2 či 3 než 4. Pokud byli lidé probuzeni ze spánku, odpovídalo by to intenzitě 4. Dalším ze sledovaných parametrů je R1, který popisuje, zda se předměty chvějí či třesou. Dostatečný počet kladných odpovědí odpovídá intenzitě 4, naopak je tato intenzita málo pravděpodobná, pokud nic takového pozorováno nebylo. Dále, pokud veškerá pozitivní pozorování otřesu pochází z vyšších pater budov, zvyšuje se pravděpodobnost intenzity 2.

Dle předchozích kritérií jsou přičítány (případně odečítány) body pomocným proměnným P2, P3, P4. Pokud je z těchto tří proměnných nejvyšší P2, je čtverci přisouzena intenzita 2. Pokud je nejvyšší proměnná P4, je čtverci přiřazena intenzita 4. Pokud ani nyní není intenzita určena, je čtverci přiřazena intenzita 3.

4.6.2 Získání vstupních dat pro program z dotazníků GFÚ

Jako vstupní data programu bylo potřeba pro každý dotazník určit souřadnice pozorování, určit, zda došlo k jevům B1-B3, S1-S3, F1-F3, O1-O3, R1, popsáním výše, a zda pozorování pochází z vyššího patra. Rovněž byla určena třída zranitelnosti budovy pro statistické zpracování dat, nicméně v programu samotném využita nebyla, jak již bylo zmíněno. Samotný dotazník GFÚ je zobrazen v příloze D.

Určení stupně poškození budovy

Dle [1] stupeň poškození 1 odpovídá lehkému nestrukturálnímu poškození a nulovému strukturálnímu poškození. To zahrnuje vlasečnicové trhliny až opadání menších kusů omítky. Stupeň poškození 2 odpovídá střednímu nestrukturálnímu poškození a lehkému strukturálnímu poškození. Dochází k prasklinám ve zdech a příčkách, mohou se částečně bortit komíny, často opadají větší kusy omítky. Stupeň poškození 3 je popisován jako střední strukturální poškození a těžké nestrukturální poškození. Při takovémto poškození dochází k rozsáhlému poškození zdí, střech a komínů. Stupně poškození 4 a 5 jsou popisovány jako velmi silné poškození až úplné zničení budov a zemětřeseného roje v západních Čechách se netýkají.

Z dotazníků GFÚ jsme získali informace o poškození omítky, příček, nosných zdí, komínu a střechy. U každého popisu poškození omítky, komínů a střechy měl pozorovatel k dispozici 4-stupňovou škálu, popisující míru poškození, u popisu poškození příček a nosných zdí byla škála 7 stupňová. Tyto škály byly převedeny na číselné hodnoty p_i , vyjadřující míru poškození jednotlivých částí budovy. P_i nabývaly hodnot 0-3 resp. 0-6, kde 0 znamená žádné poškození a 3 resp. 6 maximální poškození. Při určování míry poškození budovy byl spočten koeficient Q dle vzorce (1) vyjadřující míru poškození budovy.

$$Q = \sum w_i p_i \quad (1)$$

kde parametr w_i je váha, určená dle významu jednotlivých typů poškození, protože např. poškození nosných zdí rozhodně odpovídá většímu poškození než opadaná omítka. Váhy jednotlivých parametrů jsou vypsány v tabulce 4.35. Z koeficientu Q byl následně určen stupeň poškození budovy dle tabulky 4.36.

Tabulka 4.35 Váhy jednotlivých částí budovy při výpočtu poškození budovy

Část budovy	Váha w_i
omítka	1
příčky	1
nosné zdi	4
střecha	1
komíny	1

Tabulka 4.36 Přiřazení stupně poškození budovy v závislosti na koeficientu Q

Q	Stupeň poškození
0	0
1-3	1
4-9	2
>9	3

Určení parametrů popisujících účinky zemětřesení na objekty

Parametry S2 a S3 popisují účinky zemětřesení na menší (S2) resp. větší (S3) předměty, parametr R1 popisuje stav, kdy se předměty třesou. V dotaznících GFÚ lze do kategorie „menších předmětů“ zařadit lehký nábytek, zavěšené předměty a malé předměty. Pro určení, že daný dotazník popisuje nezanedbatelný vliv na menší předměty, bylo vyžadováno splnění alespoň jednoho z následujících kritérií:

- lehký nábytek se pohnul nebo převrhl
- zavěšené předměty se kývaly nebo značně kývaly
- malé předměty spadly

Pro určení vlivu na těžší předměty (parametr S3) bylo vyžadováno převržení těžkého nábytku. Ovšem ani v jednom případě tato situace nenastala.

K určení parametru R1, který odpovídá třesoucím se předmětům, byly využity informace o dveřích, oknech a nádobí. Aby odpověď na otázku, zda se předměty

třásly, byla vyhodnocena kladně, bylo vyžadováno splnění alespoň jednoho z následujících kritérií:

- okna drnčela, řinčela nebo se otvírala a zavírala
- dveře drnčely, řinčely nebo se otvíraly a zavíraly
- nádobí cinkalo, řinčelo nebo padalo

Určení parametrů popisujících strach pozorovatele a jeho okolí

Parametr F1 popisuje strach pozorovatele, parametry F2 a F3 popisují, do jaké míry měli strach lidé v pozorovatelově okolí. Za kladnou odpověď, že měl pozorovatel strach, bylo považováno vyplnění kolonky strach nebo vyplnění kolonky panika. Parametry F2 a F3 nebyly určeny, jelikož žádné informace o strachu lidí v okolí pozorovatele nejsou v dotaznících GFÚ obsaženy. Jak bylo dále nakládáno s tímto faktem, je rozepsáno níže v kapitole 5.6.4.

Určení parametrů popisujících subjektivní pocity pozorovatele

Parametry S1 a O2 popisují, zda se pozorovateli otřesy a zvuky zdály silné (S1), resp. slabé (O2). Parametr O1 udává, zda pozorovatel vůbec něco pozoroval a parametr O3 určuje, zda byl pozorovatel probuzen ze spánku.

K vyhodnocení, že se pozorovateli zdály otřesy nebo zvuky zemětřesení jako silné, bylo vyžadováno splnění alespoň jednoho z kritérií:

- pozorovateli připadaly doprovázející zvuky explozi nebo zvuk tanku
- pozorovatel popsal otřes jako silné zakymácení nebo silné zhoupnutí

Pokud pozorovatel nepozoroval žádné zvuky ani otřesy, byl pro dotazník parametr O1 vyhodnocen kladně. Pokud pozorovatel nepopsal zvuky ani otřesy jako silné, ovšem přesto zvuky nebo otřesy pozoroval, byl vyhodnocen kladně parametr O2. Je

zřejmé, že parametry O1, S1, O2 nejsou nezávislé a vystačili bychom si s dvěma z nich.

Parametr O3 určuje, zda byl pozorovatel probuzen ze spánku, či ne. V případě otřesů během dne vyhodnocení tohoto parametru evidentně postrádá význam.

Určení, zda pozorovatel byl ve vyšším patře budovy

Dále bylo potřeba určit, zda byl pozorovatel ve vyšším patře budov. Jelikož se ani [1] ani [19] nezmiňují, co je za vyšší patro považováno, byl zvolen požadavek na minimálně 2. patro. Podmínka byla zvolená poměrně benevolentní jako protiváha k faktu, že v programu, aby nabyl tento parametr efektu, musí být splněna u všech v dané chvíli vyhodnocovaných dotazníků.

Množství lidí, kteří otřes pozorovali

Posledním vstupním parametrem q pro program byla informace o množství lidí, kteří otřes pozorovali. Tento parametr jako jediný není pouze ve formátu ano/ne, nýbrž může nabývat hodnot od 0 do 3. Přiřazení hodnot parametru q jednotlivým možnostem v dotazníku je zobrazeno v tabulce 4.37.

Tabulka 4.37 Přiřazení hodnot parametru q

	q
nevyplněno	0
nevím	0
pouze Vy	1
několik	2
mnoho	3
většina	3

Vyhodnocení tohoto parametru je poněkud diskutabilní, protože situace, kdy respondenti zodpověděli „pouze Vy“ často nesvědčí o slabém otřesu, nýbrž o tom, že v danou chvíli byli sami. Nicméně v průměru z většího souboru dat odpovídají možnosti potřebné škále popisující sílu otřesu.

4.6.3 Získání vstupních dat pro program z dotazníků německé seismické služby

Jelikož se data získaná od německé seismické služby v mnoha ohledech liší od dat z dotazníků GFÚ, bylo pro ně nutné v některých případech pozměnit způsob určení parametrů vstupujících do programu vyhodnocujícího intenzitu. Navíc německá data byla získána ze dvou seismických center a navzájem rovněž vykazovala odlišnosti.

Určení stupně poškození budovy

V dotaznících z Bavorska nebyla zaznamenána žádná poškození. V dotaznících ze Saska byla poškození popsána slovně, proto bylo vyhodnocení stupně poškození posuzováno individuálně. Jednalo se pouze o 5 případů a ve všech bylo vyhodnoceno poškození stupně 1.

Určení parametrů popisujících účinky zemětřesení na objekty

Parametr S2 byl pro data ze Saska získán z položek „Zavěšené předměty se houpaly“, „Stojící předměty se houpaly“, „Praskání v dřevěných předmětech“, „Praskání ve zdech“, „Chvění nábytku“, „Sklouzávání z políček“ a „Tekutiny se vylily“. Respondenti zde odpovídali pouze ano/ne, a pokud alespoň v jedné kategorii odpověděli ano, byl parametr S2 vyhodnocen kladně. V datech z Bavorska tomuto parametru nejlépe odpovídaly položky „Visící objekty“, „Malé lehké objekty“,

„Praskání v dřevěných předmětech“, „Lehký nábytek“, „Tekutiny v naplněných nádobách“, „Voda v kontejnerech“. Pokud respondenti pozorovali některý z těchto jevů (popis jevu byl slovní), byl parametr S2 vyhodnocen kladně.

Parametr S3 byl pro Bavorsko vyhodnocen z položek „Nábytek“ a „Pád velkých předmětů (TV, počítače)“. Pevřený nábytek i pád velkých předmětů byl pozorován v jednom případě. V datech ze Saska nebyly k dispozici údaje o těžkých předmětech. Vzhledem k tomu, že parametr S3 nebyl vyhodnocen kladně ani v jednom případě českých dotazníků a jen ve dvou případech z Bavorska, všechny odpovědi byly vyhodnoceny jako záporné. Toto přiřazení by nemělo mít vliv na konečné výsledky intenzity.

Parametr R1 byl vyhodnocen pro Sasko z položek „Drnčení/kývání dveří“, „Drnčení/kývání oken“, „Cinkání nádobí/oken“. V případě Bavorska byly použity položky „Porcelán/sklo“ a „Dveře/okna“.

Určení parametrů popisujících strach pozorovatele a jeho okolí

Strach pozorovatele (parametr F1) byl u Saska získán ze slovního popisu v položce „Pocity“. U Bavorska byla tato informace obsažena v položce „Reakce“.

Stejně jako v případě dotazníků GFÚ nebylo možné vyhodnotit parametry F2 a F3.

Určení parametrů popisujících subjektivní pocity pozorovatele

Parametr S1, tedy, zda pozorovatel popsal pohyb nebo zvuk jako silný, byl u dat ze Saska posuzován individuálně, jelikož respondenti odpovídali vlastními slovy. Data z Bavorska obsahovala položku „Jak silně byl otřes cítit“. Pokud pozorovatel odpověděl „silně“ nebo „velmi silně“ byla tato odpověď posouzena jako popis silného otřesu.

Parametr O1 byl určen jako kladný, pokud pozorovatel zaznamenal libovolný projev otřesu. Parametr O2 opět odpovídá situacím, kdy pozorovatel zaznamenal otřes (O1), ale nepopsal ho jako silný (S1).

Parametr O3, probuzení ze spánku, bylo v obou typech německých dotazníků získáno přímo z příslušného sloupce.

Určení, zda pozorovatel byl ve vyšším patře budovy

Určení, zda pozorovatel byl ve vyšším patře budovy, probíhalo stejně jako u dotazníků GFÚ. Za vyšší patro budovy bylo považováno jakékoli patro od 2. výše.

Množství lidí, kteří otřes pozorovali

Položka „Kdo další cítil otřes“ byla společná pro oba typy německých dat a možnosti odpovědí odpovídaly dotazníkům GFÚ, takže přiřazení hodnot parametru q probíhalo identickým způsobem jako v 1.2.6.

4.6.4 Úpravy původního programu pro makroseismický roj 2008

Program vyvinutý pro BGS byl mírně upraven, aby lépe odpovídal datům získaným z dotazníků GFÚ a německým datům. Původní rozdělení území na čtverce 5 x 5 bylo pozměněno na rozdělení na území dle zeměpisné šířky a délky, jelikož dělení sledované oblasti je v tomto případě výrazně jednodušší.

Pro větší variabilitu programu byla přidána možnost zadat 6 vstupních parametrů – severní, jižní, východní a západní okraj území, pro které má proběhnout

výpočet a počet dílů, na které má být území rozděleno v severojižním, resp. západovýchodním směru. Pokud tyto parametry nejsou zadány, program provádí výpočet automaticky pro oblast od 49 do 51°severní šířky, od 11 do 15°východní délky a celá oblast je rozdělena na malá území po 0,1°zeměpisné šířky resp. délky. Tato území svou plochou přibližně odpovídají čtvercům 5 x 5 km a byla vyhodnocena jako nejvýhodnější.

Jak bylo zmíněno výše, parametry strachu lidí v okolí pozorovatele F2 a F3 nebylo možno z dotazníků určit. Tyto parametry upravují v těle původního programu pomocné proměnné P5 a P6. Dle hodnot, jaké parametry nabývají, mohou být pomocné proměnné upraveny v intervalu -1 až +2 pro P5, resp. -3 až +3 pro P6. U obou pomocných proměnných je tedy střední hodnota blízká nule, a pozdější vzájemné porovnání parametrů P5 a P6 tedy probíhá stejným způsobem. Nicméně, absence parametrů F2 a F3 snižuje možnost splnění druhé podmínky pro vyhodnocení intenzity jako 6, tedy, že P6 musí mít hodnotu alespoň 4. Bylo zváženo, zda by podmínka neměla být zmírněna.

Při analýze algoritmu bylo zjištěno, že pro vyhodnocení intenzity jako 6 musí být splněny 3 ze 4 následujících podmínek:

- alespoň 20% budov bylo poškozeno
- alespoň 80% respondentů popsalo otřes jako silný
- v alespoň 60% případů byl pozorován nezanedbatelný pohyb menších předmětů
- alespoň 60% respondentů mělo strach

Navíc, pokud byly splněny jen poslední 3 podmínky, bylo požadováno alespoň nějaké poškození budov. Tyto požadavky na intenzitu 6 byly shledány jako opodstatněné, proto podmínka, že parametr P6 musí mít při intenzitě 6 hodnotu 4 a víc, byla zachována v nezměněné podobě.

4.7. Automatické vytvoření mapy izoseist

Izoseisty jsou křivky oddělující oblasti s určitou převažující intenzitou. Zpravidla se vykreslují manuálně dle subjektivního názoru seismologa. Jelikož makroseizmická intenzita klesá se vzdáleností od epicentra, jedná se o uzavřené křivky nepravidelného tvaru, s přibližným středem právě v epicentru. Tyto křivky se samozřejmě nemohou protínat.

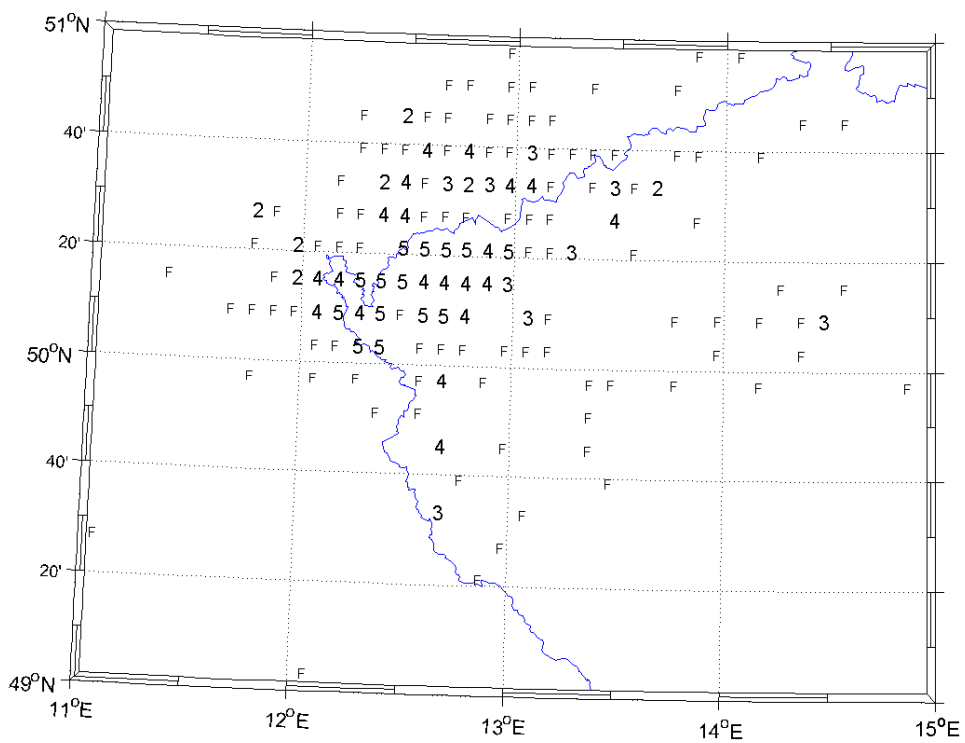
Aby bylo možno vyhodnotit izoseisty automaticky, bylo nutno poměrně rozbité pole makroseizmických intenzit vyhladit a doplnit ho o odhad údajů z částí území, kde makroseizmická intenzita nebyla vyhodnocena. Pole pro vyhodnocení izoseist musí být dostatečně hladké, aby jím bylo možno proložit souvislé izoseisty, zároveň ovšem nesmí být shlazeno příliš, aby vystihovalo lokální změny makroseizmických účinků.

Algoritmus programu nejprve intenzitu $I_{i,j}$ v každém políčku nahradí průměrem intenzit $\overline{I}_{i,j}$ políčka samotného a jeho 8 nejbližších sousedů dle vzorce (5.2), kde n je počet sčítanců. Do součtu jsou zahrnuta pouze políčka, kde byla intenzita vyhodnocena.

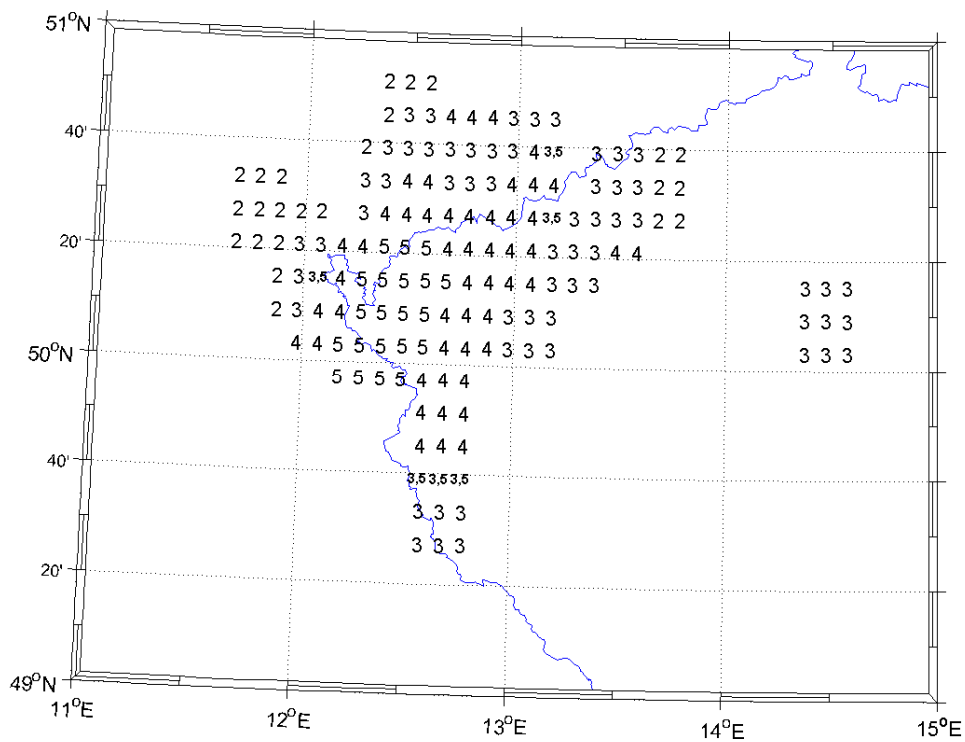
$$\overline{I}_{i,j} = \frac{1}{n} (I_{i-1,j-1} + I_{i,j-1} + I_{i+1,j-1} + I_{i-1,j} + I_{i,j} + I_{i+1,j} + I_{i-1,j+1} + I_{i,j+1} + I_{i+1,j+1}) \quad (5.2)$$

Tento výsledek je následně zaokrouhlen na celočíselnou hodnotu, pouze v případě, že $\overline{I}_{i,j}$ má desetinnou část přesně 0,5, je desetinná část ponechána bez zaokrouhlování. Výše zmíněný postup vyhodnocuje převažující intenzitu v okolí jednotlivých políček a zároveň doplňuje chybějící data v místech, kde v konkrétním políčku intenzita vyhodnocena nebyla, ale v jeho okolí ano. V okolí políček, kde byla ponechána desetinná část, nebyla žádná intenzita převažující.

Program dále vyhodnocuje převažující intenzitu v okolí políček, u kterých byla ponechána desetinná část, a tedy převažující intenzita dosud vyhodnocena nebyla. Postup je identický jako v předchozím kroku, jen místo původních makroseizmických intenzit jsou použity jejich shlazené hodnoty. Vypočtené intenzity před shlazením jsou znázorněny na obrázku 4.8, shlazené intenzity výše uvedeným postupem jsou znázorněny na obrázku 4.9.



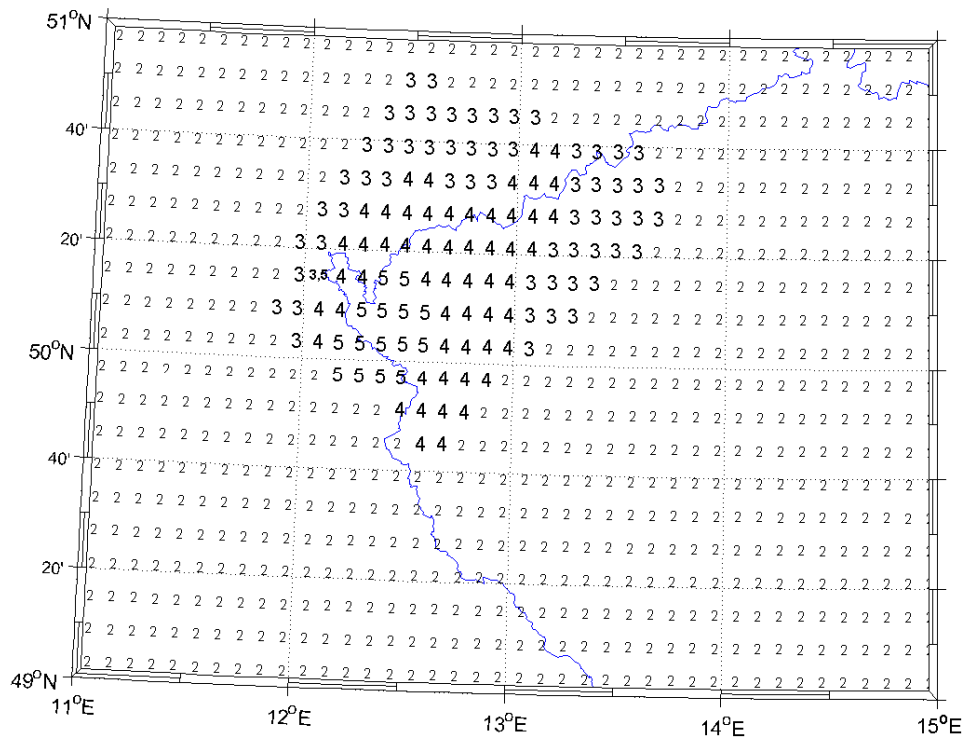
Obr. 4.8 Intenzity vyhodnocené programem



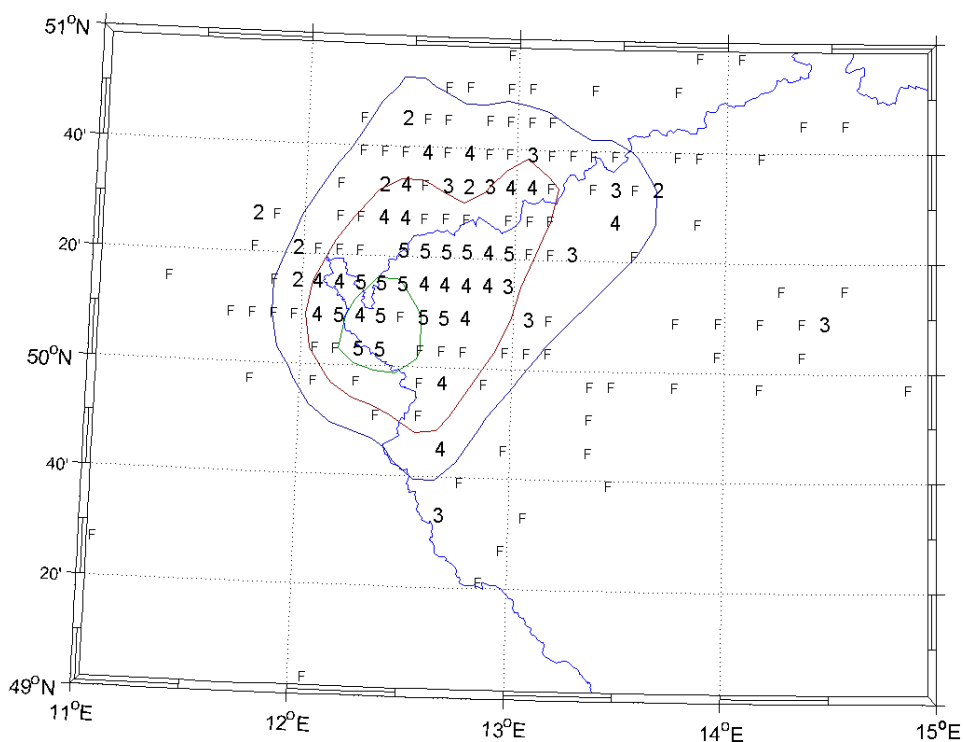
Obr. 4.9 Shlazené pole vyhodnocených intenzit po prvním kroku

Poté je aplikován vzorec (4.2) a následné zaokrouhlení hodnot v políčkách, kde není desetinná část 0,5, na pole shlazených intenzit tak dlouho, než se celé pole stabilizuje a v jednotlivých krocích se již nemění. Takto stabilizované pole shlazených intenzit je doplněno intenzitou 2 v políčkách, kterým dosud žádná intenzita přiřazena nebyla (viz obrázek 4.10). Jedná se o nejmenší možnou intenzitu, s jakou použité algoritmy pracují, jelikož izoseisty oddělující oblasti s převažující intenzitou 2 od oblastí s převažující intenzitou 1 nemá smysl vyhodnocovat.

Hodnoty v poli převažujících intenzit, získaných výše uvedeným postupem, jsou ještě naposledy zprůměrovány přes své nejbližší okolí dle vzorce (2), tentokrát bez následného zaokrouhlování. K hodnotám je přičtena hodnota 0,5, jelikož například rozhraní oblastí s převažujícími intenzitami 4 a 5 by mělo odpovídat hodnotám 4,5. Takto bylo získáno dostatečně hladké pole, jímž je proložena zakřivená plocha, a program vykreslí křivky, kde tato plocha nabývá konstantních celočíselných hodnot – izoseisty. Výsledný tvar izoseist je znázorněn na obrázku 4.11.



Obr. 4.10 Výsledné shlazené pole intenzit



Obr. 4.11 Pole vyhodnocených intenzit s vykreslenými izoseistami

4.8 Srovnání manuálního a automatického vyhodnocení dat

Při automatickém vyhodnocování byla určena intenzita pro 50 oblastí o rozměru $0,1^\circ \times 0,1^\circ$. Při manuálním vyhodnocování byly použity stejně velké oblasti, ovšem intenzita byla vyhodnocena pouze v 24 z nich. Rozdíl je způsoben tím, že pro manuální vyhodnocení bylo požadováno alespoň deset odevzdaných dotazníků z oblasti, pro automatické vyhodnocení bylo kritérium minimálně pět dotazníků. Důvodem mírnějšího kritéria byla snaha o získání alespoň hrubé představy o intenzitě na co nejsouvislejší území, aby bylo možno z dat následně vyhodnotit průběh izoseist. Naopak při manuálním vyhodnocování byl požadován vyšší minimální počet dotazníků, aby data bylo možno považovat za dostatečný statistický vzorek.

Srovnání intenzit vyhodnocených manuálně a automaticky ve společných oblastech uvádí kontingenční tabulka 4.38, kde sloupce určují intenzitu oblasti vyhodnocenou manuálně a řádky určují intenzitu oblasti vyhodnocenou automaticky. V patnácti případech z dvaceti čtyř (což jsou asi dvě třetiny případů) se obě vyhodnocení shodují, ani v jednom případě se nerozcházejí více než o jedna. Program pro automatické vyhodnocení v šesti případech intenzitu vyhodnotil o jedna vyšší, než vyšla po manuálním vyhodnocení, ve třech případech tomu bylo naopak. Obecně lze říct, že obě metody vyhodnocení makroseismických dat si navzájem velmi dobře odpovídají.

Tabulka 4.38 Srovnání manuálního a automatického vyhodnocení intenzit

		manuální vyhodnocení				
		2	3	4	5	6
automatické vyhodnocení	2		2			
	3		2			
	4		3	5		
	5			3	8	1
	6					
	6					

Při manuálním vyhodnocení nebyla ani v jednom případě intenzita vyhodnocena jako stupeň dva, na rozdíl od automatického vyhodnocení. Dle EMS-98 je intenzita stupně dva pocítěna jen ve výjimečných případech a nemá žádný efekt. Ve velké většině dotazníků měly otřesy alespoň nějaký efekt i v oblastech, kde automatický program vyhodnotil intenzitu stupně dva. Na tyto případy pravděpodobně lépe sedí manuální vyhodnocení.

Další odlišnost vyhodnocení byla v epicentrální oblasti, kde automatický program vyhodnotil intenzitu stupně pět, zatímco manuálně byla vyhodnocena intenzita stupně šest. V této oblasti bylo ze šestnácti dotazníků hlášeno osm poškození, což byl hlavní důvod pro manuální určení intenzity stupně šest. Automatický vyhodnocovací program klade větší důraz na další parametry (strach obyvatel, pohyb těžkých předmětů atd.), a proto vyšla intenzita o stupeň nižší. Při vyšším počtu dotazníků by s největší pravděpodobností bylo odchytek méně.

5. Aplikace programu na největší otřesy zemětřeseného roje 2008

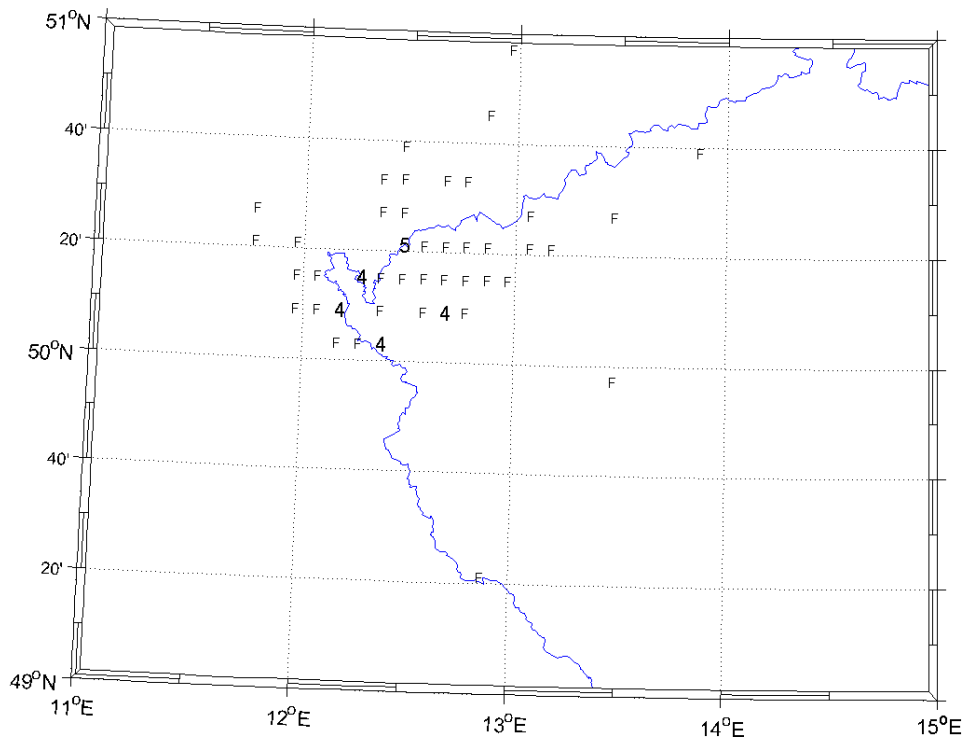
Jak již bylo v minulé kapitole uvedeno, program pracuje a vyhodnocuje data správně, proto mohl být použit pro vyhodnocení intenzit nejsilnějších otřesů uvedených v tabulce 5.1, kde m určuje počet českých dotazníků a n počet německých dotazníků příslušejících k jednotlivým otřesům. Z původně sledovaných sedmi otřesů nebyl vyhodnocen otřes z 10. 10. 2008 v 11:18 UTC, z důvodu pouhých deseti dotazníků, které se k danému otřesu vztahovaly.

Tabulka 5.1. Vyhodnocované otřesy

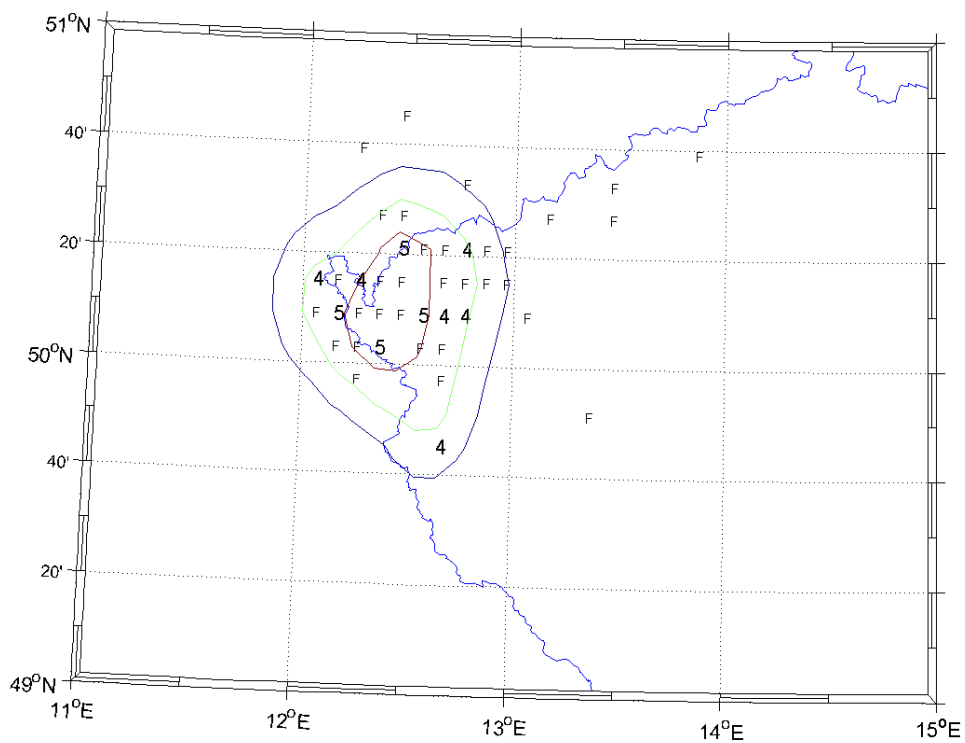
datum	čas	m	n
9.10.	22:20	70	48
10.10.	3:22	137	33
10.10.	8:08	118	62
12.10.	7:44	67	0
14.10.	19:00	109	25
28.10.	8:30	135	144

Vypočtené intenzity pro dané otřesy jsou znázorněny na obrázcích 5.1 až 5.6. Izoseisty byly vykresleny pouze ve čtyřech případech, ve zbylých dvou bylo dat natolik málo, že by izoseisty neměly dostatečnou vypovídací hodnotu.

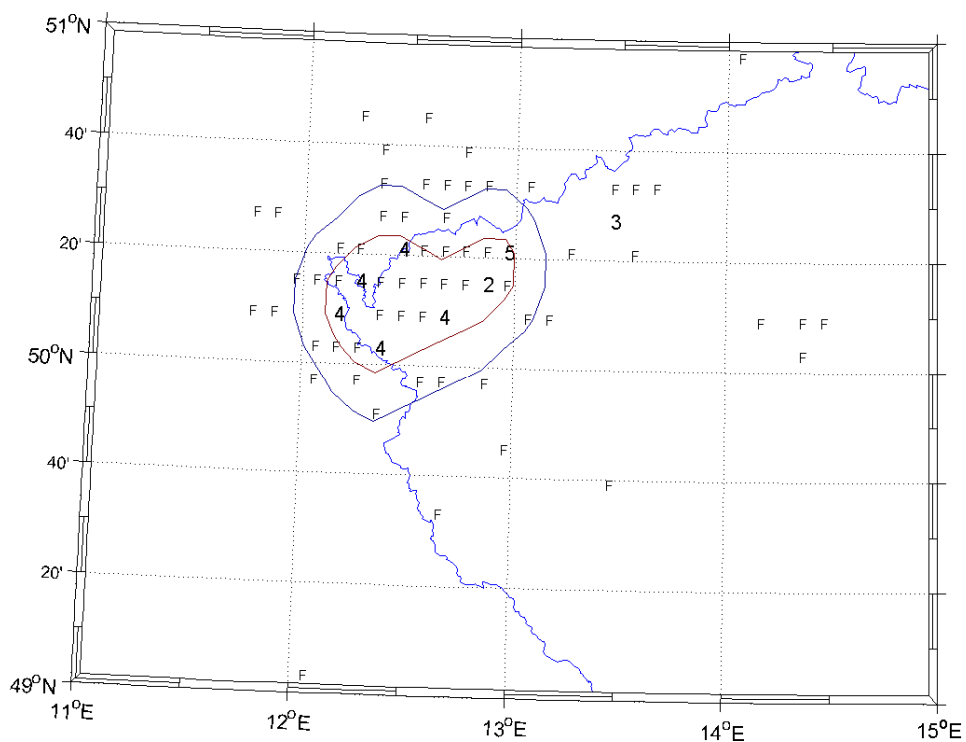
Maximální intenzita všech šesti otřesů dosáhla hodnoty 5, tedy stejné jako u vyhodnocení celého roje jako celku. Výsledný tvar izoseist a jejich protažení ovšem ne úplně přesně popisuje jejich skutečný tvar. Hlavním důvodem je malé množství vstupních dat.



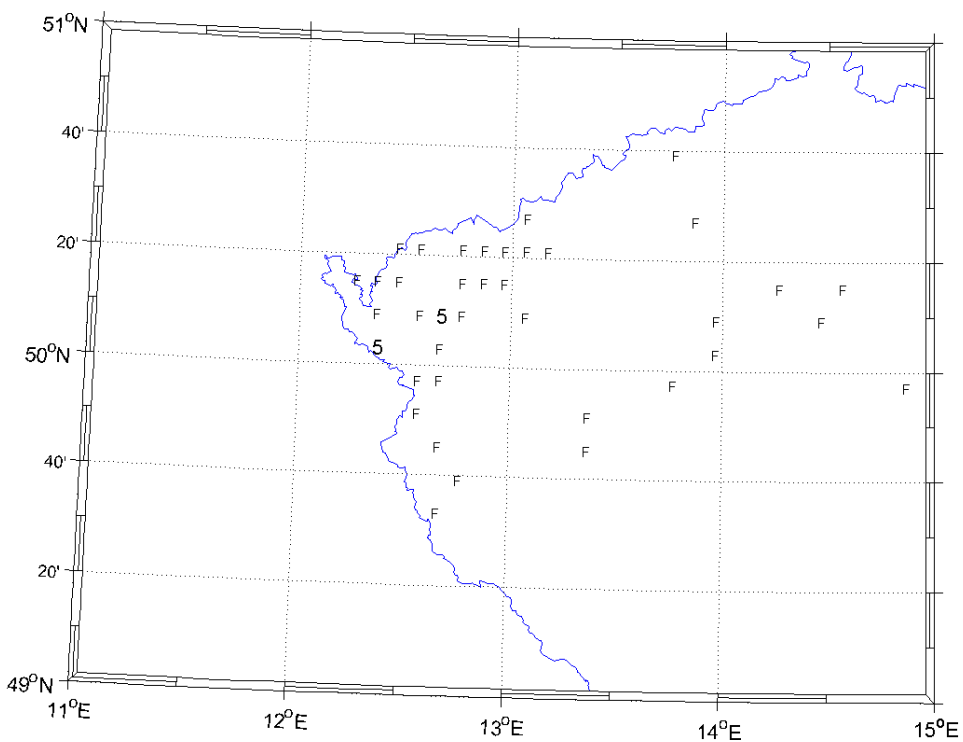
Obrázek 5.1 Vyhodnocení intenzit otřesu z 9. 10. 2008 ve 22:20



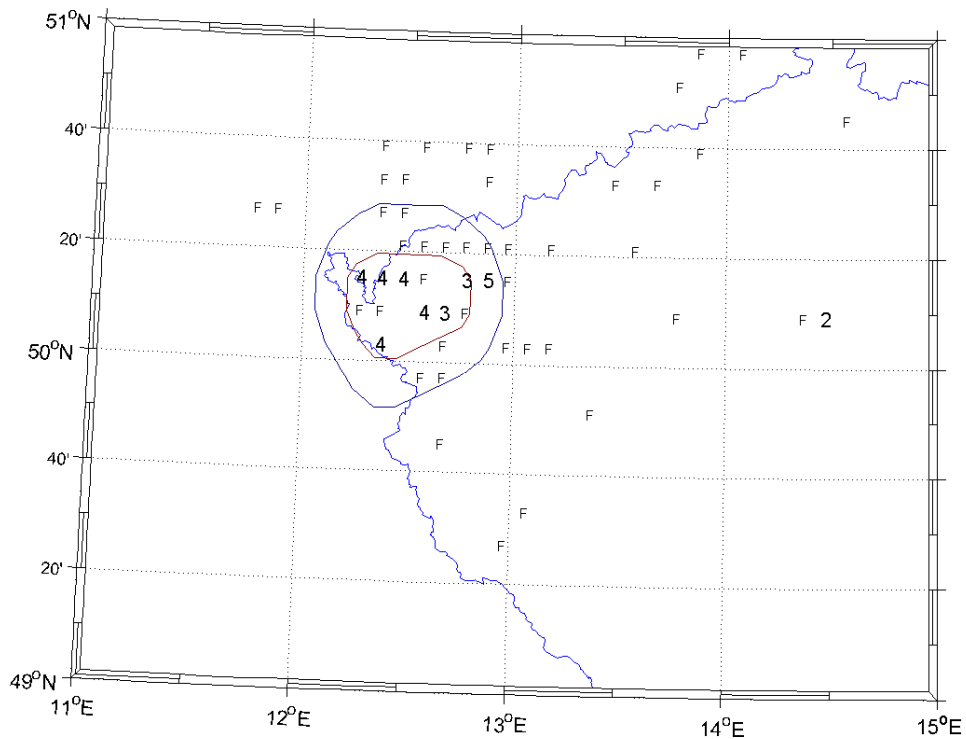
Obrázek 5.2 Vyhodnocení intenzit otřesu z 10. 10. 2008 ve 3:22



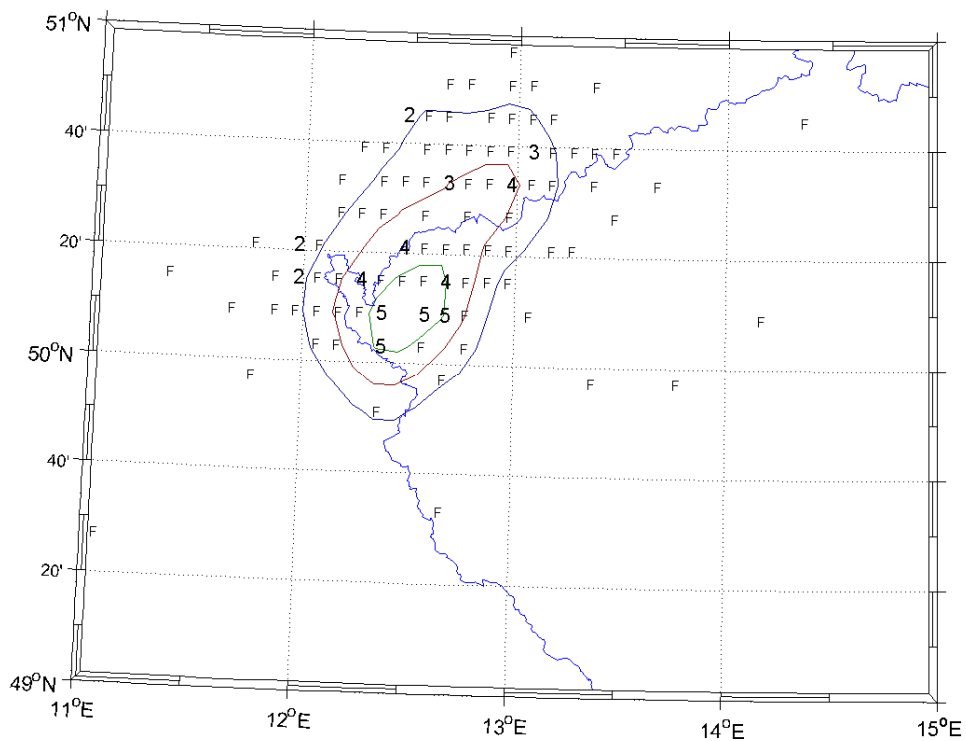
Obrázek 5.3 Vyhodnocení intenzit otřesu z 10. 10. 2008 v 8:08



Obrázek 5.4 Vyhodnocení intenzit otřesu z 12. 10. 2008 v 7:44



Obrázek 5.5 Vyhodnocení intenzit otřesu z 14. 10. 2008 v 19:00



Obrázek 5.6 Vyhodnocení intenzit otřesu z 28. 10. 2008 v 8:30

6 Závěr

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení a následné zpracování makroseismických dat ze seismického roje, který proběhl především v říjnu roku 2008 v západních Čechách a jehož epicentra všech otřesů byly v těsné blízkosti Nového Kostela.

První kapitola je věnována osvětlení základních pojmů, s nimiž se dále v textu bude pracovat.

Druhá kapitola popisuje oblast, kde zemětřesný roj proběhl, z geologického hlediska. Dále se zde nachází historický přehled seismické aktivity v západních Čechách a podrobně se zabývá seismickým rojem, který proběhl na přelomu roku 1985 a 1986 ve stejné oblasti. Tento roj byl makroseismicky vyhodnocován pomocí stupnic MSK-64 resp. MSK-78. Kapitola se rovněž zabývá způsobem sběru makroseismických dat z tohoto roje a jejich vyhodnocením.

Další kapitola (kapitola č. 3) je věnována vývoji makroseismických stupnic a dále podrobnému popisu stupnice EMS-98, která pro vyhodnocení byla použita.

Čtvrtá kapitola se již zabývá samotným seismickým rojem z roku 2008 a podrobným vyhodnocením dat.

V páté kapitole jsou vyhodnoceny intenzity jednotlivých významných otřesů zemětřesného roje 2008 a vykresleny mapy izoseist.

Pro makroseismické vyhodnocení bylo k dispozici 850 českých dotazníků, ale použito mohlo být pouze 646. Zpracovány byly pouze dotazníky vážící se k sedmi nejvýznamnějším otřesům, navíc část dotazníků byla vyřazena z důvodu chybného vyplnění především papírových dotazníků. Za chybné vyplnění bylo považováno chybějící nebo nejasné uvedení místa či času pozorování otřesu, dále více otřesů zaznamenaných v jednom dotazníku, aniž by bylo zřejmé, které odpovědi patří ke kterému otřesu. Z tohoto pohledu se jeví výhodnější (jak už v předejití častých chyb, tak z pohledu následného vyhodnocování) elektronické vyplnění dotazníku propojené s databází.

V příloze H k této práci byly navrženy jisté změny oproti stávající podobě dotazníku. Hlavním důvodem byla větší pochopitelnost pro respondenty a snazší interpretace odpovědí při zpracování. Bylo navrženo rozdělení otázky týkající se pohybu na část popisující typ pohybu a část popisující jeho sílu. Dále byly vypuštěny přebytečné otázky týkající se osobních údajů a změněna odpověď týkající se pozorovaných zvuků charakteristických pro jízdu tanku, které již obyvatelstvu nejsou příliš známy. Rovněž by bylo pro vyhodnocení užitečné, aby respondenti měli možnost přiložit k elektronické verzi dotazníku i fotografie poškozených budov.

Dále bylo navrženo zvážení lepší informovanosti obyvatelstva na základě provedeného průzkumu. Dle něj pouze asi 12% dotazovaných ví, kam hlásit informace v případě otřesu.

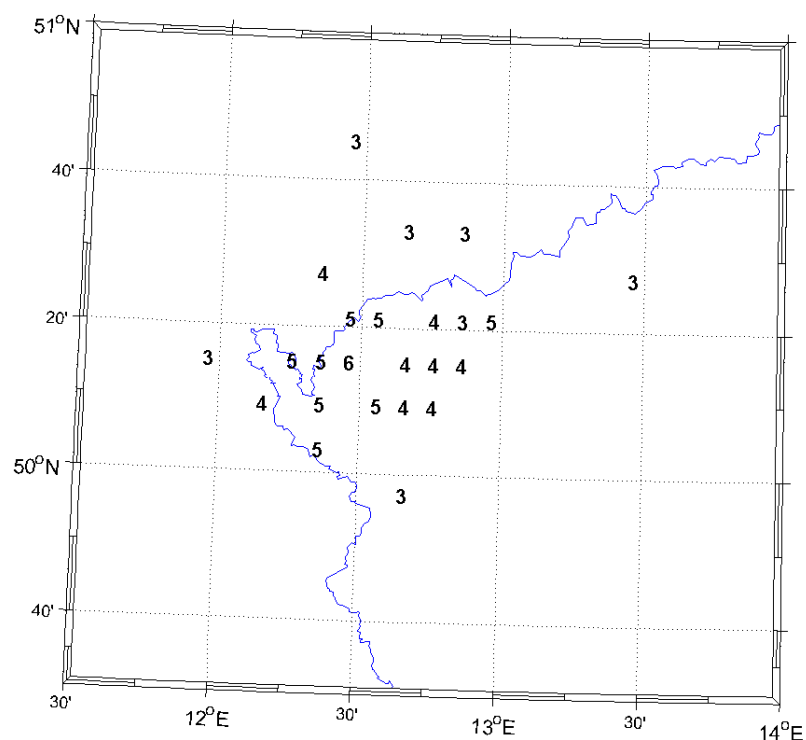
Další návrh na zlepšení kvality zpracování se týkal nejednotnosti českých a německých dotazníků potažmo saských a bavorských. Spoluprací by mohlo být docíleno sjednocení těchto tří různých dotazníků, což by napomohlo přesnějšimu a jednoznačnějšimu vyhodnocení. Návrh dotazníku je uveden v příloze H.

Krom českých dat bylo pro vyhodnocení makroseismického roje poskytnuto 202 dotazníků z oblasti Saska a 110 dotazníků z oblasti Bavorska.

Nejprve byly z dat vyhotoveny souhrnné statistiky uvádějící počty dotazníků vážící se k jednotlivým otřesům, územní rozložení zdrojů dat, pocity lidí, zvířat a chování nábytku a příslušenství domácností. Intenzita nebyla vyhodnocována pro každý otřes zvlášť, ale z důvodu malého množství dat pro celý seismický roj současně. Vyhodnocena byla nejprve pro obce, z nichž bylo získáno alespoň 25 dotazníků. Vyhodnocení probíhalo manuálně a byly získány následující hodnoty intenzity: Cheb 5, Sokolov 4, Aš 5, Karlovy Vary 4, Kraslice 5.

Dále bylo vyhodnocované území rozděleno na oblasti pomocí sítě poledníků a rovnoběžek na velikost $0,1^\circ \times 0,1^\circ$, což v našich zeměpisných šířkách odpovídá přibližně asi 10 x 7,5 km

Intenzita byla vyhodnocována pro tato území, pokud bylo z dané oblasti alespoň 10 pozorování. Celkem byla vyhodnocena intenzita ve 24 oblastech (viz obrázek 6.1).

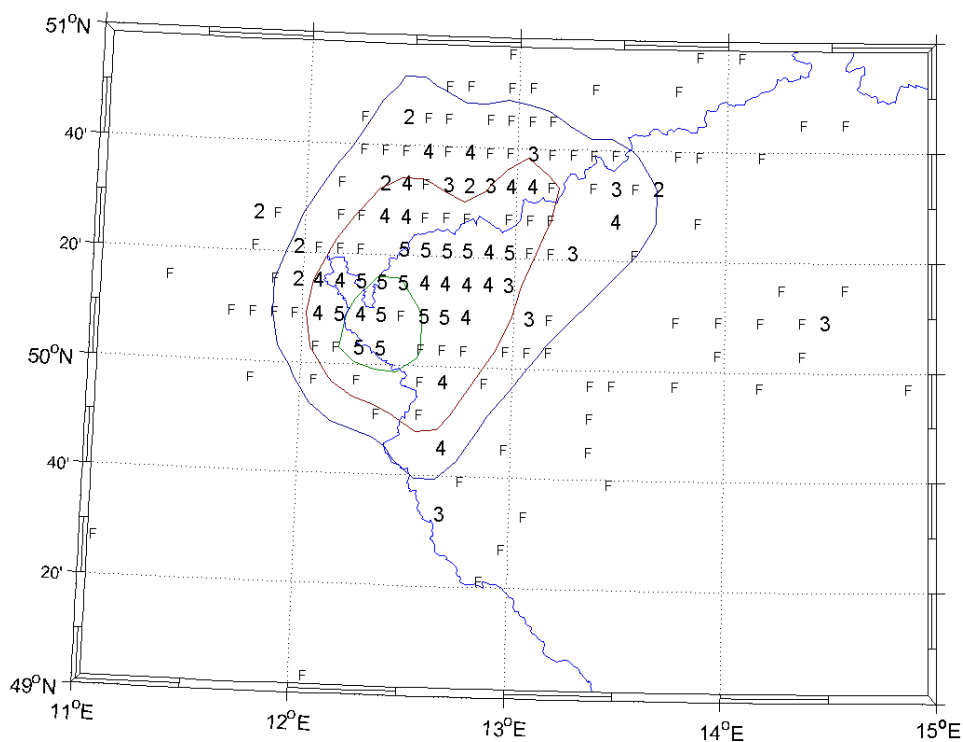


Obrázek 6.1 Vyhodnocené intenzity pro oblasti 0,1° x 0,1°

Získané výsledky poměrně dobře odpovídají předpokladu, že intenzita se vzdálenosti od epicentra klesá.

Další část této kapitoly se věnuje použití programu pro automatické vyhodnocení makroseismických dat. Algoritmus programu byl do značné míry převzat od British Geological Survey, ovšem mírně upraven, tak aby lépe odpovídal českým a německým dotazníkům. V kapitole je podrobně popsáno, jak byly odpovědi z dotazníků transformovány na proměnné potřebné pro chod programu. Další součástí kapitoly je popis programu pro vytvoření izoseist z hodnot intenzit, jež byly získané předešlým programem. Program pracuje na principu shlazování a interpolace pole intenzit.

Výstupy z programu (obr. 6.2) poměrně dobře odpovídají manuálnímu vyhodnocení. V některých oblastech se liší, nikdy však ne o více než jeden stupeň. Odchytky jsou způsobeny hlavně malým množstvím dat.

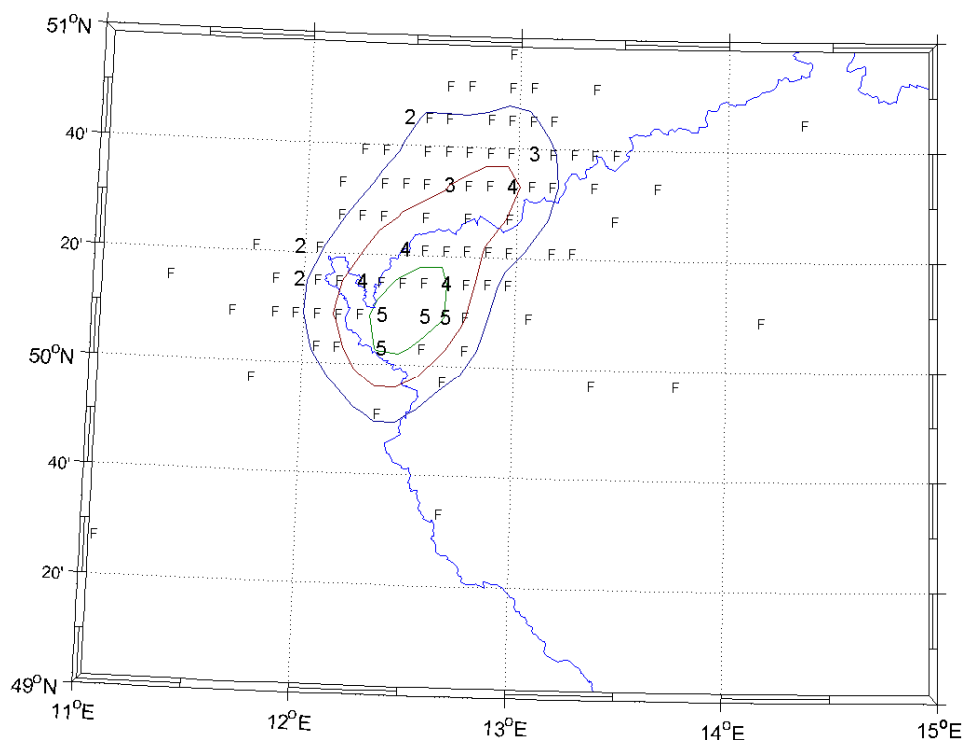


Obr. 6.2 Pole vyhodnocených intenzit s vykreslenými izoseistami

Závěr práce je věnován automatickému vyhodnocení největších otřesů zemětřeseného roje 2008. Ve všech šesti zkoumaných případech byla vyhodnocena maximální intenzita hodnoty 5, což odpovídá maximální intenzitě vyhodnocené pro celý roj dohromady.

Mapy intenzit neobsahují příliš mnoho hodnot, jelikož hlavním problémem bylo opět malé množství dat. Největší množství dotazníků bylo odevzdáno k otřesu z 28. 10. v 8:30 a to 279. Mapu izoseist pro tento otřes zobrazuje obrázek 6.3.

Program pro vyhodnocení intenzit pracuje dobře, a proto by mohl do budoucna být využit pro vyhodnocení makroseismických dat.



Obrázek 6.3 Vyhodnocení intenzit otřesu z 28. 10. 2008 v 8:30

Program na vykreslení izoseist v případě zemětřeseného roje v roce 2008, vykreslil intenzity tak, jak se dalo předpokládat, leč bylo by vhodné program otestovat na větším vzorku různých zemětřesení. To bohužel zatím nebylo možné z důvodu nedostatku dat.

Zdrojové kódy obou výše zmíněných programů, tedy programu na vyhodnocení intenzit a programu na vykreslení izoseist, jsou k diplomové práci přiloženy na CD. Na CD je dále program, který ze souboru vyexportovaného z databáze GFÚ připraví nezbytné vstupní proměnné pro program vyhodnocující intenzity.

Délka seismického roje 2008 byla srovnatelná s délkou rojů z let 1900, 1901, 1908, 1936-37, 1962 a 1985-86, všechny trvaly 6-8 týdnů. Pouze roj z roku 1903 byl výrazně delší. Ve srovnání se seismickým rojem 1985-86 byl roj 2008 jednoznačně slabší, což mělo za následek i výrazně méně odevzdaných dotazníků a hlášení poškození budov.

Literatura

- [1] Grünthal G. et al. (1998): European Macroseismic Scale 1998, Luxembourg, 99s.
- [2] Zahradník J. (2005): Seismologie 1, studijní text, 50s.
- [3] Dudek A. (1987): Geology and Tectonic Pattern of the Western Bohemia Seismic Area, *Workshop on earthquake Swarm in Western Bohemia December 1985 – February 1986*, GFÚ ČSAV, Praha.
- [4] Zátopek A. (1956): Seismická charakteristika Československa. Sb.Čsl.spol.zem., LXI.
- [5] Grünthal G. et al. (1987): Probable Seismotectonic Origin of Earthquake Swarms in West Bohemia/Vogtland, *Workshop on earthquake Swarm in Western Bohemia December 1985 – February 1986*, GFÚ ČSAV, Praha.
- [6] Fischer T., Boušková A., Horálek J. (2006): Zemětřesení v západních Čechách, <http://www.ig.cas.cz/cz/struktura/observatore/zapadoceska-seismicka-sit-webnet/>
- [7] Procházková D. (1987): Earthquake Pattern in Western Bohemia, *Workshop on earthquake Swarm in Western Bohemia December 1985 – February 1986*, GFÚ ČSAV, Praha.
- [8] Nehybka V. (2002): Seismický roj Nový Kostel 2000, Laboratorní a terénní bádání v seismologii a inženýrské geofyzice. Regionální konference s mezinárodní účastí. (Sborník referátů, editor Kaláb, Z.), Ústav geoniky AV ČR Ostrava.
- [9] Kárník V., Schenková Z., Schenk V. (1987): Time Pattern of the Swarm of December 1985 – March 1986 in West Bohemia, *Workshop on earthquake Swarm in Western Bohemia December 1985 – February 1986*, GFÚ ČSAV, Praha.
- [10] Procházková D. (1986): Zpracování makroseismických dat o roji 1985 – 1986 v západních Čechách, *Počítačové spracovanie údajov československej seizmickej siete*, GFÚ SAV a GFÚ ČSAV, Bratislava.

- [11] Čadek O., Novotný O., Zahradník J. (1986): Detailní studium makroseismických účinků v Chebu při zemětřesení 21.12.1985, *Počítačové spracovanie údajov československej seizmickej siete*, GFÚ SAV a GFÚ ČSAV, Bratislava.
- [12] Bucha V. (1987): Letter to the Observers of Macroseismic Affects of the 1985/86 Earthquake in Western Bohemia – June 1986, *Workshop on earthquake Swarm in Western Bohemia December 1985 – February 1986*, GFÚ ČSAV, Praha.
- [13] Procházková D. (1987): Processing Results of Macroseismic Data on the 1985/86 Earthquake Swarm in Western Bohemia, *Workshop on earthquake Swarm in Western Bohemia December 1985 – February 1986*, GFÚ ČSAV, Praha.
- [14] Procházková D. a kol. (1987): List of Earthquakes in Western Bohemia, 1985 – 1986, *Workshop on earthquake Swarm in Western Bohemia December 1985 – February 1986*, GFÚ ČSAV, Praha.
- [15] Procházková D. (1987): The Isoseismal Maps and Macroseismic Observations on the Territory of Czechoslovakia, *Workshop on earthquake Swarm in Western Bohemia December 1985 – February 1986*, GFÚ ČSAV, Praha.
- [16] Procházková D., Schmedes E., Drimmel J. (1987): Isoseismal Maps of the Two Strongest Events During the Earthquake Swarm 1985/86 in Western Bohemia, *Workshop on earthquake Swarm in Western Bohemia December 1985 – February 1986*, GFÚ ČSAV, Praha.
- [17] Klíma K., Ruprechtová L. (1987): The West-Bohemian Earthquake Swarm 1985 – 1986 – standard observatory data processing, *Workshop on earthquake Swarm in Western Bohemia December 1985 – February 1986*, GFÚ ČSAV, Praha.
- [18] Zahradník J., Čadek O., Novotný O. (1987): Rozložení maximálních intenzit při zemětřesení z 21.12.1985 v západních Čechách a jeho možné vysvětlení z hlediska mechanismu ohniska, *Počítačové spracovanie údajov československej seizmickej siete*, GFÚ SAV a GFÚ ČSAV, Bratislava.
- [19] Musson R.M.W. (2006): Automatic assessment of EMS-98 intensities, British Geological Survey, Great Britain, 22s.
- [20] en.wikipedia.org/wiki/Japan_Meteorological_Agency_seismic_intensity_scale

- [21] <http://en.wikipedia.org/wiki/Mercalli>
- [22] <http://cs.wikipedia.org/wiki/MSK-64>
- [23] <http://www.ig.cas.cz/cz/seismicka-sluzba/makroseismicky-dotaznik/>
- [24] <http://www.erdbeben-in-bayern.de/erdbeben-gefuehlt>
- [25] <http://www.geo.uni-jena.de/geophysik/Formular.html>
- [26] <http://www.earthquakes.bgs.ac.uk/questionnaire/EqQuestPage1.html>

Přílohy

A Šindó – japonská makroseismická stupnice [20]

0. Nepostřehnutelné lidmi.
1. Pocíitelné jen několika lidmi v budovách.
2. Cítí většina lidí v budovách, někteří se budí, zavěšené předměty se nepatrně kývají.
3. Pocítno většinou lidí, někteří jsou vystrašení. Drobné nádobí cinká. Zavěšené předměty mimo budovy se kývají.
4. Mnoho lidí je vystrašeno, většina se budí. Zavěšené předměty se výrazně houpají. Nestabilní předměty padají. Chodci i řidiči automobilů pocítí ují slabé otřesy.
5. nižší Někteří lidé mají problém s chůzí. Nádobí a knihy padají, nábytek se posunuje. Okenní tabule mohou být poškozeny, nevyztužené stěny padají. Cesty jsou poškozeny. Trhliny ve zdech méně odolných budov.
5. vyšší Většina lidí je vystrašená, mají problém s chůzí. Těžší nábytek se může převrátit. Automobily nemohou jet. Zdi méně odolných budov jsou těžce poškozeny. Trhliny ve zdech budov s protizemětřесnou úpravou.
6. nižší Chůze není možná. Neupevněný nábytek se hýbe a padá. Dochází k sesuvu některých méně odolných budov. Zdi a pilíře budov s protizemětřесnou úpravou jsou poškozeny.
6. vyšší Dochází k sesuvu mnoha méně odolných budov. Zdi budov s protizemětřесnou úpravou jsou těžce poškozeny.
7. Některé budovy s protizemětřесnou úpravou se hroučí.

B Modifikovaná Mercalliho stupnice (MM-56) [21]

- | | |
|-------------------|--|
| 1. přístrojové | Lidmi nepozorováno, zaznamenané pouze přístroji. |
| 2. velmi slabé | Pozorované jen několika lidmi ve vyšších patrech budov. Zavěšené předměty se mohou hýbat. |
| 3. slabé | Zaznamenané lidmi uvnitř budov, zejména ve vyšších patrech. Často není rozpoznáno, že se jedná o zemětřesení. Stojící motorová vozidla se mohou lehce kývat. Vibrace podobné průjezdu nákladního auta. |
| 4. mírné | Pocítěné mnoha lidmi uvnitř, několika venku během dne. V noci jsou někteří lidé probuzeni. Okna dveře a nádobí drnčí, zdi vydávají praskavý zvuk. Zdá se, jako by nákladní automobil narazil do budovy. Stojící motorová vozidla se zřetelně kývou. |
| 5. celkem silné | Pozoruje je i venku mnoho lidí, nemusí být pocítěno venku za nevýhodných podmínek. Nádobí a okna se mohou rozbít a velké zvony zvoní. Vibrace, jako když vlak projíždí těsně kolem domu. |
| 6. silné | Pocítěno všemi. Mnoho lidí má strach a vybíhá z budov, ztrácejí rovnováhu. Okna, nádobí a skleněné předměty jsou rozbité, knihy padají z polic, těžký nábytek se může posunout nebo převrhnout. Mohou opadávat kousky omítky. Slabé poškození budov. |
| 7. velmi silné | Je obtížné stát. Nábytek je poškozený. Poškození dobře konstruovaných budov je zanedbatelné, lehké až střední poškození běžných budov. Značné poškození budov se špatnou konstrukcí. Některé komíny mohou spadnout. Pocítěno lidmi jedoucími v motorových vozidlech. |
| 8. pustošivé | Slabé poškození budov se speciální protizemětřesnou úpravou, značné poškození a částečné zřícení běžných budov. Padají komíny, sloupy, zdi. Těžký nábytek se pohybuje. |
| 9. rujnující | Všeobecná panika, i u nejkvalitněji postavených budov značné poškození. Budovy s ocelovými výztužemi jsou vychýleny. Ostatní stavby jsou vážně poškozeny a částečně se hroubí, budovy posunuty ze základů. |
| 10. ničivé | Některé dobře stavěné dřevěné budovy zničeny, většina zděných a ocelových budov je zničena i se základy. Kolejnice jsou ohnuty. |
| 11. velmi ničivé | Pouze několik málo budov zůstává stát, mosty zničeny, kolejnice silně ohnuty. |
| 12. katastrofické | Totální katastrofa, téměř vše je zničeno. Dochází ke změně tvárnosti krajiny. Předměty jsou vyvrženy do vzduchu. Země se vlní. Velké kusy skal se mohou pohybovat. |

C Medveděvova-Sponheuerova-Kárníkova stupnice (MSK-64) – stručný popis [22]

1. stupeň	Zaznamenatečné pouze přístroji.
2. stupeň	Pozorován citlivými osobami v klidu, zvláště ve vyšších patrech budov.
3. stupeň	Část obyvatelstva uvnitř budov je pociťuje jako slabý otřes, venku jen výjimečně. Otřesy se podobají projíždění nákladního auta. Zavěšené předměty se mohou kývat.
4. stupeň	Lze pozorovat i mimo budovy, spící se většinou probudí. Otřesy připomínají projíždění těžkých nákladních vozidel. Okna dveře a nádobí drnčí, zavěšené předměty se kývají.
5. stupeň	Pozoruje jej i venku mnoho lidí, budovy se chvějí, lehčí předměty se posunují, kyvadlové hodiny se zastavují, dveře a okna se zavírají a otvírají.
6. stupeň	Pocítěno většinou lidí uvnitř i venku, mnoho lidí s úlekem vybíhá ven, ztrácejí rovnováhu, i těžký nábytek se posunuje, rozezvučí se zvony, objevují se trhliny v omítce.
7. stupeň	Pocítují i lidé jedoucí v motorových vozidlech, objevují se trhliny ve zdech, špatně založené budovy se říjí, vodní plochy se vlní.
8. stupeň	Vyvolává zděšení a paniku, velké škody na většině budov, boří se stěny, v půdě se objevují trhliny.
9. stupeň	Všeobecná panika, i u nejkvalitněji postavených budov vznikají trhliny ve zdech, ostatní stavby jsou vážně poškozeny a částečně se hroutí, mohou být ohnuty železniční koleje.
10. stupeň	Vážné škody i u budov se speciální konstrukcí, většina budov je zničena, poškozené hráze, mosty, železnice a potrubí.
11. stupeň	Všeobecná katastrofa, všechny druhy budov těžce poškozeny, dochází k sesuvům půdy a řícení skal.
12. stupeň	Dochází ke změně tvárnosti krajiny. Prakticky všechny stavby jsou těžce poškozeny nebo zničeny. Pozorují se horizontální i vertikální posuny podél velkých trhlin.

D Český makroseismický dotazník [23]

Pocítli jste zemětřesení?

Prosíme Vás o laskavé vyplnění následujícího makroseismického dotazníku.

Vaše údaje budou využity **výhradně** pro výzkum zemětřesení a seismického ohrožení na území Čech, Moravy a Slezska. Současně prosíme o oznámení jmen osob které jako pozorovatelé mohou podat další informace, zejména bydlí-li v jiné obci. Svou adresu a telefon uveďte vždy, i když jste zemětřesení nepocítli. Zdůrazňujeme, že každá byt' sebemenší zpráva má svůj význam pro další zpracování. Zajímají nás také zprávy negativní (viz výše) i zprávy o dřívějších otřesech, o zápisech v kronikách apod.

Děkujeme Vám za Vaši ochotu a spolupráci, která nám umožňuje získat cenné údaje ke studiu seismicity České republiky.

Geofyzikální ústav Akademie věd České republiky

Jméno pozorovatele:

Zaměstnání:

Adresa (domů):

Telefon:

Zemětřesení: rok měsíc den hodina minuta

Místo pozorování: doma []
jinde [] obec
ulice
okres

Pozorování: venku []
v budově [] v kterém patře
celkový počet pater
v autě [] stojícím []
jedoucím []

Zde uveďte další podrobnosti o zemětřesení, které považujete za důležité a nebylo je možné uvést v odpovědích na otázky na straně 2 a 3:

Popis pozorovaných otřesů:**Popis pohybu:****Doprovodné zvuky:**

žádný	[]	žádné	[]		
slabé zachvění	[]	dunění	[]	hluk podobný větru	[]
silné zachvění	[]	vibrace	[]	zvuky podobné explozi	[]
slabé zhoupnutí	[]	hučení	[]	zvuky podobné jízdě těžkého	
silné zhoupnutí	[]	vrzání	[]	nákladního auta či tanku	[]
slabé zakymáčení	[]	nevím	[]		
silné zakymáčení	[]				
nevím	[]				

Popis účinků na člověka:**Poloha pozorovatele:****Pocity a reakce pozorovatele:**

stál	[]	probuzení ze spánku	[]
seděl	[]	vyběhl ven	[]
ležel	[]	obtížné udržení rovnováhy	[]
spal	[]	ztráta rovnováhy	[]
pohyboval se	[]	strach	[]
		panika	[]

Kolik lidí uvnitř pozorovalo otřes: Kolik lidí venku pozorovalo otřes:

pouze Vy	[]	pouze Vy	[]
několik	[]	několik	[]
mnoho	[]	mnoho	[]
většina	[]	většina	[]
nevím	[]	nevím	[]

Popis účinků na předměty a přírodu:**Lehké****kusy nábytku:****Okna:****Nádobí:****Zavěšené předměty:**

nehýbaly se	[]	nehýbala se	[]	nehýbalo se	[]	nehýbaly se	[]
zatřásly se	[]	drnčela	[]	cinkalo	[]	nepatrně se kývaly	[]
zhouply se	[]	řinčela	[]	řinčelo	[]	kývaly se	[]
pohnuly se	[]	otevírala se nebo		padalo	[]	značně se kývaly	[]
převrhly se	[]	se zavírala	[]	nevím	[]	nevím	[]
nevím	[]	nevím	[]				

Těžké**kusy nábytku:****Dveře:****Malé předměty:****Kapalina****v nádobách:**

nehýbaly se	[]	nehýbaly se	[]	nehýbaly se	[]	nehýbala se	[]
zatřásly se	[]	drnčely	[]	posunuly se	[]	vlnila se	[]
zhouply se	[]	řinčely	[]	spadly	[]	vyšpláchla	[]
pohnuly se	[]	otevíraly se nebo		nevím	[]	vylila se	[]
převrhly se	[]	se zavíraly	[]			nevím	[]
nevím	[]	nevím	[]				

Chování domácích zvířat uvnitř:**Chování hospodářských zvířat venku:**

byla klidná	[]	byla klidná	[]
byla neklidná	[]	byla neklidná	[]
nevím	[]	nevím	[]

Popis škod na budovách:

Druh budovy:

dřevěná	[]	panelová	[]	
kamenná	[]	ocelová	[]	
z nepálených cihel	[]	jiná	[]	jaká
.....				
cihlová	[]			

Porušení budovy:

bylo	[]
nebylo	[]
nevím	[]

Omítka:

žádné škody	[]
vlásečnicové trhliny	[]
opadané menší kousky	[]
opadané velké kusy	[]
nevím	[]

Příčky a výplně:

žádné škody	[]
trhliny v několika	[]
trhliny v mnoha	[]
trhliny ve většině	[]
některé spadly	[]
mnohé spadly	[]
většina spadla	[]
nevím	[]

Nosné zdi, sloupy, panely:

žádné škody	[]
trhliny v několika	[]
trhliny v mnoha	[]
trhliny ve většině	[]
některé spadly	[]
mnohé spadly	[]
většina spadla	[]
nevím	[]

Komíny:

žádné škody	[]
trhliny	[]
pootočení	[]
úplně zničeny	[]
nevím	[]

Střecha:

žádné škody	[]
krytina částečně opadala	[]
značně poškozena	[]
úplně zničena	[]
nevím	[]

Seismické oddělení, Geofyzikální ústav AV ČR, Boční II/1401, 141 31 Praha 4 - Spořilov

telefon: 267 103 018, 267 103 015, ústředna 267 103 111, fax: 272 761 549

E-mail: seis@iq.cas.cz, WWW: <http://www.iq.cas.cz>

E Bavorský makroseismický dotazník [24]

Erdbebenreport

Hier können Sie uns von Ihnen verspürte Erdbeben melden. Diese Informationen geben uns mögliche Anhaltspunkte über die Stärke der Erschütterung und mögliche Schäden.

Ihre Informationen werden per Email weitergeleitet, wir bedanken uns für Ihre Mithilfe.

Angaben zur Person des Meldenden (optional für Rückfragen)

Name

Vorname(n)

Telefon

E-Mail

Aufenthaltsort während des Bebens

PLZ, Ort

Straße, Hausnummer

Kommentar

Zeit

Wann haben sie das Beben zuerst gespürt?

Wann empfanden sie das heftigste Beben?

Wann war die Aktivität zu Ende?

Stärke: Wirkung auf Personen

Bitte beziehen sie ihre Angaben auf das stärkste Beben.

1a. Aufenthaltsort während des Erdbebens

im Innern eines Gebäudes

im Freien

1b. Welches Stockwerk?

2. Tätigkeit während des Erdbebens

gehend

stehend

sitzend

liegend

schlafend

3a. Wie stark wurde das Beben verspürt?

gar nicht

leicht

deutlich

stark

sehr stark

3b. Auf welche Art wurde das Beben verspürt?

keine Angabe
Schaukeln/Wiegen
Schütteln/Zittern

3c. Wer hat sonst noch das Beben verspürt?

war alleine
niemand
wenige
viele
alle

4. Reaktion?

keine	JA/NEIN
Überraschung	JA/NEIN
Aufwachen	JA/NEIN
Angst	JA/NEIN
Gleichgewichts-Probleme	JA/NEIN
ins Freie rennen	JA/NEIN
Panik	JA/NEIN

Stärke: Wirkung auf Gebäude

Bitte beziehen sie ihre Angaben auf das stärkste Beben.

1a. Gebäudetyp

keine Angaben
Natursteinhaus
Backsteinhaus
Beton
Stahl
Holzhaus

1b. Art des Gebäudes

keine Angaben
Privathaus
öffentliches Gebäude

2. Grad des Schadens (bitte nur grössten Schaden angeben)

nichts festgestellt
Risse im Verputz
Risse in der Wand, abbröckelnder Putz
heruntergefallene Kamine
einzelne Wände und Säulen versagen
Totaleinsturz

Stärke: Wirkung auf sonstige Gegenstände

Bitte beziehen sie ihre Angaben auf das stärkste Beben.

1. Hängende Objekte (Lampen, Bilder, etc.)

kein Schwingen
leichtes Schwingen
deutliches Schwingen
starkes Schwingen

2. Porzellan, Glas

nichts festgestellt
Rasseln, Klappern, Klirren
Zerbrechen

3. Fenster, Türen

Zerbrechen
Zittern, Klappern
Schwingen, Auf-/Zuschlagen

4. Fensterscheiben

Zerbrechen JA/NEIN

5. Holzwerk

Knarren, Knacken JA/NEIN

6. kleine, leicht verschiebbare Objekte (einzelne Bücher, Vasen, etc.)

nichts festgestellt
Verschieben
Umfallen, Herunterfallen

7. kleine Objekte von normaler Stabilität (z.B. Bücher in Regalen)

nichts festgestellt
Umfallen
Herunterfallen

8. leichte Möbel

nichts festgestellt
Bewegen (Zittern, Schuetteln)
Verschieben

9. Möbel

nichts festgestellt
Verschieben
Umfallen

10. grössere Objekte (TV, Computer, etc.)

Herunterfallen JA/NEIN

11. Flüssigkeiten in gut gefüllten Behältern

nichts festgestellt
Oszillieren
Überlaufen

12. Wasser in Behältern, Tanks, Pools

nichts festgestellt

Oszillieren

Überlaufen

13. Grabsteine

Verschieben, Drehen, Umfallen JA/NEIN

14. Wellen im Boden

nichts festgestellt

in weichem Untergrund

in festem Untergrund

15. Monumente, Säulen

nichts festgestellt

Drehen

Umfallen

Bemerkungen

F. Saský makroseismický dotazník [25]

FRAGEBOGEN ZU DEN AUSWIRKUNGEN DES ERDBEBENS VOM..... IM RAUM.....

Alle Wahrnehmungen zu diesem Erdbeben sind wichtig und sollen erfaßt und ausgewertet werden. Bitte helfen Sie uns dabei, indem Sie diesen Fragebogen unvoreingenommen und vollständig ausfüllen und ihn zurücksenden. Dieser Fragebogen wurde von Dr. Wendt (Nachbarobservatorium Collm, Uni-Leipzig) erstellt.

1. Haben Sie das oben genannte Ereignis verspürt?

(Es ist sinnvoll, zum weiteren auch dann Stellung zu nehmen, wenn Sie nichts gespürt haben!) JA/NEIN

Wann genau? Uhrzeit (Stunde und Minute)

Stunde Minute

Wo genau befanden Sie sich?

in einem Gebäude	JA/NEIN
im Freien	JA/NEIN
im Auto	JA/NEIN
wo sonst?	

Adresse Ihres Aufenthaltsortes während der Beobachtung (evtl. mit Postleitzahl):

Anzahl der Stockwerke des Gebäudes:

Stockwerk Ihres Aufenthalts während der Beobachtung:

Bauart des Gebäudes

Fachwerk	JA/NEIN
Ziegel	JA/NEIN
Plattenbau	JA/NEIN
Natursteine	JA/NEIN
Beton	JA/NEIN
andere?	

Lage Ihres Aufenthaltsortes während der Beobachtung

Ebene	JA/NEIN
Hang	JA/NEIN
Berg	JA/NEIN
Tal	JA/NEIN
Ufer	JA/NEIN

Untergrundbeschaffenheit, falls Ihnen bekannt

Sandboden	JA/NEIN
Lehm/Ton	JA/NEIN
Fels	JA/NEIN
aufgeschütteter Boden	JA/NEIN
Sumpf	JA/NEIN
andere?	

Ihre momentane persönliche Situation während des Ereignisses

stehend	JA/NEIN	
sitzend	JA/NEIN	
liegend	JA/NEIN	
schlafend und auf Grund der Auswirkungen erwacht		JA/NEIN
andere?		

2. Was verspürten Sie? Können Sie die entsprechende Dauer (in Sekunden) schätzen?

Auf- und Abwärtsbewegung	JA/NEIN sek
ruckartige, kurze Bewegung	JA/NEIN sek
langsames Schwanken	JA/NEIN sek
Zittern	JA/NEIN sek
Geräusche (wann? welche?) sek
etwas anderes? sek

Falls mehreres gleichzeitig oder nacheinander gespürt wurde, bitte beschreiben:

3. Welche Wirkungen rief das Ereignis hervor?

a) in und an Gebäuden/technischen Anlagen wo?

Art/Zweck des Gebäudes bzw. der Anlage:

vorübergehende:

Zittern/Pendeln frei hängender	JA/NEIN
Klappern/Pendeln von Fenstern	JA/NEIN
Auf- und Zuschlagen	JA/NEIN
Knistern von Dielen und Wänden	JA/NEIN
Zittern von Möbelstücken	JA/NEIN
ungewöhnliches Verhalten von Tieren	JA/NEIN
oder stehender Gegenstände	JA/NEIN
und Türen	JA/NEIN
Klirren von Geschirr und Fenstern	JA/NEIN
Krachen im Gebälk	JA/NEIN
Schwanken von Möbelstücken	JA/NEIN

bleibende:

Verschieben / Umfallen / Herabfallen kleiner Gegenstände in/aus Regalen und ähnliches JA/NICHT

Verrutschen von Wandbildern	JA/NEIN
Stehenbleiben von Uhren	JA/NEIN
Überschwappen freier Wassermengen	JA/NEIN
Verrücken von Möbelstücken	JA/NEIN

Schäden:

nicht bekannt geworden	JA/NEIN
feine Risse im Verputz	JA/NEIN
Risse in Mauern und Fußböden	JA/NEIN
Abfallen von Dachziegeln	JA/NEIN
an unterirdischen Ver- und Entsorgungsanlagen	JA/NEIN
Überschwappen freier Wassermengen	JA/NEIN
Verrücken von Möbelstücken	JA/NEIN
Umstürzen von Möbelstücken	JA/NEIN
Abbröckeln von Verputz	JA/NEIN
an Schornsteinen	JA/NEIN
Einsturz von Gebäudeteilen	JA/NEIN

b) in der Natur

Bodenrisse	JA/NEIN
Senkungen	JA/NEIN
Erdrutsche	JA/NEIN
Felsstürze	JA/NEIN

Veränderungen an Gewässern, Brunnen, Stauseen (z.B. Wasserstand, Trübungen, Wellen) JA/NICHT
wo genau?

4. Verspürten Sie Nachstöße?

NEIN/JA

wann? wie stark?

Falls Sie bei dem Ereignis erschrocken sind, beschreiben Sie bitte kurz Ihre Empfindungen:

Haben Sie auf Grund von Befürchtungen das Gebäude verlassen, in dem Sie sich vor dem Ereignis aufgehalten hatten? NEIN/JA
welchen?

Haben andere Personen in Ihrer Umgebung das Ereignis ebenfalls wahrgenommen?

einzelne	JA/NEIN
wenige (ca.5%)	JA/NEIN
viele (ca.50%)	JA/NEIN
die meisten	JA/NEIN

Hatten Sie schon vorher persönliche Erfahrungen mit Erdbeben bzw. Gebirgsschlägen? NEIN/JA
welche?

Schildern Sie ggf. weitere Einzelheiten, außergewöhnliche Vorkommnisse, Veränderungen und Schäden, die mit dem Ereignis im Zusammenhang stehen könnten:

Ihre Kontaktadresse mit Telefonnummer:

G. Britský makroseismický dotazník [26]

Section A - Where You Were

1. At the time of the earthquake, where were you?

Address:

Postcode:

If you do not know the postcode, tick here: []

E-mail address:

- Outdoors
- Ground floor
- Upper floor
- Stationary vehicle
- Moving vehicle
- Other

If indoors, please describe the type of building:

- Function (house, school, church, etc.)
- Construction (brick, wood, stone, etc.)

If you were on an upper floor, was it:

- 1st floor
- 2nd floor
- 3rd floor
- 4th – 8th floor
- 9th floor or higher

2. What were you doing?

- Sitting
- Standing
- Lying down
- Sleeping
- Walking
- Kneeling
- Other

Section B - Earthquake Shaking and Sound

3. What best describes the shaking you felt?

- No shaking
- Trembling
- Swaying
- Jerky motion
- Impact
- Rolling motion
- Other

It was:

Weak
Moderate
Severe

4. What best describes any sound you heard?

No sound
Rumbling
Roaring
Explosion
Other

It was

Faint
Moderate
Load

Section C - Effects on People and Animals

5. What best describes what happened where you were (your house, neighbours)?

Nobody noticed it
Only one or two people noticed it
Some people noticed it, but not many.
Many people noticed it
Most people noticed it
Everyone noticed it
People indoors noticed it, but not those outside
People upstairs noticed it, but not those on the ground floor
I do not know whether other people noticed it or not

6. (Only for earthquakes that happened at night) Did the earthquake wake you?

No/Yes

Were other people where you were woken up?

No-one
I was awoken but no others (or no others present)
I wasn't awoken but others were
I was awoken and others were as well
Don't know

7. Were you frightened?

No/Yes

Where you were, did anybody run outdoors in fright?

No
Yes, a few
Yes, many
Yes most/all
Don't know

8. Were any animals nearby frightened?

- No
- Yes, pets
- Yes, farm animals
- No animals nearby/don't know

Section D - Effects on Objects, Buildings, etc.

9. Did any of the following things happen?

- | | |
|---|---------------------|
| Windows/doors rattled | Yes/No/I don't know |
| Crockery, etc. rattled | Yes/No/I don't know |
| Hanging objects swung | Yes/No/I don't know |
| Pictures moved askew | Yes/No/I don't know |
| Small objects shifted or fell | Yes/No/I don't know |
| Books or similar shifted or fell | Yes/No/I don't know |
| Furniture shook visibly | Yes/No/I don't know |
| Furniture shifted out of place | Yes/No/I don't know |
| Furniture toppled over | Yes/No/I don't know |
| Pendulum clocks stopped | Yes/No/I don't know |
| Plants shook | Yes/No/I don't know |
| Liquids splashed or spilled | Yes/No/I don't know |
| Please give details, or note any other things that you noticed: | |

10. Was there any damage to buildings where you were?

Yes/No/I don't know

If yes, did the following things occur at your location (house or street)?

- | | |
|---|---------------------|
| Small cracks in plaster | Yes/No/I don't know |
| Large cracks in plaster | Yes/No/I don't know |
| Plaster fell from walls/ceiling in small amounts | Yes/No/I don't know |
| Plaster fell from walls/ceiling in large amounts | Yes/No/I don't know |
| Stones/slates/parts of chimney fell | Yes/No/I don't know |
| Small cracks in brick/stone walls | Yes/No/I don't know |
| Large/deep cracks in brick/stone walls | Yes/No/I don't know |
| Free-standing walls collapsed, partly or completely | Yes/No/I don't know |
| Chimney stack collapsed, completely | Yes/No/I don't know |
| House walls collapsed, partly or completely | Yes/No/I don't know |
| Please describe any other damage: | |

11. Were there any effects on natural surroundings where you were, for example, landslips, cracks in ground, effects on ponds or streams, etc.?

Yes/No/I don't know

If yes, please describe the effects:

12. Have you any other comments about the effects of the earthquake that might be useful?

H. Návrh úpravy českého makroseismického dotazníku

Pocítli jste zemětřesení?

Prosíme Vás o laskavé vyplnění následujícího makroseismického dotazníku.

Vaše údaje budou využity **výhradně** pro výzkum zemětřesení a seismického ohrožení na území Čech, Moravy a Slezska. Současně prosíme o oznámení jmen osob, které jako pozorovatelé mohou podat další informace, zejména bydlí-li v jiné obci. Svou emailovou adresu a telefon a místo pobytu během otřesu uveďte vždy, i když jste zemětřesení nepocítli. Zdůrazňujeme, že každá byt' sebemenší zpráva má svůj význam pro další zpracování. Zajímají nás také zprávy negativní (viz výše) i zprávy o dřívějších otřesech, o zápisech v kronikách apod.

Děkujeme Vám za Vaši ochotu a spolupráci, která nám umožňuje získat cenné údaje ke studiu seismicity České republiky.

Geofyzikální ústav Akademie věd České republiky

Jméno pozorovatele:

Telefon:

Email:

Zemětřesení: rok měsíc den hodina minuta

Místo pozorování:

okres

obec

ulice

Pozorování: venku []
v budově [] v kterém patře
celkový počet pater
v autě [] stojícím []
jedoucím []

Popis pozorovaných otřesů:

Popis pohybu:

žádný []
zachvění []
zhoupnutí []
zakymácení []
nevím []

Síla pohybu:

slabé []
silné []

Doprovodné zvuky:

(možno označit více odpovědí)

žádné [] zvuky podobné jízdě těžkého nákladního auta []
dunění [] hluk podobný větru []
hučení [] zvuky podobné explozi []
vrzání [] nevím []

Popis účinků na člověka:

Poloha pozorovatele:

stál []
seděl []
ležel []
spal []
pohyboval se []

Pocity a reakce pozorovatele:

(možno označit více odpovědí)

probuzení ze spánku []
vyběhl ven []
obtížné udržení rovnováhy []
ztráta rovnováhy []
strach []
panika []

Kolik lidí uvnitř pozorovalo otřes: Kolik lidí venku pozorovalo otřes:

pouze Vy []
několik []
mnoho []
většina []
nevím []

pouze Vy []
několik []
mnoho []
většina []
nevím []

Kolik lidí ve vašem okolí bylo vystrašeno:

nikdo []
několik []
mnoho []
většina []
nevím []

Popis účinků na předměty a přírodu:

Lehké

kusy nábytku:

nehýbaly se []
zatřásl se []
zhouply se []
pohnuly se []
převrhly se []
nevím []

Okna:

nehýbala se []
drnčela []
řinčela []
otevírala se nebo []
se zavírala []
nevím []

Nádobí:

nehýbalo se []
cinkalo []
řinčelo []
padalo []
nevím []

Zavěšené předměty:

nehýbaly se []
nepatrně se kývaly []
kývaly se []
značně se kývaly []
nevím []

Těžké

kusy nábytku:

nehýbaly se []
zatřásl se []
zhouply se []
pohnuly se []
převrhly se []
nevím []

Dveře:

nehýbaly se []
drnčely []
řinčely []
otevíraly se nebo []
se zavíraly []
nevím []

Malé předměty:

nehýbaly se []
posunuly se []
spadly []
nevím []

Kapalina v

nádobách:

nehýbala se []
vlnila se []
vyšpláchla []
vylila se []
nevím []

Chování domácích zvířat uvnitř:

byla klidná []
byla neklidná []
nevím []

Chování hospodářských zvířat venku:

byla klidná []
byla neklidná []
nevím []

Popis škod na budovách:

Druh budovy:

(možno označit více odpovědí)

dřevěná	[]	panelová	[]
kamenná	[]	ocelová	[]
z nepálených cihel	[]	jiná	[] jaká
cihlová	[]		

Porušení budovy:

bylo	[]
nebylo	[]
nevím	[]

Omítka:

žádné škody	[]
vlásečnicové trhliny	[]
opadané menší kousky	[]
opadané velké kusy	[]
nevím	[]

Příčky a výplně:

žádné škody	[]
trhliny v několika	[]
trhliny v mnoha	[]
trhliny ve většině	[]
některé spadly	[]
mnohé spadly	[]
většina spadla	[]
nevím	[]

Nosné zdi, sloupy, panely:

žádné škody	[]
trhliny v několika	[]
trhliny v mnoha	[]
trhliny ve většině	[]
některé spadly	[]
mnohé spadly	[]
většina spadla	[]
nevím	[]

Komíny:

žádné škody	[]
trhliny	[]
pootočení	[]
úplně zničeny	[]
nevím	[]

Střecha:

žádné škody	[]
krytina částečně opadala	[]
značně poškozena	[]
úplně zničena	[]
nevím	[]

Zde uveďte další podrobnosti o zemětřesení, které považujete za důležité a nebylo je možné uvést v odpovědích na předchozí otázky:

Seismické oddělení, Geofyzikální ústav AV ČR, Boční II/1401, 141 31 Praha 4 - Spořilov

telefon: 267 103 018, 267 103 015, ústředna 267 103 111, fax: 272 761 549

E-mail: seis@ig.cas.cz, WWW: <http://www.ig.cas.cz>