

Überwachung der seismischen Aktivität in der Umgebung des KKW Temelín

1. Einleitung

Das lokale seismologische Netz in der Umgebung des KKW's Temelín (Abkürzung DSR JETE – Detaillierte seismische Polaraufnahme des KKW's Temelín) ist im Betrieb seit 1991. Garant des Projekts war der Staatsbetrieb s.p. Geofyzika Brno, später das Institut für Physik der Erde bei der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Masaryk-Universität in Brunn (ÚFZ). Die Hauptaufgabe der DSR JETE ist die Erfassung lokaler Mikroerschütterungen mit einer Magnitude im Intervall 1-3 im Einklang mit TECDOC - 343 (IAEA, 1985). Seismische Ereignisse werden in 4 Kategorien erfasst: teleseismische Ereignisse in einer Entfernung von über 2 000 km, regionale Ereignisse (200 – 2 000 km), nahe Ereignisse (50 – 200 km) und lokale Ereignisse (<50 km). Außer tektonischer Erdbeben werden durch das Netz der Stationen auch induzierte Gebirgsschläge und industrielle Sprengungen erfasst. Eine wichtige Aufgabe bei der Überwachung der seismischen Aktivität kommt der Gewinnung von Unterlagen zur Bestätigung des seismotektonischen Modells des weiter gefassten Standorts des KKW's Temelín zu.

2. Technische Parameter des Netzes der detaillierten seismischen Polaraufnahme

2.1 Konfiguration des Netzes DSR JETE

Bis Ende 2005 erfolgte die Überwachung mittels des lokalen seismischen Netzes, das mit 3-Komponenten-Velocimetern Mark mit Eigenfrequenz 2 Hz ausgerüstet war, und mittels der digitalen seismologischen Apparatur Lennartz 5800. Die Station STRU war außerdem mit dem 3-Komponenten-Accelerometer MR 2002 (Syscom A.G.) ausgerüstet. Seit dem 01.01.2006 ist im vollem Betrieb das neue telemetrische Netz mit den Apparaturen RefTek DAS 130, 3-Komponenten-Velocimetern Geosig VE-56 mit Eigenfrequenz 1 Hz und einem Accelerometer Geosig AC-63. Die kontinuierlichen seismologischen Daten werden aus den Stationen per Funk an das Subzentrum und weiter über eine Internetleitung in die Bearbeitungszentrale im ÚFZ übertragen.

Obr. 1 Karte mit Stationen des Netzes DSR ETE. Weiße Kästchen – seismologische Stationen, schwarzes Kästchen – Subzentrum, schwarzes Dreieck – KKW Temelín.

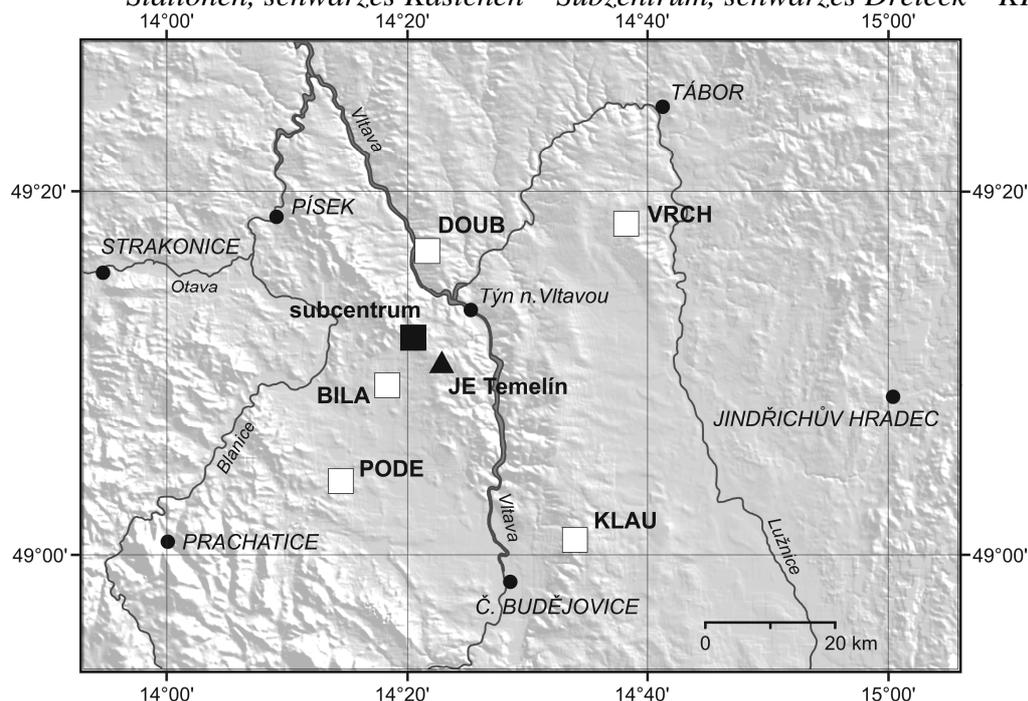
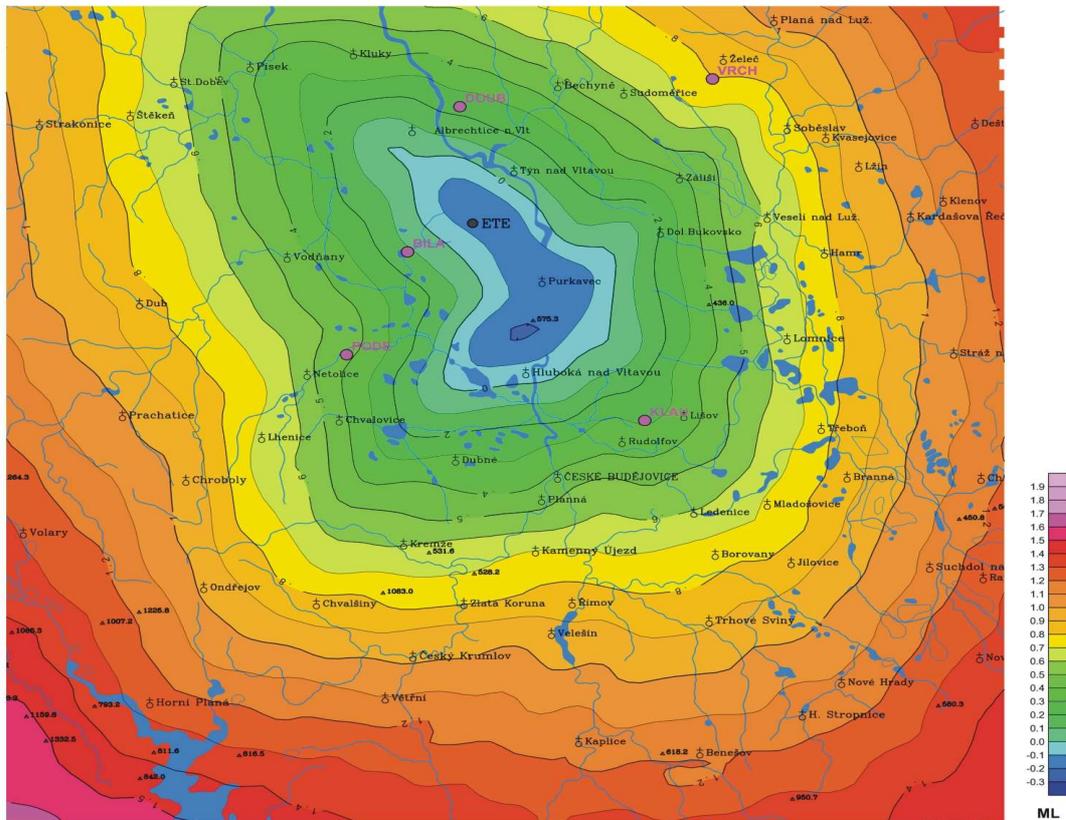


Tabelle 1 Geographische Koordinaten der Stationen des Netzes DSR ETE

Station	Code der Station	Koordinaten WGS-84		Koordinaten S-JTSK		Seehöhe (m ü. M.)	Entf. von JETE (km)	Betriebsdaten	
		Breite (°)	Länge (°)	X (km)	Y (km)			ab	bis
Struha	STRU	49,156	14,402	1145,49	758,36	443	3,4	01.09.1991	31.12.2005
Nuzice	NUZI	49,269	14,467	1133,615	751,89	409	12,0	01.09.1991	30.11.1994
Bílá Hůrka	BIHU	49,155	14,305	1144,55	765,315	429	5,8	01.09.1991	30.11.1994
U Janečků	JANE	49,069	14,445	1155,465	756,515	450	13,4	01.09.1991	09.12.1992
Jelmo	JELM	49,029	14,559	1161,035	748,845	514	21,5	10.12.1992	31.12.2005
Kouba	KOUB	49,127	14,126	1145,885	778,745	558	19,1	01.09.1991	23.07.2001
Helpenburg	HELF	49,138	14,018	1143,52	786,302	568	26,5	24.07.2001	31.12.2005
Hláška	HLAS	49,068	14,24	1153,47	771,38	435	15,9	01.09.1991	31.12.2005
Paseky	PASE	49,262	14,289	1132,66	764,84	479	11,0	01.09.1991	31.12.2005
Bílá Hůrka	BILA	49,156	14,306	1144,485	765,258	435	5,8	01.01.2006	im Betrieb
Poděřístě	PODE	49,068	14,241	1153,522	771,311	441	16,0	01.01.2006	im Betrieb
Vrchy	VRCH	49,304	14,637	1131,448	739,142	525	23,4	01.01.2006	im Betrieb
Klauda	KLAU	49,014	14,566	1162,714	748,592	563	23,1	01.01.2006	im Betrieb
Doubravka	DOUB	49,279	14,361	1131,487	759,409	496	11,0	01.01.2006	im Betrieb
Subzentrum	subc	49,199	14,342	1140,11	762,001	-	-	01.01.2006	im Betrieb

Aufgrund der in den Jahren 2003 bis 2004 bei der Auswahl der Standorte für die seismologischen Stationen durchgeführten Rauschmessungen wurde eine Karte der Empfindlichkeit erstellt (Abb. 2). In der Praxis erweist sich, dass das Netz noch empfindlicher ist und häufig gelingt es, auch viel schwächere Erschütterungen nachzuweisen und zu lokalisieren.

Obr. 2 Karte der Empfindlichkeit des seismologischen Netzes. Die Karte gibt an, wie hoch die minimale Magnitude M_L eines seismischen Ereignisses im betreffenden Gebiet sein muss, um durch das Netz zuverlässig erfasst zu werden.



Detaillierte Informationen über das neue Netz wurden in der Fachpresse veröffentlicht (Nehybka et al. 2006, Hanžlová et al. 2007a). Zur Anschauung ist die Station Vrchy in Abb. 3 dargestellt.

Obr. 3 Seismologische Station Vrchy (VRCH). Im Hintergrund Antennenmast für die Funkübertragung der Daten an das Subzentrum.



2.2 Technische Ausrüstung der Stationen

Alle seismologischen Stationen, die das KKW Temelín überwachen, sind mit seismischen Apparaturen des amerikanischen Unternehmens Reftek und Sensoren der Schweizer Firma Geosig ausgerüstet. Die Apparaturen Reftek DAS 130–01 stellen die modernste Generation von Anlagen zur Gewinnung seismischer Daten mit weitem Bereich der Dynamik dar. Die seismologischen Daten werden mit dem Zeitnormal mittels eines GPS-Signal-Empfängers synchronisiert. Alle Stationen sind mit dem Velocimeter VE-53 (Abb. 4) ausgerüstet und die Station PODE ist außerdem mit dem Accelerometer AC-63 für eine zuverlässige Erfassung eventueller starker Erschütterungen ausgerüstet. Parameterübersicht der technischen Ausrüstung der Stationen ist in Tab. 2 aufgeführt.

Die Messdaten werden sofort mithilfe von Funkverbindungen an das sog. Subzentrum übertragen, das im Observatorium des Tschechischen hydrometeorologischen Instituts (ČHMÚ) in Temelín errichtet ist, und danach ebenfalls mittels Funkverbindung an den Internetanbieter und dann über das Internet an die Bearbeitungszentrale im Institut ÚFZ in Brünn weitergeleitet. Die Funkverbindungen arbeiten im Duplexbetrieb auf vorbehaltenen Frequenzen im Band 3,5 GHz. Durch diesen Aufbau werden alle Daten in Realzeit übertragen und können unmittelbar visualisiert und bearbeitet werden. In der Gegenrichtung, also aus dem Institut für Physik der Erde, können das ganze Netz, alle Parameter des Funknetzes und des seismologischen Netzes, der Zustand der unterbrechungsfreien Stromversorgung UPS (Uninterruptible Power Supply), die Temperatur in den Racks, in denen die gesamte

Ausrüstung untergebracht ist, und weitere Daten überwacht werden. So kann operativ die Einstellung der Netzparameter in Abhängigkeit von der gegebenen Situation geändert, der Datenfluss kontrolliert und bei jedem Problem unverzüglich eingegriffen werden. Das System enthält eine Vielzahl von Kontrollen, Wächtern und Backups, wodurch die Möglichkeit von Ausfällen und Datenverlust minimiert ist. Bei Stromausfall ist die Funkverbindung zur Datenübertragung für die Dauer von mindestens 5 Stunden gesichert und die seismischen Daten werden im internen Speicher der seismischen Apparatur mindestens 48 Stunden lang hinterlegt. Bei einer Störung der Funkverbindung zur Datenübertragung sind die seismologischen Daten in der seismischen Apparatur für die Dauer von mindestens 7 Tagen sichergestellt.

Tabelle 2 Übersicht der wichtigsten technischen Parameter der eingesetzten Geräteausrüstung

<i>Einrichtung</i>	<i>Größe</i>	<i>Wert</i>
Velocimeter VE-53	Eigenfrequenz	1 Hz
	Empfindlichkeit	1000 V/m/s
Accelerometer AC-	Empfindlichkeit	1g/10 V
Seismische Reftek DAS 130-01	LSB	49 nV
	Abtastfrequenz	250 Hz

Obr. 4 Installation des Velocimeters VE-53 in der Station Klauda (KLAU).

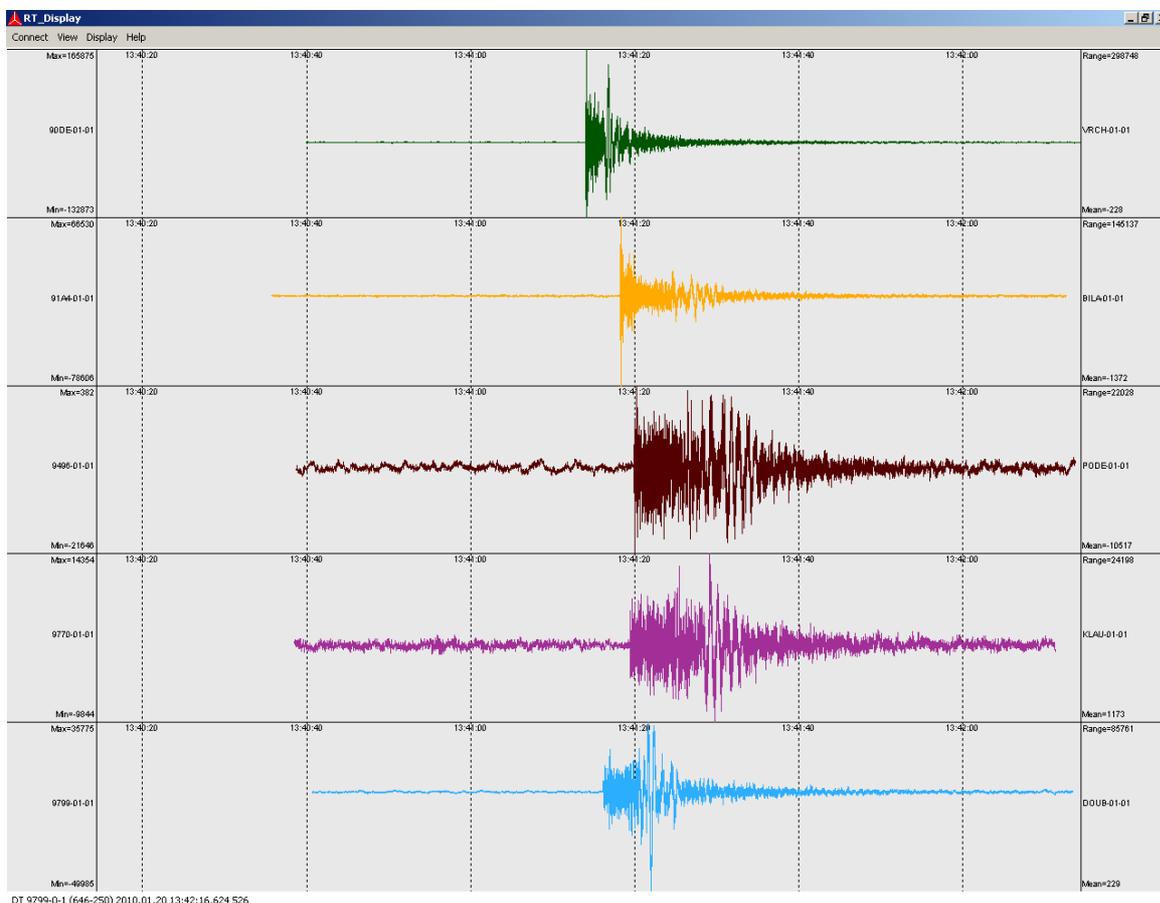


2.3 Datengewinnung

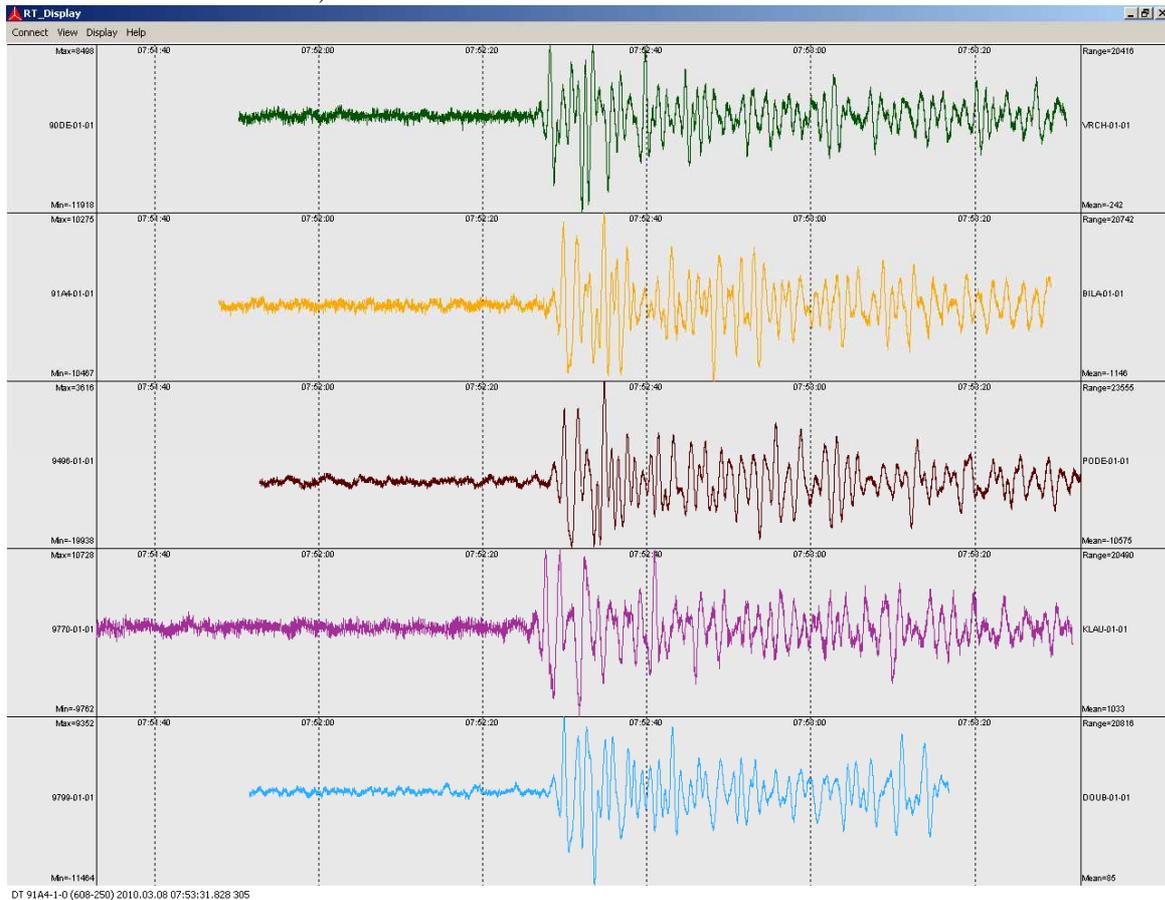
Die Daten von allen fünf Stationen werden kontinuierlich per Funk an das Subzentrum zur weiteren Auswertung übertragen. Für die Übertragung können bis zu acht sog. Streams mit unterschiedlichen Parametern definiert werden. Der Haupt-Datenstream enthält die kontinuierlichen seismischen Daten mit einer Abtastfrequenz von 250 Hz. In der Betriebsstation SUN im Subzentrum läuft ständig das Programm *rtpd*, das eine Datenbank mit seismologischen Daten im Format Reftek zusammenstellt. Die Betriebsstation SUN ist mittels Funkverbindung an einen Internetanbieter angeschlossen und weiter nach Brünn an das ÚFZ über eine Internetleitung mit Übertragungsgeschwindigkeit von 256 kb/s. Die Leitung und die anknüpfende Funkverbindung ermöglichen beidseitigen Zugriff auf den Rechner im Subzentrum sowie auf die Messapparaturen. Die Funktionen der Anlage werden auf allen Ebenen mit Wächterprogrammen kontrolliert und alle Unregelmäßigkeiten und Ausfälle bei Messung und Datengewinnung werden mit Warn-E-Mails bekanntgegeben. In der Bearbeitungszentrale im ÚFZ werden die Daten im Sammelcomputer SUN Blade 2000 gespeichert und automatisch aus dem Format *Reftek* in das Format *css3.0* übertragen, das standardmäßig bei der Bearbeitung der Daten aus allen durch ÚFZ betriebenen seismologischen Stationen benutzt wird. Mithilfe des Programms zur Visualisierung der Daten in der Realzeit *RT_display* kann der aktuelle Zustand des Netzes überwacht werden (Abb. 5a, 5b).

Obr. 5 Veranschaulichung des Online-Monitors der einlaufenden Daten – Programm RT_display (sog. „live seismogramy“).

a) Lokale Sprengung im Steinbruch Slapy, 20.01.2010. (Distanz zwischen den Zeitmarken 20 s.)



b) Erdbeben in der Türkei mit Magnitude 5,5 vom 08.03.2010. (Distanz zwischen den Zeitmarken 20 s.)



3. Methodik der Datenbearbeitung

3.1 Bearbeitung und Auswertung der Daten

Die seismischen Daten werden mithilfe ähnlicher methodischer Verfahren und Software ausgewertet, die im Institut ÚFZ auch bei der Bearbeitung von Daten auch seinen weiteren Netzen Verwendung finden. Dank der Onlineübertragung und der automatischen Übertragung in das zur Analyse verwendete Datenformat können die Daten mit minimaler zeitlicher Verzögerung bearbeitet werden.

Der Interpretator analysiert mithilfe des Programms *Geotool* die kontinuierlich Aufzeichnung von allen Stationen und nimmt die Klassifikation der vorgefundenen seismischen Ereignisse nach Entfernung des Hypozentrums vom KKW Temelín und nach Typ des Ereignisses vor. Gleichzeitig verfolgt er die Datenqualität, Rauschpegel und Vorkommen eventueller Störungen.

Typen seismischer Ereignisse nach Entstehungsursache:

- * *tektonische Erdbeben*
- * *durch Bergbau induzierte Erschütterungen*
- * *industrielle Sprengungen (z. B. in Steinbrüchen)*

Klassifikation seismischer Ereignisse nach Entfernung des Hypozentrums vom KKW Temelín:

- * *teleseismisch* – Entfernung über 2000 km
- * *regionale* – Entfernung 200-2000 km
- * *nahe* – Entfernung 50-200 km
- * *lokale* – Entfernung bis 50 km

Bei teleseismischen Ereignissen handelt es sich praktisch immer um Erdbeben. Die einzige Ausnahme bilden Nuklearsprengungen.

Regionale Ereignisse sind in den allermeisten Fällen Erdbeben oder induzierte Gebirgsschläge. Nur in seltenen Ausnahmefällen wird aus einer solchen Entfernung eine Sprengung erfasst.

Nahe Ereignisse können sowohl Sprengungen in Steinbrüchen als auch Erdbeben oder induzierte Erschütterungen sein, beim verfolgten Standort handelt es sich um Gebirgsschläge aus dem Bereich des Untertage-Gasspeichers Háj e u Příbrami, etwa 60 km nordwestlich vom KKW Temelín.

Lokale Erschütterungen können industrielle oder militärische Sprengungen oder tektonische Erdbeben sein.

Die Hauptaufgabe des Netzes DSR JETE ist die Erfassung lokaler tektonischer Mikroerschütterungen, und deshalb wird diesen die höchste Aufmerksamkeit gewidmet. Ähnlich werden auch alle lokalen Sprengungen ausgewertet, die zur Überprüfung der Nachweisfähigkeit des Netzes und Bestätigung des angewandten Geschwindigkeitsmodells dienen. In der gewählten Zone von 50 km für lokale Ereignisse sind die Empfehlungen der MAAE (IAEA 1985) hinsichtlich der Genauigkeit der Lokalisierung zuverlässig erfüllt.

Lokalisiert werden auch Gebirgsschläge aus dem Bereich des UGS Háj e und nahe Erdbeben bis zu einer Entfernung von ca. 70 km vom KKW.

Teleseismische, regionale und eventuell auch nahe werden mithilfe der Korrelation mit den übrigen tschechische, europäischen und globalen seismologischen Organisationen identifiziert.

Zur Klassifikation eines seismischen Ereignisses folgt die Ablesung der Ankunftszeiten der einzelnen Wellenphasen, -amplituden und -frequenzen, wiederum mithilfe der Software *Geotool* (Abb. 6). Bei Erschütterungen, die anschließend lokalisiert werden, werden diese Ansätze bei allen erfassenden Stationen abgelesen. Bei sonstigen Ereignissen, auf die keine Analyse folgt, erfolgt die Ablesung nur bei einer Station.

Zur Lokalisierung bestimmte Ereignisse werden weiter mit dem Lokalisierungsprogramm *HYP03D* (Firbas, Werl 1988) bearbeitet, mit dessen Hilfe die Koordinaten des Hypozentrums und der Zeitpunkt der Entstehung bestimmt werden. Das Programm wurde und wird zuverlässig auch bei den anderen, durch ÚFZ betriebenen lokalen Netzen verwendet. Es basiert auf iterativer Berechnung des Strahlengangs in dreidimensionaler Umgebung, wo die Prozedur so lange fortgesetzt wird, bis eine ausreichend genau Lösung erreicht ist. Grundlage der Berechnung bildet ein dreidimensionales Modell der Ausbreitungsgeschwindigkeit seismischer Wellen in der Erdrinde für den gegebenen Standort. Das Geschwindigkeitsmodell für den Standort Temelín wurde aufgrund aller verfügbaren geologischen und geophysikalischen Daten erstellt (Kadlec et al. 1978; Šimůnek et al. 1994; Malecha et al. 1964; Ibrmajer, Suk 1989; Vrána, Štědrá 1997; Čech 1964). Das derzeit verwendete, präzisiertere Modell wurde im Bericht Nr. 39 beschrieben. Wenn es möglich und sinnvoll ist,

werden bei der Lokalisierung auch öffentlich zugängliche Daten aus nahen seismologischen Stationen aus Tschechien, Österreich oder Deutschland verwendet.

Die Größe der lokalisierten Ereignisse ist im Einklang mit der Empfehlung der MAAE (IAEA 1985) mithilfe der Lokalbeben-Magnitude nach Richter M_L . Für die Berechnung wird die modifizierte Formel für lokale Netze nach Scherbaum, Stoll (1983) verwendet:

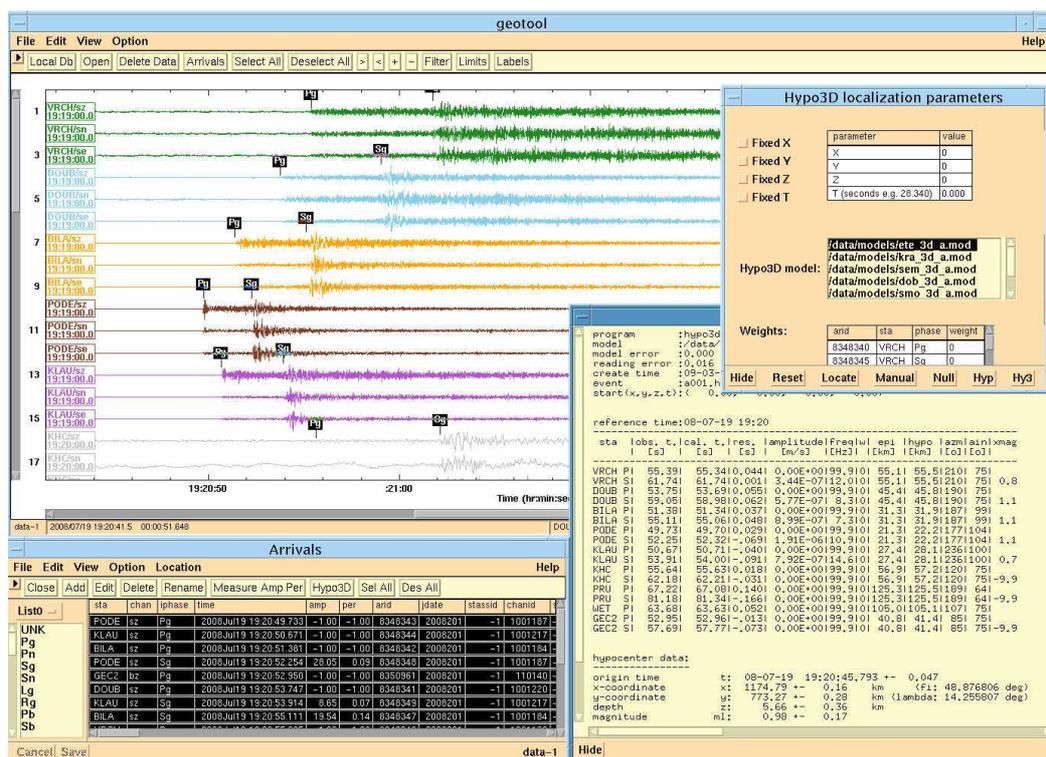
$$M_L = \log((u * 2800) / 0.6325) + 0.1 + 1.4 * \log s$$

wobei u die maximale Amplitude der Bodenverschiebung in mm und s die Entfernung vom Hypozentrum in km ist

Die ausgewählten seismischen Ereignisse werden mithilfe eines 3D-Geschwindigkeitsmodells lokalisiert und es wird für sie die Magnitude berechnet.

Für das KKW Temelín werden regelmäßige monatliche Meldungen und zusammenfassende Jahresberichte erstellt. Bei bedeutenderen Erdbeben in weiterer Umgebung des KKW's Temelín werden die ČEZ a.s. und die Öffentlichkeit auf dem sog. Seismologischen Informationsdisplay informiert, das durch das Institut ÚFZ an der Internetadresse www.ipe.muni.cz/seismologie_temelin betrieben wird.

Obr. 6 Veranschaulichung der Arbeit mit den Programmen Geotool und HYPO3D zur Bearbeitung seismischer Daten.



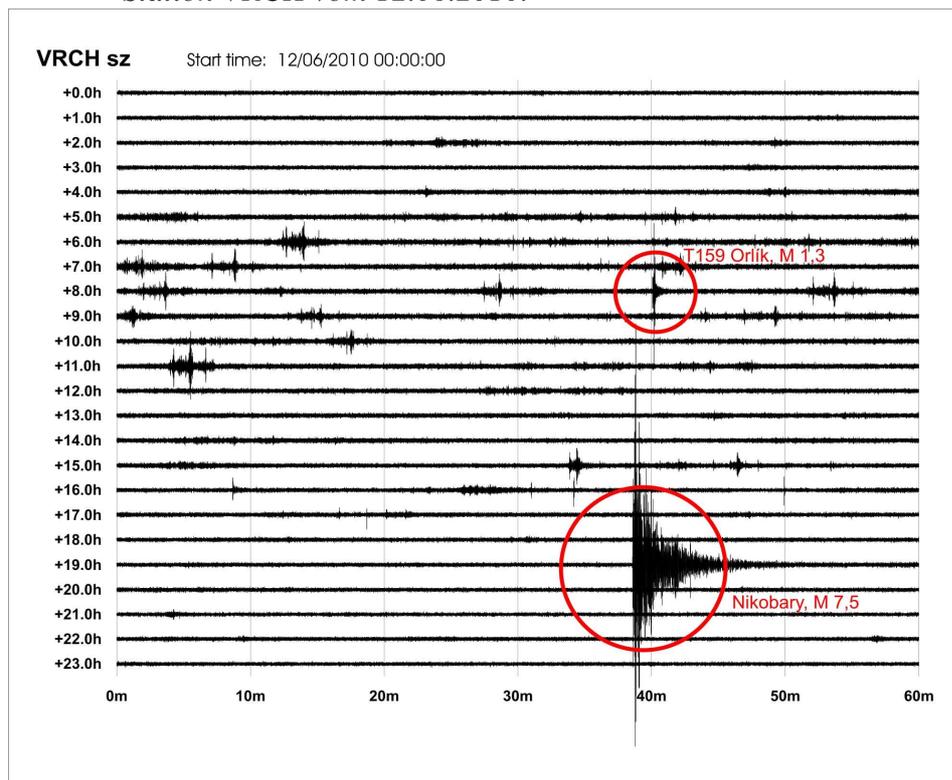
3.2. Verfolgung der Datenqualität und des Rauschpegels

Bei Bau des Netzes wurde hohe Aufmerksamkeit der Auswahl der Standorte mit minimalem Pegel des seismischen Rauschens unter Einhaltung der übrigen notwendigen Bedingungen gewidmet. In weiterer Umgebung des KKW's Temelín konnte man die Nähe von Quellen industriellen Rauschens nicht ganz verhindern. Die Kontrolle des Rauschpegels in den

Stationen und gleichzeitig die Kontrolle ihrer korrekten Funktion erfolgt durch Verfolgung der täglichen Übersichtsaufzeichnungen von den einzelnen Stationen. Anschauungsbeispiele für die einzelnen Stationen von Tagen mit bedeutenden seismischen Ereignissen finden sich in nachstehenden Abbildungen. Auch in den täglichen Übersichtsaufzeichnungen gut ersichtlich sind sowohl stärkere lokale Erdbeben (T159 Orlik, M_L 1,3, Abb. 7) als auch starke teleseismische Erdbeben wie das Erdbeben auf den Nikobaren mit Magnitude 7,5 vom 12.06.2010 (ebenfalls Abb. 7) oder katastrophische Erdbeben mit einer Reihe von Erschütterungen auf Haiti am 12.01.2010 (Abb. 8), starke regionale Erdbeben in Spanien, gefolgt von einem nahen Erdbeben bei Lipno am 11.04.2010 (Abb. 9), regionale Erdbeben auf dem Balkan, in der Türkei und dem Tyrrhenischen Meer vom 03.11.2010 (Abb. 10) oder nahe Erdbeben in Österreich vom 05.09.2010 (Abb. 11).

Die beste Vorstellung über den aktuellen Zustand der Stationen erhält der Interpretator insbesondere durch die Analyse aller Daten bei manueller Auswertung. Insgesamt lag 2010 der Rauschpegel auf einem Niveau, das eine zuverlässige Auswertung der seismischen Daten ermöglichte.

Obr. 7 Beispiel einer täglichen Übersichtsaufzeichnung der vertikalen Komponente aus der Station VRCH vom 12.06.2010.



4. Übersicht der Messergebnisse des Netzes DSR 1991 – 2010

Der Nachweis und die Lokalisierung tektonischer Mikroerdbeben in der Umgebung des KKW's Temelín ist die Hauptaufgabe der detaillierten seismischen Polaraufnahme. Alle Mikroerdbeben, die in einer ausreichenden Anzahl der Stationen (mindestens 3) aufgezeichnet wurden und bei denen die Ankunftszeiten einer ausreichenden Anzahl seismischer

Wellenphasen abgelesen werden können, wurden lokalisiert, d. h. es wurden die Koordinaten des Hypozentrums, Zeitpunkt der Entstehung und die lokale Magnitude bestimmt.

Alle erfassten seismischen Ereignisse wurden zuerst nach dem Entfernungskriterium klassifiziert. Die Entfernung vom Hypozentrum des Ereignisses wird anhand der zeitlichen Differenz zwischen der Ankunft der einzelnen Wellenphasen, anhand des Charakters und des Frequenzinhalts des Signals und gegebenenfalls nach der Korrelation mit den Erfassungen anderer seismologischer Stationen bestimmt. Falls möglich, wird auch eine Klassifikation nach der Ursache der Entstehung vorgenommen. Insbesondere bei lokalen Erschütterungen ist es absolut unerlässlich, industrielle Sprengungen von tektonischen Erdbeben zu trennen.

4.1 Industrielle Sprengungen

Das seismologische Überwachungsnetz erfasst nicht nur natürliche Erdbeben, sondern vor allem zahlreiche künstliche Erschütterungen. Es handelt sich insbesondere um industrielle Sprengungen in Steinbrüchen und um Flächensprengungen beim Straßenbau u. Ä. Die Sprengungen werden laufend aus Entfernungen bis zu 200 km vom Kraftwerk Temelín erfasst und stellen 70 % aller erfassten Ereignisse dar. Wenn sie in die Kategorie lokale Ereignisse fallen, worunter Ereignisse mit Hypozentrum bis 50 km Entfernung vom Kraftwerk Temelín verstanden werden, werden sie lokalisiert und in betreffender Lage überprüft. Die Betreiber von Steinbrüchen sind verpflichtet, Sprengungen mit Ladungen von über 200 kg an das zuständige Bergbauamt zu melden und die Listen der so gemeldeten Sprengungen werden zur Überprüfung der korrekten Identifizierung der lokalisierten Erschütterungen verwendet. Bei Sprengarbeiten geringen Umfangs (TPMR), die der Meldepflicht nicht unterliegen, versucht unser Mitarbeiter die identifizierten nicht gemeldeten Sprengungen direkt in den lokalisierten Steinbrüchen zu überprüfen. Diese ziemlich hohe Aufmerksamkeit, die den Sprengungen in Steinbrüchen gewidmet wird, hat zwei Gründe:

- * die laufende Auswertung der Sprengungen in aktiven Steinbrüchen ermöglichte die Überprüfung und Präzisierung des dreidimensionalen Geschwindigkeitsmodells des Interessengebiets, das auch bei der Lokalisierung tektonischer Mikroerdbeben verwendet wird
- * der beinahe hundertprozentige Erfolg bei Erfassung der gemeldeten lokalen Sprengungen und ihre exakte Lokalisierung einschließlich der meistens richtigen Identifizierung der nicht gemeldeten Sprengungen belegen die Zuverlässigkeit der Funktionen des Überwachungsnetzes und seine Nachweisfähigkeiten; Deshalb kann vorausgesetzt werden, dass wenn am Standort ein Mikroerdbeben eintreten würde, dieses ebenfalls nachgewiesen und richtig lokalisiert werden könnte;
- * die gute Kenntnis aller Standorte mit stattfindenden Sprengarbeiten und ihrer typischen Wellenbilder vereinfacht die Entscheidung über künstliche oder natürliche Ursachen der erfassten Erschütterungen. Dies ist besonders wichtig gerade in der Region Südböhmen, wo offensichtlich angesichts des geologischen Profils viele tektonische Erdbeben bestimmte Charakteristiken von künstlichen Übertagesprengungen aufweisen (insbesondere deutliche Oberflächenwellen).

In der Entfernung bis 50 km vom Kraftwerk Temelín kommen ungefähr 20 Steinbrüche vor, wo derzeit Sprengarbeiten größeren Umfangs stattfinden. Weitere Sprengungen werden im militärischen Übungsraum Pražáčka auf dem Übungsgelände Boletice lokalisiert.

4.2 Tektonische Erdbeben im Netz DSR JETE und dessen weiterer Umgebung

Das Kernkraftwerk Temelín befindet sich in einem seismisch so ruhigen Gebiet, dass während der fast zwanzig Jahre (09/1991 – 12/2010) Überwachung, die die Internationale Atomenergie-Organisation fordert (IAEA, 1985; LEE, STEWART 1981), in der Zone von 50 km ab dem Kraftwerk nur 14 Mikroerdbeben mit Magnitude im Bereich 1 – 3 verzeichnet wurden. Weitere 13 Erdbeben mit Magnitude 1 und höher wurden in der Zone 50-70 km vom Kraftwerk Temelín lokalisiert.

Das bisher stärkste lokale Erdbeben während der Gesamtdauer der seismischen Überwachung des KKW's Temelín T85 mit Magnitude $M_L = 2,3$ trat am 13.01.2007 um 8:30 UTC in dem seismisch relativ aktiven Gebiet in der Nähe des Wasserbeckens Orlík auf, zirka 46 km nördlich vom Kraftwerk Temelín. Die Erschütterung haben auch die Bewohner einiger Gemeinden in der Umgebung des Stausees gespürt mit maximaler Intensität 5° EMS-98 und sie war so stark, dass sie auch auf dem Accelerometer in der Station PODE verzeichnet wurde – die maximale Beschleunigung in vertikaler Richtung betrug $0,5 \text{ mm/s}^2$ und in horizontaler Richtung $0,9 \text{ mm/s}^2$, was tief in dem Sicherheitsbereich liegt, für den das Kraftwerk entworfen wurde. Für das Kraftwerk stellte dieses Erdbeben also keine Bedrohung dar.

Tabulka 3 Liste der tektonischen Mikroerdbeben mit Magnitude eins und höher, die in den Jahren 1991 – 2010 im Umkreis von 70 km vom Kraftwerk Temelín erfasst wurden. In Fettschrift ist das Erdbeben mit der in dieser Zusammenstellung höchsten gemessenen Magnitude gekennzeichnet.

Datum	Zeit UTC (hh:mm:ss) Uhr	Koordinaten S-JTSK		h (km)	M_L	Entf. von JETE (km)	Lokalität
		X (m)	Y (m)				
18.02.93	11:30:50 Uhr	1107290	782700	9.2	1.1	42.0	Myštice
14.02.94	18:21:13 Uhr	1191290	782980	-0.4	1.7	54.0	Lipno
10.05.95	22:24:28 Uhr	1206630	766820	2.7	1.0	64.5	Vyšší Brod
02.01.96	05:05:18 Uhr	1143310	713580	4.7	2.0	46.2	Jind. Hradec
28.10.96	11:15:51 Uhr	1177320	723660	15.0	1.5	50.2	Suchdol/Luž.
31.07.97	17:03:14 Uhr	1207600	776540	2.8	1.3	67.2	Vyšší Brod
16.08.99	09:31:50 Uhr	1097280	770680	8.2	1.2	46.5	Orlík
18.08.99	22:01:21 Uhr	1098550	768520	12.2	1.1	44.8	Orlík
21.09.99	14:35:19 Uhr	1097920	769490	11.2	1.0	45.6	Orlík
29.09.00	5:00:52 Uhr	1096550	768220	2.0	1.1	46.7	Orlík

Datum	Zeit UTC (hh:mm:ss)	Koordinaten S-JTSK		h (km)	M _L	Entf. von JETE (km)	Lokalität
		X (m)	Y (m)				
02.10.00	18:37:32 Uhr	1097940	765740	4.1	1.4	45.0	Orlík
02.12.02	09:36:53 Uhr	1197800	720570	0.0	1.7	67.8	A, Waldenstein
25.12.02	01:43:52 Uhr	1197090	719750	0.4	1.0	67.7	A, Waldenstein
14.07.06	01:17:01 Uhr	1107400	803960	4.0	1.3	56.4	Kasejovice
17.09.06	15:50:46 Uhr	1098110	768010	8.7	1.5	45.1	Orlík
18.09.06	01:18:44 Uhr	1097630	767540	7.9	1.1	45.5	Orlík
13.01.07	08:30:11 Uhr	1098810	767550	8.5	2.3	44.4	Orlík
24.01.07	11:22:00 Uhr	1098340	767390	7.2	1.3	44.8	Orlík
06.04.07	11:36:05 Uhr	1105540	805290	6.0	1.0	58.6	Kasejovice
25.06.07	08:10:36 Uhr	1158510	799590	4.8	1.4	42.9	Boubín
19.07.08	19:20:45 Uhr	1174790	773270	5.7	1.0	35.0	Chvalšiny
11.11.08	20:23:40 Uhr	1182230	791290	1.9	1.1	50.7	Horní Planá
25.01.09	01:58:23 Uhr	1182200	791530	2.2	1.0	50.8	Horní Planá
05.05.09	16:54:36 Uhr	1183030	790960	2.7	1.8	51.1	Horní Planá
06.05.09	22:45:19 Uhr	1182250	791350	1.1	1.8	50.7	Horní Planá
11.04.10	22:14:21 Uhr	1187360	790420	6.4	1.6	54.3	Lipno
12.06.10	08:39:55 Uhr	1098590	767500	6.0	1.3	44.6	Orlík

Die meisten Erdbeben, die im Umkreis von 50 bzw. 70 km vom Kraftwerk Temelín verzeichnet wurden, sind aus der Kategorie sehr schwacher Mikroerdbeben mit Magnitude unter 1.

4.3 Gebirgsschläge aus dem Untertage-Gasspeicher Háje

Einen spezifischen Typ der erfassten seismischen Ereignisse bilden die induzierten Erschütterungen aus dem Gebiet des UGS Háje in der Nähe von Příbram. Hinsichtlich der Klassifikation nach Entfernung vom JETE handelt es sich um nahe Ereignisse, mit Epizentren circa 60 km von Temelín. Es handelt sich also um Ereignisse bereits außerhalb des Interessengebiets des Netzes DSR.

Bis Ende 2010 wurden durch das Netz DSR JETE 54 Gebirgsschläge aus dem Bereich des UGS Háje verzeichnet, von denen 43 so stark und so gut aufgezeichnet waren, dass sie lokalisiert werden konnten. Ihre Epizentren sind südöstlich von Příbram akkumuliert.

Tab. 4 Liste der Gebirgsschläge im Gebiet des UGS Háje mit Magnitude 1 und höher, die in den Jahren 1991 – 2010 lokalisiert wurden

Datum	Zeit UTC (hh:mm:ss)	Koordinaten S-JTSK		M _L	Entf. von JETE (km)
		X (m)	Y (m)		
22.09.93	01:57:21 Uhr	1086200	778600	1.4	59.4
08.06.94	21:19:40 Uhr	1088800	779600	1.4	57.3
25.06.94	23:03:53 Uhr	1086300	780700	1.0	60.0
16.01.95	04:25:47 Uhr	1090000	779300	1.0	56.0
15.03.95	08:23:42 Uhr	1086800	779500	2.1	59.1
17.03.95	00:46:28 Uhr	1087300	778900	2.1	58.5
17.03.95	02:39:13 Uhr	1086800	779200	1.8	58.9
17.03.95	02:43:18 Uhr	1086800	779300	1.8	59.0
04.04.95	23:00:38 Uhr	1086200	779800	1.0	59.7
09.10.95	07:01:45 Uhr	1088900	780900	1.4	57.6
28.01.96	16:26:04 Uhr	1089500	779700	1.0	56.6
09.06.96	07:58:03 Uhr	1088200	778150	1.1	57.3
21.07.96	04:08:32 Uhr	1089400	779300	1.0	56.5
12.07.99	10:10:16 Uhr	1086800	779900	1.5	59.2
13.10.99	23:45:44 Uhr	1085200	778400	1.0	60.2
20.11.99	09:43:48 Uhr	1083500	778700	1.9	62.0
26.01.00	4:23:09 Uhr	1083800	779900	1.1	62.1
15.06.00	21:56:09 Uhr	1086300	781500	1.7	60.2
21.08.00	13:49:04 Uhr	1087400	781400	1.3	59.2
06.01.01	15:58:11 Uhr	1085600	782100	1.1	61.1
17.05.01	21:19:40 Uhr	1086600	780600	1.0	59.6
15.08.02	4:59:11 Uhr	1084600	776100	1.1	60.2
31.07.04	18:04:11 Uhr	1081300	775700	1.1	63.3

Nahe, regionale und teleseismische Erdbeben

Das seismologische Überwachungsnetz erfasst auch zahlreiche Erdbeben mit Epizentren außerhalb des Interessengebiets, die so stark sind, dass sie sich auch am Standort Temelín bemerkbar machen. Erdbeben mit den stärksten Auswirkungen am Standort werden auch durch das Accelerometer verzeichnet, das direkt die Beschleunigung der Bodenbewegung misst. Bis Ende 2005 war das Accelerometer in der Station Struha untergebracht, beim neuen Netz seit 2006 ist es in der Station Podeřišťe installiert.

Tab. 5: Regionale und nahe Erdbeben, die durch das Accelerometer in der Station STRU bis Jahresende 2005 und in der Station Podeřišťe ab 01.01.2006 bis 31.12.2010 verzeichnet wurden. In Fettschrift ist das Erdbeben mit der in dieser Zusammenstellung höchsten gemessenen Magnitude gekennzeichnet.

Datum dd.mm.rr	Zeitpunkt der Entstehung hh:mm (UTC)	Region	M _L	Entf. von JETE (km)	Beschleunigung a _{max} (mm/s ²) in der Komponente		
					Z	N-S	O-W
12.04.98	10:55 Uhr	Slowenien, Kobarid	5.1	320	1.8	1.3	1.9
11.07.00	2:50 Uhr	Österreich, Ebreichsdorf	4.8	200	7.5	6.3	11.4
11.07.00	10:56 Uhr	Österreich, Ebreichsdorf	4.2	200	2.2	2.9	3.2
01.07.01	1:49 Uhr	Österreich, Pitten	3.9	210	1.5	1.3	1.6
17.07.01	15:06 Uhr	Italien, Bozen	5.2	350	2.0	1.5	1.3
14.02.02	3:18 Uhr	Italien, Friuli	4.5	315	1.2	1.2	1.3
11.12.03	1:38 Uhr	Österreich, Melk	2.9	120	1.4	1.8	1.7
12.07.04	13:04 Uhr	Slowenien, Kobarid	5.0	320	1.2	0.8	1.4
05.12.04	1:53 Uhr	Deutschland, Freiburg	5.0	480	1.5	1.4	0.8
06.10.05	7:23 Uhr	Österreich, Braunau	3.2	150	2.1	3.1	4.0
03.01.06	22:08 Uhr	Österreich, Leoben	2.9	200	0.2	0.2	0.2
12.11.06	19:26 Uhr	Österreich, Leoben	3.1	210	0.2	0.4	0.3
13.01.07	8:30 Uhr	Tschechien, Orlík T85	2.3	45	0.5	0.9	0.6
19.05.07	16:19 Uhr	Österreich, Tirol	3.9	340	0.3	0.6	0.5
25.06.07	8:10 Uhr	Tschechien, Boubín T96	1.4	43	0.2	0.5	0.3
30.01.08	14:54 Uhr	Österreich, Wiener Neustadt	3.2	200	0.3	0.5	0.6
26.02.08	19:57 Uhr	Österreich, Gloggnitz	3.4	200	0.3	0.7	0.7
21.05.08	13:39 Uhr	Österreich, Schladming	3.3	200	0.3	0.5	0.6
22.06.08	15:05 Uhr	Österreich, Molln	2.8	145	0.2	0.5	0.5
18.07.08	22:54 Uhr	Österreich, Schladming	3.7	200	0.9	1.3	1.2
19.07.08	19:20 Uhr	Tschechien, Chvalšiny T110	1.0	35	0.3	0.3	0.3
06.08.08	18:16 Uhr	Oberösterreich	2.7	150	0.2	0.4	0.4
07.08.08	14:32 Uhr	Oberösterreich	2.6	150	0.2	0.4	0.4

Datum dd.mm.rr	Zeitpunkt der Entstehung hh:mm (UTC)	Region	M_L	Entf. von JETE (km)	Beschleunigung a_{max} (mm/s^2) in der Komponente		
					Z	N-S	O-W
12.08.08	10:48 Uhr	Oberösterreich	2.7	150	0.2	0.4	0.4
12.08.08	17:26 Uhr	Oberösterreich	3.5	150	1.0	2.1	2.7
09.10.08	22:20 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.1	180	0.4	0.5	0.6
10.10.08	3:22 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.4	180	0.6	1.0	1.2
10.10.08	8:08 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.8	180	1.0	1.6	1.8
10.10.08	11:18 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.2	180	0.5	0.7	0.7
12.10.08	7:44 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.8	180	1.3	2.5	1.8
14.10.08	19:00 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.6	180	1.1	1.5	1.8
28.10.08	8:30 Uhr	Tschechien, Nový Kostel	3.8	180	0.5	1.2	1.0
07.12.08	2:47 Uhr	Österreich, Wiener Neustadt	3.6	215	0.4	0.6	0.9
23.12.08	15:24 Uhr	Norditalien, Apennin	5.4	590	0.3	0.4	0.4
05.04.09	20:20 Uhr	Norditalien, Apennin	4.8	570	0.1	0.2	0.2
06.04.09	1:32 Uhr	Mittelitalien, Abruzzen	6.3	760	0.2	0.2	0.2
20.04.09	6:33 Uhr	Österreich, Steiermark	4.0	190	2.8	4.5	5.7
05.05.09	1:39 Uhr	Südwestdeutschland	4.5	500	0.1	0.2	0.2
05.05.09	16:54 Uhr	Tschechien, Horní Planá T129	1.8	51	0.2	0.2	0.2
06.05.09	22:45 Uhr	Tschechien, Horní Planá T130	1.8	51	0.2	0.3	0.2
07.05.09	21:27 Uhr	Österreich, Mürzzuschlag	4.2	200	0.6	0.8	0.8
21.08.09	6:37 Uhr	Österreich, Gloggnitz	2.8	210	0.1	0.1	0.2
20.09.09	3:50 Uhr	Mittelitalien, Ancona	4.6	640	0.1	0.2	0.2
11.04.10	22:14 Uhr	Tschechien, Lipno, T149	1.6	54	0.3	0.4	0.4
04.08.10	19:10 Uhr	Österreich, Hallstatt	2.9	200	0.2	0.4	0.4
05.08.10	15:07 Uhr	Österreich, Hallstatt	2.6	200	0.1	0.2	0.2
05.09.10	10:24 Uhr	Österreich, Weitra	2.6	75	0.3	0.3	0.4
11.10.10	19:08 Uhr	Österreich, Melk	2.3	125	0.1	0.2	0.2
19.10.10	0:38 Uhr	Österreich, Tirol	3.7	290	0.2	0.3	0.5
30.12.10	8:56 Uhr	Polen, Gebirgsschlag Lubin	4.8	290	0.2	0.2	0.2

Besondere Aufmerksamkeit wird traditionell den Erdbeben im Alpengebiet gewidmet, die für Südböhmen das größte potenzielle Risiko darstellen. Für jedes Jahr wird eine Übersicht der in den Alpen und anliegenden Regionen erfassten Erdbeben zusammengestellt.

Des Weiteren sind auch regionale Erdbeben relativ häufig, z. B. auf dem Balkan, in Griechenland oder der Türkei. In die regionale Kategorie fallen auch die häufigen induzierten Gebirgsschläge in polnischem Lubin, in Oberschlesien und der Region Ostravsko.

Das Netz erfasst jährlich durchschnittlich ungefähr 100 nahe Erdbeben (50 – 200 km von JETE), 600 regionale Erdbeben und Gebirgsschläge (200 – 2000 km) und rund fünfhundert teleseismische Erdbeben (Entfernung über 2000 km – starke Erdbeben in Mittelasien, Indonesien, Japan, im Pazifik u. Ä.).

5. Seismologisches Informationsdisplay

Informationen über die Ergebnisse der seismologischen Überwachung der weiteren Umgebung des JETE und über die Äußerungen von Erdbeben in den Alpen in Südböhmen und ihren Auswirkungen auf den Standort Temelín werden operativ auf dem Seismologischen Informationsdisplay angezeigt. Dieses wird durch das Institut für Physik der Erde aufgrund eines Vertrags mit der ČEZ a.s. an der Internetadresse [www.ipe.muni.cz/seismologie temelin](http://www.ipe.muni.cz/seismologie_temelin) betrieben.

Jede auf dem Display veröffentlichte Information über ein Erdbeben enthält den Zeitpunkt der Entstehung, Lage des Hypozentrums, Entfernung des Epizentrums vom KKW Temelín, aus dem Signal in den Stationen des lokalen Überwachungsnetzes berechnete lokale Magnitude des Erdbebens, Beschreibung der makroseismischen Auswirkungen des Erdbebens in der Region Südböhmen, d. h. ob es von den Bewohnern wahrgenommen wurde oder nicht, ggf. mit welcher Intensität es wahrgenommen wurde, Anschauungsbeispiel des Seismogramms aus den Stationen des lokalen Netzes, Karte mit gekennzeichnetem Epizentrum des Erdbebens und Datum der Informationsveröffentlichung auf dem Display.

Das Seismologische Informationsdisplay enthält außerdem zahlreiche ergänzende Informationen – Liste aller vorhergehenden Erdbeben mit kompletten früheren Informationen, Vokabular mit den wichtigsten, bei der Beschreibung von Erdbeben verwendeten Begriffen, Internetlinks zu ČEZ a.s., ÚFZ und SÚJB und eine Seite mit Links zu den übrigen tschechischen und internationalen seismologischen Institutionen.

Das Display enthält auch zusammenfassende Karten für die einzelnen Jahre und für die gesamte Zeit der Überwachung. Laufend werden auch die Seiten mit seismologischen Links aktualisiert.

Tab. 6: Ausgewählte Erdbeben, die durch das Netz der Stationen DSR JETE bis Jahresende 2010 verzeichnet wurden, veröffentlicht auf dem Seismologischen Informationsdisplay [www.ipe.muni.cz/seismologie temelin](http://www.ipe.muni.cz/seismologie_temelin).

Datum	Zeitpunkt der Entstehung UTC (hh:mm)	geogr. Breite (°)	geogr. Länge (°)	M _L	Region
12.04.98	10:55 Uhr	46.2	13.6	5.1	Slowenien, Kobarid – Julische Alpen
11.07.00	2:50 Uhr	48	16.5	4.8	Österreich, Ebreichsdorf
11.07.00	10:56 Uhr	48	16.5	4.2	Österreich, Ebreichsdorf
01.07.01	1:49 Uhr	47.7	16.3	3.9	Österreich, Pitten
17.07.01	15:07 Uhr	46.7	11.1	5.2	Italien, Bozen
14.02.02	3:18 Uhr	46.4	13.1	4.5	Italien, Tolmezzo - Friuli

Datum	Zeitpunkt der Entstehung UTC (hh:mm)	geogr. Breite (°)	geogr. Länge (°)	M _L	Region
09.08.02	4:14 Uhr	47.8	15.9	2.3	Österreich, Puchberg am Schneeberg
21.09.02	2:28 Uhr	48	16.5	1.9	Österreich, Ebreichsdorf
30.09.02	2:49 Uhr	46.3	13.6	3.4	Italien - Slowenien
13.11.02	10:49 Uhr	45.7	10.1	4.5	Norditalien
29.01.03	8:00 Uhr	47.2	10.1	3.1	Österreich, Vorarlberg
03.02.03	19:32 Uhr	47.9	17	2.9	Österreich, Gattendorf
22.02.03	20:41 Uhr	48.3	6.7	5.3	Frankreich
22.03.03	13:36 Uhr	48.2	9	4.3	Deutschland
14.07.03	3:25 Uhr	47.6	13.7	2.7	Österreich, Hallstatt
18.07.03	11:01 Uhr	46.8	9.8	3.8	Schweiz
21.07.03	13:15 Uhr	47.2	14.4	4.2	Österreich, Murtal
01.08.03	3:20 Uhr	46.7	9.9	4	Schweiz
09.08.03	22:01 Uhr	47	16.7	3.2	Ungarn
14.09.03	21:42 Uhr	44.4	11.5	4.9	Norditalien
29.10.03	7:16 Uhr	47.6	12	3.5	Österreich, Tirol
23.11.03	1:54 Uhr	47.9	15.7	2.8	Niederösterreich
06.12.03	3:02 Uhr	47.7	15.8	2.4	Niederösterreich
11.12.03	1:38 Uhr	48.3	15.3	2.9	Österreich, Melk
22.02.04	20:09 Uhr	47.6	13.7	2.5	Österreich, Hallstatt
11.03.04	15:50 Uhr	49.8	18.4	3.1	Gebirgsschlag in der Zeche Lazy, Ostravsko
26.04.04	20:58 Uhr	48.1	16.6	2.3	Österreich, Schwadorf
25.05.04	7:30 Uhr	47.5	17.3	3.4	Ungarn
18.06.04	8:11 Uhr	47.5	13.4	3.5	Österreich, Salzburg
28.06.04	9:39 Uhr	47.6	16.5	2.9	Österreich, Burgenland
29.06.04	22:26 Uhr	47.4	13.2	3.1	Österreich, Salzburg
12.07.04	4:05 Uhr	49.8	18.5	2.9	Gebirgsschlag in der Zeche Doubrava, Ostravsko
12.07.04	13:04 Uhr	46.3	13.7	5	Slowenien, Kobarid
11.09.04	18:28 Uhr	48	16.4	2.4	Österreich, Ebreichsdorf
01.10.04	10:02 Uhr	47.4	15.3	4.1	Österreich, Leoben
24.11.04	23:00 Uhr	45.6	10.6	5	Norditalien
30.11.04	17:18 Uhr	49.4	19.9	4.6	Polen, Hohe Tatra
05.12.04	1:52 Uhr	48.1	8.1	5	Deutschland
26.12.04	1:11 Uhr	3.3	95.8	9	Sumatra, Südostasien
14.01.05	7:58 Uhr	46.2	14	3.8	Slowenien
14.01.05	8:05 Uhr	46.2	14	3.7	Slowenien

Datum	Zeitpunkt der Entstehung UTC (hh:mm)	geogr. Breite (°)	geogr. Länge (°)	M _L	Region
26.04.08	21:54 Uhr	49.8	18.5	3	Gebirgsschlag, Ostravsko
15.05.05	13:31 Uhr	47.3	17.5	3.4	Ungarn
25.07.05	3:06 Uhr	47.8	16.2	3.3	Österreich, Wiener Neustadt
06.09.05	7:09 Uhr	47.3	11.7	3.2	Österreich, Tirol
06.10.05	7:23 Uhr	48.2	13	3.2	Oberösterreich
25.10.05	10:52 Uhr	50.5	16.1	3.3	Tschechien, Hronovsko
26.11.05	4:57 Uhr	47.4	15.1	2.6	Österreich, Leoben
03.01.06	22:08 Uhr	47.4	15	2.9	Österreich, Leoben
22.02.06	3:39 Uhr	47.7	13.7	2.9	Österreich, Hallstatt
12.04.06	22:25 Uhr	46.7	10.4	3.5	Norditalien
24.04.06	6:51 Uhr	48.4	14.5	2.2	Österreich, Pregarten
18.05.06	0:39 Uhr	47.7	13.6	2.6	Österreich, Bad Ischl
30.06.06	17:55 Uhr	47.9	16.3	2.5	Österreich, Wiener Neustadt
01.07.06	11:43 Uhr	47.9	16.3	2.5	Österreich, Wiener Neustadt
12.11.06	19:26 Uhr	47.3	15.2	3.1	Österreich, Leoben
15.12.06	13:45 Uhr	47.7	13.6	2.9	Österreich, Bad Ischl
16.12.06	9:45 Uhr	47.7	13.6	2.7	Österreich, Bad Ischl
01.01.07	15:00 Uhr	46.5	14.2	3.8	Österreich, Klagenfurt
13.01.07	8:30 Uhr	49.6	14.2	2.3	Tschechien, Stausee Orlick
02.05.07	12:49 Uhr	46.5	14.6	3.7	Österreich, Kärnten
19.05.07	16:20 Uhr	47.3	10.7	3.9	Österreich, Tirol
16.07.07	0:01 Uhr	47.6	15.8	2.3	Österreich, Semmering
20.09.07	20:05 Uhr	47.7	12.9	3.1	Deutschland – Österreich
28.09.07	0:37 Uhr	47.8	16.3	2.6	Österreich, Wiener Neustadt
15.11.07	15:33 Uhr	48.1	16.1	2.5	Österreich, SW von Wien
25.11.07	3:18 Uhr	47.5	13.8	2.3	Österreich, Hallstatt
21.01.08	16:40 Uhr	46.8	9.4	4.1	Schweiz
30.01.08	14:54 Uhr	47.8	16.1	3.2	Österreich, Wiener Neustadt
05.02.08	11:46 Uhr	48	16.3	2.4	Österreich, Ebreichsdorf
26.02.08	19:58 Uhr	47.7	15.9	3.4	Österreich, Gloggnitz
17.04.08	16:00 Uhr	47.7	12.8	3.2	Deutschland, Bad Reichenhall
21.05.08	7:21 Uhr	47.4	13.6	2.6	Österreich, Schladming
21.05.08	13:39 Uhr	47.4	13.6	3.3	Österreich, Schladming
21.05.08	15:32 Uhr	47.4	13.6	2.4	Österreich, Schladming
03.06.08	19:42 Uhr	47.7	15.5	2.7	Österreich, Mürzzuschlag
22.06.08	15:05 Uhr	47.9	14.2	2.8	Österreich, Molln
18.07.08	22:24 Uhr	47.4	13.9	3.7	Österreich, Schladming

Datum	Zeitpunkt der Entstehung UTC (hh:mm)	geogr. Breite (°)	geogr. Länge (°)	M _L	Region
12.08.08	17:26 Uhr	48.2	13.3	3.5	Oberösterreich, Erdbebenserie 6.8.-15.8.08
ab 06.10.08		50.2	12.5	bis 3.8	Seismischer Schwarm in Westböhmen, Nový Kostel 10-11/2008
14.10.08	5:21 Uhr	47.9	16.3	2.7	Österreich, Wiener Neustadt
22.11.08	22:28 Uhr	49.8	18.5	3.7	Tschechien, Gebirgsschlag Karvinsko
04.12.08	6:54 Uhr	49.9	18.5	3.3	Tschechien, Gebirgsschlag Karvinsko
07.12.08	2:47 Uhr	47.7	16.3	3.6	Österreich, Wiener Neustadt
04.01.09	15:30 Uhr	47.2	9.4	4.1	Schweiz
21.02.09	17:38 Uhr	47.7	16	2.4	Österreich, Gloggnitz
06.04.09	1:32 Uhr	42.4	13.3	6.3	Mittelitalien, Abruzzen
20.04.09	6:33 Uhr	47.5	14.5	4	Österreich, Steiermark
05.05.09	1:39 Uhr	47.7	7.8	4.5	Deutschland
05.05.09	16:54 Uhr	48.8	14	1.8	Tschechien, Horní Planá
06.05.09	22:45 Uhr	48.8	14	1.8	Tschechien, Horní Planá
07.05.09	21:27 Uhr	47.6	15.7	4.2	Österreich, Müzzzuschlag
27.07.09	12:12 Uhr	47.9	16.3	2.3	Österreich, Sollenau
11.08.09	9:56 Uhr	47.5	15.4	2.5	Österreich, Kindberg
21.08.09	6:37 Uhr	47.7	16	2.8	Österreich, Gloggnitz
19.11.09	8:00 Uhr	47.9	16.3	2.5	Österreich, Wiener Neustadt
19.01.10	18:44 Uhr	47.7	13.8	2.5	Österreich, Bad Aussee
11.04.10	22:14 Uhr	48.7	14.1	1.6	Tschechien, Stausee Lipno
12.06.10	8:39 Uhr	49.6	14.2	1.3	Tschechien, Stausee Orlík
04.08.10	19:10 Uhr	47.5	13.5	2.9	Österreich, Hallstatt
05.08.10	15:07 Uhr	47.5	13.5	2.6	Österreich, Hallstatt
31.08.10	8:00 Uhr	47.7	15.9	2.5	Österreich, Gloggnitz
05.09.10	10:24 Uhr	48.6	15	2.6	Österreich, Weitra
11.10.10	19:08 Uhr	48.3	15.4	2.3	Österreich, Melk
19.10.10	0:38 Uhr	47.3	11.7	3.7	Österreich, Tirol
10.12.10	8:32 Uhr	48.3	16.8	2.1	Österreich, Gänserndorf
10.12.10	8:33 Uhr	48.3	16.8	2.5	Österreich, Gänserndorf
30.12.10	8:56 Uhr	51.6	16.1	4.8	Polen, Gebirgsschlag Lubin

Obr. 8 Anschauungsbeispiel für Erdbebeninformation, veröffentlicht auf dem Seismologischen Informationsdisplay

SEISMOLOGICKÝ INFORMAČNÍ DISPLAY Seismologické monitorování širšího okolí Jaderné elektrárny Temelín je prováděno Ústavem fyziky Země Masarykovy univerzity v Brně.

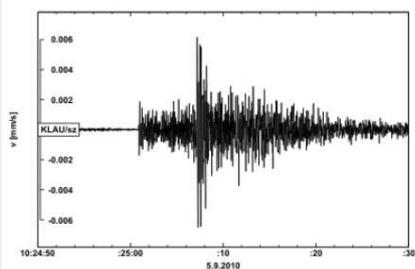
ÚFZ JE Temelín

[hlavní stránka](#) * [předcházející zemětřesení](#) * [slovníček](#) * [ČEZ a.s.* ÚFZ](#) * [SÚJB](#) * [seismologické odkazy](#) * [English](#)

5.9.2010 čas vzniku 12:24 (SELČ) **Rakousko, Weitra** **M_L 2,6**

Dne 5.9.2010 ve 12:25 hodin středoevropského letního času zaregistrovaly seismologické stanice provozované ÚFZ zemětřesení s magnitudem 2,6 z Rakouska, poblíž města Weitra. Souřadnice epicentra jsou 48,61° severní zeměpisné šířky a 14,95° východní zeměpisné délky. Vzdálenost ohniska od JETE je přibližně 75 km. Není známo, že by zemětřesení bylo pocíteno obyvateli v jižních Čechách.

Toto zemětřesení bylo doprovázeno sérií slabších otřesů.



Ukázka registrace zemětřesení na stanici KLAU (lokální monitorovací síť JETE).

Čas na seismogramu je uveden v UTC (SELČ - 2 hodiny).
Vertikální osa udává rychlost pohybu půdy ve vertikálním směru v mm/s.

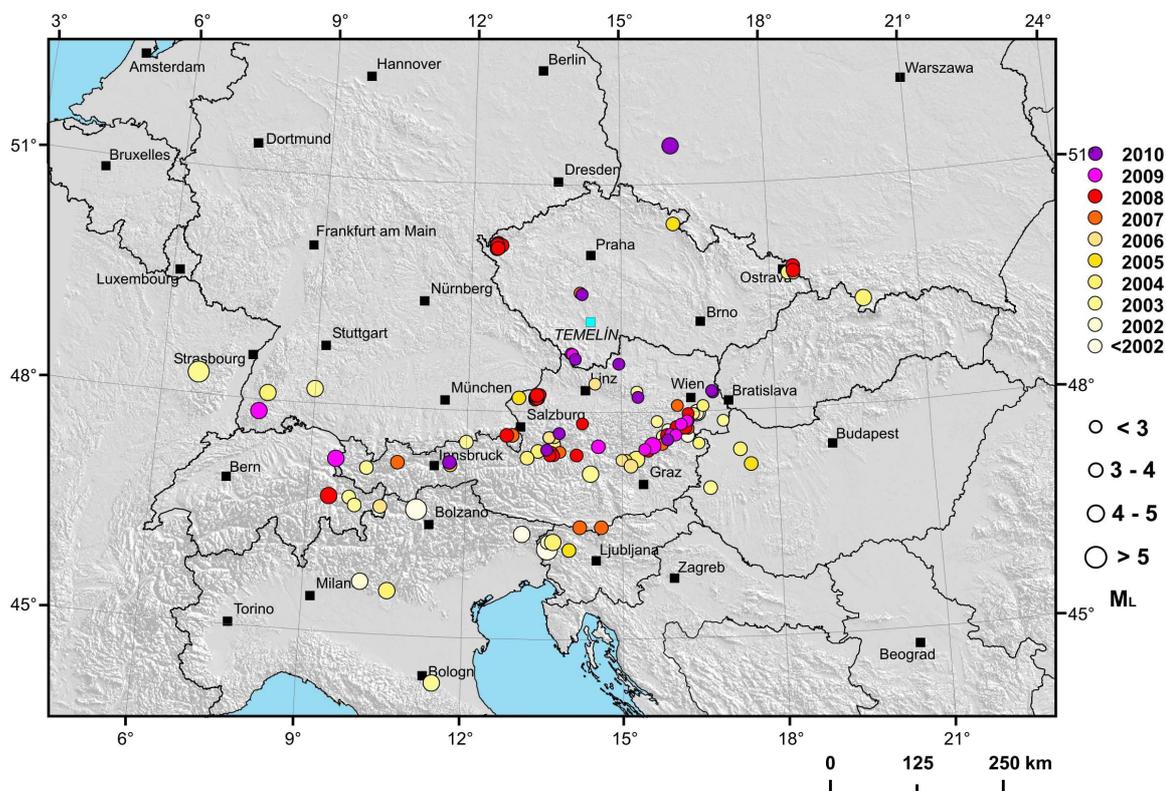


Poloha epicentra zemětřesení je vyznačena hvězdičkou.

Seismologický informační display je v provozu od 30.9.2002.
Tato zpráva byla vydána 6.9.2010
Případné dotazy rádi odpovíme na adrese seismo@ipc.muni.cz.

Seismologický informační display	Seismologischer Informationsdisplay
Seismologické monitorování širšího okolí Jaderné elektrárny Temelín je prováděno Ústavem fyziky Země Masarykovy univerzity v Brně	Die seismologische Überwachung der breiten Umgebung des KKW Temelín führt das Institut Ústav fyziky Země der Masaryk-Universität in Brno durch.
hlavní stránka	Hauptseite
předcházející zemětřesení	vorhergehendes Erdbeben
slovníček	Wörterbuch
seismologické odkazy	seismologische Links
čas vzniku	Zeit der Entstehung
Dne 5.9.2010 ve 12:25 hodin středoevropského letního času zaregistrovaly seismologické stanice provozované ÚFZ zemětřesení s magnitudem 2,6 z Rakouska, poblíž města Weitra. Souřadnice epicentra jsou 48,61° severní zeměpisné šířky a 14,95° východní zeměpisné délky. Vzdálenost ohniska od JETE je přibližně 75 km. Není známo, že by zemětřesení bylo pocíteno obyvateli v jižních Čechách.	Am 5.9.2010 um 12.15 Uhr mitteleuropäischer Sommerzeit registrierten die seismologischen Stationen des ÚFZ ein Erdbeben mit Magnitud 2,6 aus Österreich, in Nähe der Stadt Weitra. Koordinaten des Epizentrums sind 48,61 nördliche Breite und 14,95 südliche Länge. Die Entfernung vom Mittelpunkt zum JETE beträgt etwa 75 km. Es ist nicht bekannt, ob das Erdbeben von Bewohnern in Südböhmen gefühlt wurde.
Toto zemětřesení bylo doprovázeno sérií slabších otřesů.	Dieses Erdbeben wurde von einer Serie schwächerer Erschütterungen begleitet.
Ukázka registrace zemětřesení na stanici KLAU (lokální monitorovací síť JETE).	Beispiel für die Registrierung eines Erdbebens auf der Station KLAU (lokales Überwachungsnetz des JETE)
Poloha epicentra zemětřesení je vyznačena hvězdičkou.	Die Lage des Epizentrums des Erdbebens ist mit Stern gekennzeichnet.
Čas na seismogramu je uveden v UTC (SELČ – 2 hodiny).	Die Zeit aus dem Seismogramm ist in UTC (mitteleuropäische Sommerzeit - 2 Stunden) angegeben.
Vertikální osa udává rychlost pohybu půdy ve vertikálním směru v mm/s.	Die vertikale Achse gibt die Geschwindigkeit der Bodenbewegung in vertikaler Richtung in mm/s an.
Seismologický informační display je v provozu od 30.9.2002.	das seismologische Informationsdisplay ist seit 30.9.2002 in Betrieb.
Tato zpráva byla vydána 6.9.2010	Diese Nachricht wurde am 6.9.2010 herausgegeben.
Případné dotazy rádi odpovíme na adrese seismo@ipc.muni.cz	Eventuelle Fragen beantworten wir auf der Adresse seismo@ipc.muni.cz

Obr. 9 Karte der Epizentren aller auf dem Seismologischen Informationsdisplay bis Jahresende 2010 veröffentlichten Erdbeben



6. Beitrag des Netzes DSR zur Auswertung der seismischen Bedrohung am Standort des KKW Temelín

Die Ergebnisse der Überwachung (1991 - 2010) zeigen, dass der Standort des KKW's Temelín in seismischer Hinsicht sehr ruhig ist. Die Ergebnisse des Netzes erweisen ebenfalls die Richtigkeit der gesamten seismischen Bewertung des Standorts Temelín. Die laufende Auswertung von Lagen der Epizentren lokaler Mikroerdbeben zeigt in einer Reihe von Fällen ihren ursächlichen Zusammenhang mit dem geologischen Profil im südlichen Teil des Böhmischem Massivs.

Aktuelle Informationen über die seismische Aktivität in der weiteren Umgebung des KKW werden operativ auf dem Seismologischen Informationsdisplay unter www.ipe.muni.cz/seismologie_temelin veröffentlicht.

Detaillierte Informationen über die Ergebnisse der seismischen Überwachung des KKW's werden in regelmäßigen Jahresberichten aufgeführt, die das Institut für Physik der Erde für die ČEZ, a.s. erstellt.

Das Netz DSR ETE hat keine Erdbeben registriert, die eine mögliche Gefährdung des Kernkraftwerks Temelín darstellen könnten.

7. Verwendete Abkürzungen und Symbole

DSR	detaillierte seismische Polaraufnahme
MAAE (IAEA)	Internationale Atomenergie-Organisation (International Atomic Energy Agency)
ČEZ ETE	České energetické závody, a.s., Kernkraftwerk Temelín
ÚFZ PŘF MU (IPE)	- Institut für Physik der Erde bei der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Masaryk-Universität
GFÚ AV ČR	Geophysikalisches Institut bei der Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik
ÚSMH AV ČR	Institut für Struktur und Mechanik der Gesteine bei der Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik
SÚJB	Staatliche Behörde für Atomsicherheit
ČRSS	Tschechisches regionales seismisches Netz
ČHMÚ	Tschechisches hydrometeorologisches Institut

Abkürzungen der Messstationen des Netzes DSR:

VRCH	Station Vrchy
DOUB	Station Doubravka
BILA	Station Bílá Hůrka
PODE	Station Podeřístě
KLAU	Station Klauda

Komponenten:

sz	vertikal, Velocimeter
se	horizontal Ost-West, Velocimeter
sn	horizontal Nord-Süd, Velocimeter

az	vertikal, Accelerometer
ae	horizontal Ost-West, Accelerometer
an	horizontal Nord-Süd, Accelerometer

S-JTSK	Koordinatensystem des einheitlichen trigonometrischen Gemarkungsnetzes
WGS-84 System)	Internationales geodätisches Referenzsystem WGS-84 (World Geodetic System)
UTC	Weltzeit (Coordinated Universal Time)
GPS	Global Positioning System, Satelliten-Navigationssystem der USA, hier Nutzung zum Empfang exakter Zeitmarken
SOH	State of Health
UPS	unterbrechungsfreie Stromversorgung (Uninterruptible Power Supply)

M_L	lokale Magnitude
EMS-98	Europäische makroseismische Skala zur Klassifikation der Erdbebenintensität

UGS Háje	Untertage-Gasspeicher Háje
VVP Boletice	Militärisches Übungsgelände Boletice

9. Literatur

- Čech V. (1964): Geologická mapa ČSSR, list M-33-XXVII České Budějovice. ÚÚG Praha.
- Firbas P., Werl M. (1998): Program HYPO3D. Geofyzika Brno.
- Hanžlová R., Nehybka V., Otruba J., Švancara J., Vlach R. (2007a): Nová seismologická síť monitorující JE Temelín. Bezpečnost jaderné energie, č. 7/8. Praha.
- Hanžlová R., Hudová Z., Málek J., Novotný O., Pazdírková J., Zedník J. (2007b): Recent Earthquakes in the Orlick Reservoir Region. Transactions of the VŠB – Technical University of Ostrava, Civil Engineering Series, No. 2, Vol. VII, pp. 189 – 195, Ostrava.
- IAEA (1985): Application of Microearthquake Surveys in Nuclear Power Plant Siting. IAEA TECDOC-343. Vienna.
- IAEA (2002): Evaluation of Seismic Hazards for Nuclear Power Plants. IAEA Safety Guide. Safety Standards Series No. NS-G-3.3. Vienna.
- Ibrmajer J., Suk M. (1989): Geofyzikální obraz ČSSR. ÚÚG – Academia, Praha.
- Kadlec E. et al. (1978): Komplexní vyhodnocení geofyzikálních dat z jihočeských pánví. Geofyzika Brno.
- Kárník V., Michal E., Molnár A., (1957): Catalogue of earthquakes for the territory of Czechoslovakia by the year 1956. Travaux Géophysiques, No. 69, Praha.
- Malecha A., Suk M., Zikmund V. (1964): Stavba a podloží jihočeských pánví. Sborník geologických věd, řada 6, svazek 4, str. 97 – 120. Praha.
- Málek J., Švancara J., Hanžlová R., Gaždová R., Novotný O. (2009): Zemětřesení u Horní Plané a jejich význam pro seismickou bezpečnost JE Temelín. ÚSMH AV ČR a ÚFZ PřF MU Brno.
- Nehybka V., Hanžlová R., Otruba J., Švancara J., Vlach R. (2006): New Local Seismological Network in Southern Bohemia. Acta Geodynamica et Geomaterialia, Vol. 3, No. 4, pp. 87-101, Praha.
- Scherbaum F., Stoll D. (1983): Source parameters and scaling laws of the 1978 Swabian Jura (Southwestern Germany) aftershocks. Bull.Seismol.Soc.Am. 73, pp. 1321 – 1343. Šimůnek P. et al (1994): Lokalita výstavby JE Temelín. Energoprůzkum Praha.
- Špaček P., Prachař I., Valenta J., Štěpančíková P., Švancara J., Piskač J., Pazdírková J., Hanžlová J., Havíř J., Málek J. (2010): Paleoseismologické vyhodnocení průzkumu zlomových struktur v okolí JE Temelín. ÚFZ PřF MU Brno, Energoprůzkum Praha, s.r.o. a ÚSMH AV ČR.
- Vrána S., Štědrá V. (1997): Geological model of western Bohemia related to the KTB borehole in Germany. Journal of Geological Science, Czech Geological Survey. Prague.