

Hydrotermální potenciál oblasti
Hydrothermales Gebietspotenzial
HTPO – ATCZ167



Hydrotermální potenciál oblasti Pasohlávky – Laa an der Thaya Hydrothermales Gebietspotenzial in der Region Pasohlávky – Laa an der Thaya

Brožura k videu s přehledem o projektu HTPO
Broschüre zum Video mit Überblick zum HTPO-Projekt

Hydrotermální výzkum
v oblasti termálních lázní
Laa an der Thaya a Pasohlávky

Hydrothermale Forschungen
im Bereich der Thermen
Laa an der Thaya und Pasohlávky

Interreg 
Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj



EUROPEAN UNION

Interreg 
Österreich-Tschechische Republik
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Oblast

Die Region

Vzdálenost od **Laa an der Thaya**
do **Pasohlávek** je přibližně 25 km.

Die Entfernung von **Laa an der Thaya**
nach **Pasohlávký** beträgt ca. 25 km.





EVROPSKÁ UNIE



EUROPÄISCHE UNION



MASARYKOVA
UNIVERZITA



Strategičtí partneři | Strategische Partner



Přidružení partneři | Assoziierte Partner

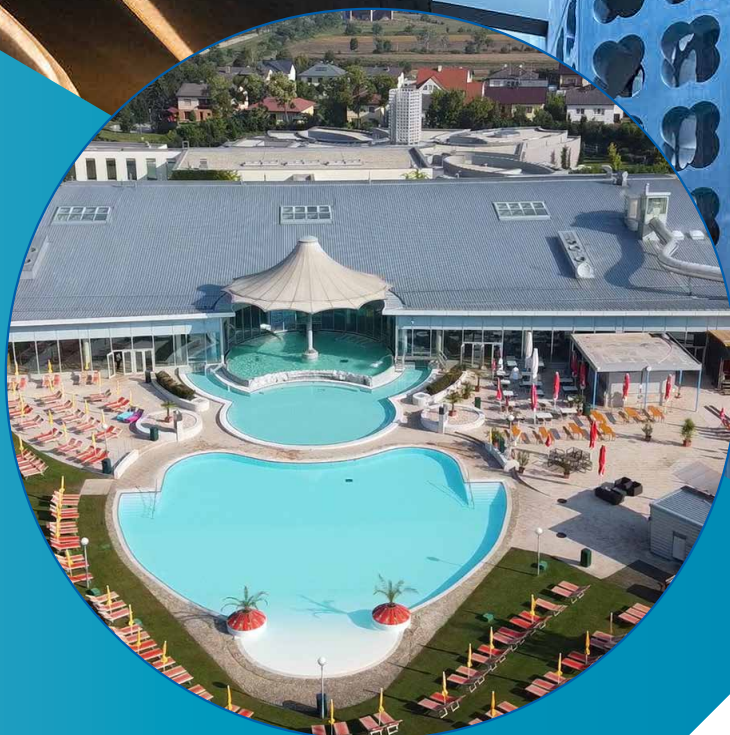


Pasohlávky



Stadtgemeinde
Laa an der Thaya





THERME LAA HOTEL & SILENT SPA, LAA AN DER THAYA

AQUALAND MORAVIA, PASOHLÁVKY



Obsah | Inhaltsverzeichnis

A ÚVOD | Einführung

Jaromír Leichmann CZ	6
Martin Kopecký CZ	10
Peter Melichar CZ	12

B GEOLOGIE

Magdalena Bottig AT	14
Slavomír Nehyba CZ	16

C HYDROGEOLOGIE

Tomáš Kuchovský CZ	18
--------------------------	----

D SEISMOLOGIE

Christa Hammerl AT	20
Jana Pazdírková CZ	22
Petr Špaček CZ	24
Hana Krumlová CZ	26
Alexandra Fee-Rodler AT	28

E EKONOMICKÝ POTENCIÁL | ÖKONOMISCHE POTENZIALE

Doris Rupprecht AT	30
Dominika Tóthová CZ	32

Institute realizující projekt HTPO	
Ausführende Institutionen des HTPO-Projekts	34
Otisk Impressum	35



prof. RNDr. Jaromír Leichmann, Dr. rer. nat.

Garant projektu/Proděkan/Geolog

Ústav geologických věd | Přírodovědecká fakulta

Masarykova univerzita, Brno, Česká republika

Podzemní voda hranice států neuznává. Termální prameny musí Česko i Rakousko chránit společně

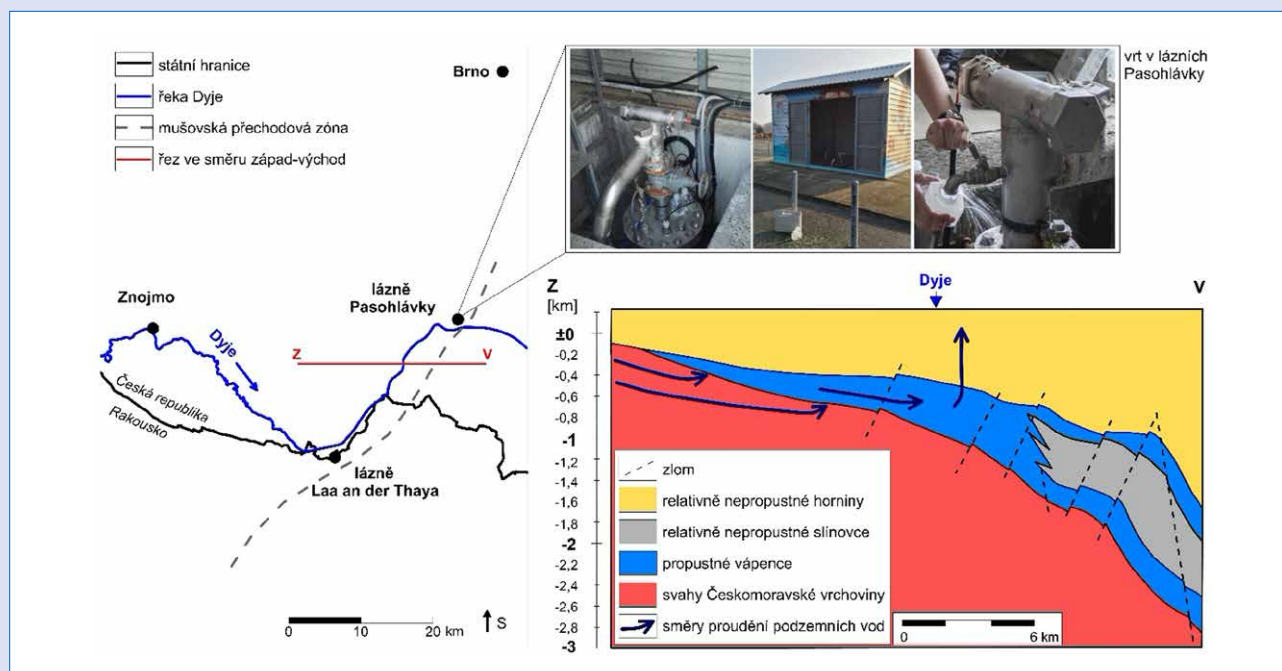
Zdraví a energie z hlubokých podzemních vod přeshraničního regionu Pasohlávký-Laa an der Thaya

Oblast jižní Moravy je turisticky atraktivním regionem, k jehož popularitě v posledních letech přispělo i využívání termálních vod v Aqualandu Moravia v Pasohlávkách na jižní Moravě a v nedalekých v rakouských lázních Laa an der Thaya. Odkud pocházejí čerpané termální vody, jak jsou staré, a jsou obnovitelné? A nemohou se obě lokality oddělené státní hranicí vzájem-

ně ovlivňovat? To jsou otázky, na které se snaží v rámci společného česko-rakouského projektu HTPO odpovědět vědci z Masarykovy univerzity, rakouské geologické služby GBA a institutu ZAMG. Tento tříletý projekt realizovaný v letech 2018-2021 v rámci Programu přeshraniční spolupráce Interreg V-A Rakousko-Česká republika byl podpořen z Evropského fondu pro regionální rozvoj částkou necelých

30 mil. Kč.

Protože je podzemní voda skrytá našemu zraku pod povrchem Země, málokdo si uvědomuje, jak obrovský rezervoár vytváří. Podzemní vody formují téměř 99% veškeré sladké vody v kapalném skupenství. Naprostá většina je zapojena do aktivního oběhu vody na Zemi. Jen malá část pak zůstává uzavřená hluboko pod povrchem, obklopená nepropustnými horni-



Obrázek 1: Zjednodušená mapa oblasti, geologický profil studované oblasti, fotografie vrtu v Pasohlávkách. **Abbildung 1:** Vereinfachte Karte des Gebiets, geologisches Profil durch das Gebiet, Photographie der Bohrung in Pasohlávký.

nami. Tyto podzemní vody označujeme jako fosilní vody. A právě v regionu jižní Moravy a dolního Rakouska je přítomnost fosilních vod v hlubinných horizontech známá, ověřená stovkami vrtů hloubených pro průzkum ložisek ropy a plynu. Vzhledem k hloubkám, v nichž jsou tyto vody uzavřené, mají často vyšší teplotu i mineralizaci. Nabízí se tedy možnost jejich využití jako vod léčivých, ale potenciálně i jako zdroje geotermální energie.

Podzemní vody využívané v Pasohlávkách a Laa an der Thaya mají teplotu přibližně 42 °C, vrty jsou hluboké téměř 1,5 km. Termální voda je získávána z vápenců jurského stáří, které jsou pozůstatkem po rozsáhlém teplém moři zasahujícím na území dnešní Moravy v době, kdy se po souši proháněli dinosauři. Povrch jurských vápenců se vyskytuje v hloubkách od 100 m do 3000 m pod zemským povrchem. Právě tyto propustné vápence, které jsou pohřbeny pod relativně nepropustnými horninami v nadloží, tvoří vodonosnou strukturu – kolektor podzemních vod. Kolektor jurských vápenců se nachází v rozsáhlém prostoru mezi jihovýchodními svahy Českomoravské vrchoviny a Pavlovskými vrchy, směrem na jih a jihovýchod pak významně zasahuje na území Rakouska ([Obrázek 1](#)).

Odborníci z Ústavu geologických věd Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v rámci řešení projektu zjistili, že hloubka kolektoru jurských vápenců se směrem od severozápadu na jihovýchod zvyšuje, a současně se zvyšuje zastoupení méně propustných hornin. Jurské horniny tak lze rozdělit na dva bloky, oddělené takzvanou mušovskou přechodovou zónou probíhající přibližně ve směru se-

prof. RNDr. Jaromír Leichmann, Dr. rer. nat.
Projektleiter/Prodekan/Geologe

Institut für Geologische Wissenschaften |

Fakultät für Naturwissenschaften |

Masaryk Universität, Brunn, Tschechische Republik

Das Grundwasser kennt keine nationalen Grenzen. Die Tschechische Republik und Österreich müssen Thermalquellen gemeinsam schützen

Gesundheit und Energie aus dem Tiefengrundwasser der grenzüberschreitenden Region Pasohlávky – Laa an der Thaya

Die Region Südmähren ist ein attraktives Fremdenverkehrsgebiet, dessen Popularität in den letzten Jahren durch die Nutzung des Thermalwassers im Aqualand Moravia in Pasohlávky in Südmähren und im nahe gelegenen Kurort Laa an der Thaya in Österreich noch gesteigert wurde. Woher kommt das Thermalwasser, wie alt ist es, und ist es erneuerbar? Und können sich die beiden Standorte, die durch eine Landesgrenze getrennt sind, nicht gegenseitig beeinflussen? Diese Fragen versuchen Wissenschaftler*innen der Masaryk Universität, der Österreichischen Geologischen Bundesanstalt (GBA) und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) im Rahmen des gemeinsamen tschechisch-österreichischen HTPO-Projekts zu beantworten. Dieses dreijährige Projekt, das zwischen 2018 und 2021 im Rahmen des Programms für grenzüberschreitende Zusammenarbeit Interreg V-A Österreich-Tschechische Republik durchgeführt wird, wurde vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung mit fast 30 Millionen CZK unterstützt.

Da das Grundwasser unter der Erdoberfläche für uns unsichtbar ist, wissen nur wenige, welch riesiges Reservoir es bildet. Grundwasser macht fast 99 % des gesamten Süßwassers in flüssiger Form aus. Der überwiegende Teil ist am aktiven Wasserkreislauf der Erde beteiligt. Nur ein kleiner Teil bleibt tief unter der Oberfläche versiegelt und von undurchlässigem Gestein umgeben. Wir bezeichnen diese Grundwässer als fossile Wässer. Und in der Region Südmähren und Niederösterreich ist das Vorhandensein von fossilem Wasser in tiefen Grundwasserleitern wohlbekannt, was durch Hunderte von Bohrungen zur Erdöl- und Erdgasexploration bestätigt wurde. Aufgrund der Tiefe, in der diese Gewässer eingeschlossen sind, weisen sie oft eine höhere Temperatur und Mineralisierung auf. Dies bietet die Möglichkeit, sie als Heilwasser, aber auch als Quelle für geothermische Energie zu nutzen.

Das in Pasohlávky und Laa an der Thaya geförderte Grundwasser hat eine Temperatur von ca. 42 °C und die Bohrlöcher sind fast 1,5 km tief. Das Thermalwasser wird aus Jurakalksteinen gewonnen, die die Überreste eines riesigen warmen Meeres sind, das sich zu Zeiten der Dinosaurier bis ins

verovýchod-jihozápad od obce Ivaň až po rakouské město Laa an der Thaya (obrázek 1). Oba bloky se kromě hloubky a horninového složení kolektoru výrazně liší i mineralizací a teplotou vod.

Tyto vlastnosti již odráží odlišný původ podzemních vod. Hlubší jihovýchodní blok se vyznačuje vysokou mineralizací vod. Ta dosahuje 20 až 56 g/l. Podzemní voda jihovýchodního bloku je místy více mineralizovaná než mořská voda, jejíž mineralizace je průměrně 35 g/l. Právě v tomto bloku převažují fosilní podzemní vody, původně mořského původu, související s posledním výskytem moře na jižní Moravě před 15 miliony let.

Zcela jiná situace panuje v severozápadním bloku kolektoru. Mineralizace podzemních vod je podstatně nižší, pohybuje se v rozmezí od 0,5 do 12 g/l. Jejich složení je ovlivněno nejen přítomností fosilních mořských vod, ale také aktivním přítokem sladkých podzemních vod pocházejících z infiltrujících dešťových srážek. Pro lepší představu uvedme, že běžná mineralizace pitné vody dosahuje hodnoty od 0,2 do 0,5 g/l. Chemismus podzemních vod se v severozápadním bloku kolektoru, na rozdíl od bloku jihovýchodního, výrazně prostorově vyvíjí. Směrem na jih v něm postupně dochází ke zvyšování mineralizace a zároveň k poklesu zastoupení vod pocházejících ze srážek.

To byli vědci schopni identifikovat ze studia zastoupení stabilních izotopů $\delta^2\text{H}$ a $\delta^{18}\text{O}$ v molekulách vody. Jejich zastoupení je otiskem podmínek, za jakých voda v kapalném skupenství vzniká, a procesů, jakými následně prochází. Z porovnání izotopového složení minerálních vod v oblasti Pasohlá-

vek a současných atmosférických srážek je zřejmé, že méně mineralizované vody severozápadního bloku kolektoru jurských vápenců pocházejí z některého chladnějšího klimatického období označovaného jako glaciál, tedy z doby ledové. Z analýzy směrů proudění podzemních vod můžeme identifikovat infiltrační zázemí struktury v oblasti jihovýchodních svahů Českomoravské vrchoviny. V tomto prostoru dochází k infiltraci dešťových srážek a jejich postupnému proudění směrem na jihovýchod, tedy i směrem k Pasohlávkám. Zde čerpaná termální voda tedy infiltrovala na svazích Českomoravské vrchoviny minimálně před 10.000 lety v době, kdy bychom se zde snad ještě mohli setkat s mamuty. Podzemní vody obou bloků kolektoru jurských vápenců se podle identifikovaných směrů proudění přirozeně odvodňují do řeky Dyje. Průnik minerálních vod z tak velkých hloubek až na povrch umožňují hlubinné zlomové linie probíhající souběžně s řekou Dyjí. Podzemní voda samozřejmě nerespektuje státní hranice, rozhodující jsou pro ni především hranice

geologických jednotek a lokální změny v geologické stavbě, včetně hlubinných zlomů a změn v horninovém složení. A právě ty mají za následek rozdílné složení vod v lázních Laa an der Thaya a v Pasohlávkách a současně způsobují, že se oba zdroje vzájemně nemohou ovlivňovat, přestože leží ve stejné geologické struktuře. Vysoká teplota vod jurského kolektoru by mohla být zajímavá také z hlediska energetického využití. Další rozvoj využití této struktury minerálních a termálních vod v přeshraničním regionu Pasohlávky-Laa an der Thaya je však limitován doplňováním podzemních vod, a také ochranou stávajících zdrojů. Pokud by odběr vod překročil hodnotu jejich doplňování, začala by struktura degradovat z pohledu množství, mineralizace i teploty vod. Z toho důvodu je nezbytná součinnost České republiky a Rakouska při ochraně minerálních vod jurského kolektoru, protože jediné tak lze zajistit zachování jejich kvality i pro budoucí generace. ■

Obrázek 2 | Abbildung 2



heutige Mähren erstreckte. Die Oberfläche der Jurakalke befindet sich in einer Tiefe von 100 m bis 3000 m unter der Erdoberfläche. Diese durchlässigen Kalksteine, die unter relativ undurchlässigem Deckgestein vergraben sind, bilden die Grundwasserleiterstruktur – den Grundwasserleiter. Der Jurakalk-Grundwasserleiter befindet sich in einem großen Gebiet zwischen den südöstlichen Hängen des böhmisch-mährischen Hochlands und den Pavlov-Bergen und erstreckt sich deutlich nach Süden und Südosten bis nach Österreich (*Abbildung 1*).

Experten des Instituts für geologische Wissenschaften an der naturwissenschaftlichen Fakultät der Masaryk Universität haben festgestellt, dass die Tiefe des Jurakalk-Grundwasserleiters von Nordwesten nach Südosten zunimmt, während der Anteil der weniger durchlässigen Gesteine steigt. Die Juragesteine lassen sich somit in zwei Blöcke unterteilen, die durch die so genannte Moskauer Übergangszone getrennt sind, die ungefähr in nordöstlicher und südwestlicher Richtung vom Dorf Ivan bis zur österreichischen Stadt Laa an der Thaya verläuft (*Abbildung 1*). Neben der Tiefe und der Gesteinszusammensetzung des Grundwasserleiters unterscheiden sich die beiden Blöcke auch erheblich in Bezug auf die Mineralisierung und die Wassertemperatur.

Diese Merkmale spiegeln bereits die unterschiedliche Herkunft des Grundwassers wider. Der tiefere südöstliche Block ist durch eine starke Mineralisierung von 20 bis 56 g/l gekennzeichnet. Das Grundwasser im südöstlichen Block ist manchmal stärker mineralisiert als das Meerwasser, mit einer durchschnittlichen Mineralisierung von 35 g/l. In diesem Block ist fossiles Grundwasser vorherrschend, das ursprünglich marinen Ursprungs ist und mit dem letzten Auftreten des Meeres in Südmähren vor 15 Millionen Jahren zusammenhängt.

Ganz anders ist die Situation im nordwestlichen Block des Grundwasserleiters. Die Mineralisierung des Grundwassers ist wesentlich geringer und liegt zwischen 0,5 und 12 g/l. Die Zusammensetzung des Grundwassers wird nicht nur durch das Vorhandensein von fossilem Meerwasser, sondern auch durch den aktiven Zufluss von frischem Grundwasser aus infiltrierenden Niederschlägen beeinflusst. Zur Veranschaulichung: Die normale Mineralisierung des Trinkwassers liegt zwischen 0,2 und 0,5 g/l. Die Grundwasserchemie im nordwestlichen Block des Aquifers weist im Gegensatz zum südöstlichen Block eine erhebliche räumliche Variation auf. Nach Süden hin nimmt die Mineralisierung allmählich zu und gleichzeitig sinkt der Anteil des Wassers, das aus Niederschlägen stammt.

Die Forscher konnten dies anhand der Häufigkeit der stabilen Isotope $\delta^2\text{H}$ und $\delta^{18}\text{O}$ in den Wassermolekülen feststellen. Ihr Vorkommen spiegelt die Bedingungen wider, unter denen Wasser in flüssigem Zustand entsteht, und die Prozesse, die es anschließend durchläuft. Ein Vergleich der Isotopenzusammensetzung der Mineralwässer im Pasohlávky-Gebiet mit den aktuellen Niederschlägen zeigt, dass die weniger mineralisierten Wässer des nordwestlichen Blocks des Jurakalk-Grundwasserleiters aus einer kälteren Klimaperiode stammen, die als Eiszeit bezeichnet wird. Aus der Analyse der Grundwasserfließrichtungen lässt sich der Infiltrationshintergrund der Struktur im Bereich der südöstlichen Hänge des böhmisch-mährischen Hochlands erkennen. In diesem Gebiet versickern die Niederschläge und fließen allmählich in Richtung Südosten, d. h. auch in Richtung Pasohlávky. Das hier geförderte Thermalwasser ist also schon vor mindestens 10.000 Jahren in die Hänge des böhmisch-mährischen Hochlandes eingedrungen, zu einer Zeit, als wir hier noch Mammuts angetroffen hätten. Das Grundwasser beider Blöcke des Jurakalk-Grundwasserleiters entwässert auf natürliche Weise in den Fluss Dyje gemäß den festgelegten Fließrichtungen. Das Eindringen des Mineralwassers aus so großen Tiefen an die Oberfläche wird durch tiefe Verwerfungen ermöglicht, die parallel zum Fluss Dyje verlaufen.

Das Grundwasser hält sich natürlich nicht an nationale Grenzen; es wird in erster Linie durch die Grenzen geologischer Einheiten und lokale Veränderungen der geologischen Struktur, einschließlich tiefer Verwerfungen und Veränderungen der Gesteinszusammensetzung, bestimmt. Diese führen zu einer unterschiedlichen Zusammensetzung des Wassers in Laa und Pasohlávky, wodurch aktuell angenommen wird, dass die beiden Quellen nicht direkt miteinander in Verbindung stehen. Die hohe Temperatur des Wassers des jurassischen Aquifers könnte auch unter dem Gesichtspunkt der Energienutzung interessant sein. Die weitere Entwicklung der Nutzung dieser Mineral- und Thermalwasserstruktur in der grenzüberschreitenden Region Pasohlávky-Laa an der Thaya ist jedoch durch die Grundwasserneubildung und den Schutz der vorhandenen Ressourcen begrenzt. Wenn die Wasserentnahme den Wert der Zuflüsse übersteigt, würde die Struktur in Bezug auf Menge, Mineralisierung und Wassertemperatur abnehmen. Aus diesem Grund ist die Zusammenarbeit zwischen der Tschechischen Republik und Österreich beim Schutz der Mineralwässer des Juragewässers unerlässlich, denn nur so kann ihre Qualität für künftige Generationen erhalten werden. ■



Ing. Martin Kopecký | Projektový manažer
Děkanát | Přírodovědecká fakulta |
Masarykova univerzita, Brno, Česká republika

Management přeshraničního projektu je jeho důležitou součástí

Z pozice manažera se pokusím podat přehled o našem přeshraničním projektu „Hydrotermální potenciál oblasti (HTPO)“, reg. č. ATCZ167. Projekt HTPO se zabývá původem, kapacitou a potenciálním využitím přeshraničních termálních vod v regionu Pasohlávky – Laa an der Thaya, včetně možných společných opatření pro hospodaření s těmito přírodními zdroji. Termální vody se ve studované oblasti vyskytují v hloubce téměř 1,5 km pod zemským povrchem a jsou využívány k balneologickým a rekreačním účelům na obou stranách hranice. Tyto podzemní vody mají další významný potenciál pro cestovní ruch nebo budoucí energetické využití a mohou také přispět k ekologizaci regionu. Zároveň se však jedná o citlivý zdroj, se kterým je třeba pečlivě hospodařit, aby byl zachován i pro budoucí generace. Cílem projektu HTPO je vědecky popsat tyto termální vody v komplexním geovědním modelu a posoudit potenciální využití nebo možné konflikty nekoordinovaného využívání. Projekt HTPO byl doporučen k realizaci v rámci Programu přeshraniční spolupráce Interreg V-A Rakousko-Česká republika 2014-2020. Hlavní část projektu je podpořena z Evropského fondu pro regionální rozvoj (85 %). Realizace projektu HTPO probíhá od září 2018 do prosince 2021 a



Obrázek 1: První zahajovací setkání projektu za účasti zástupců všech 3 projektových partnerů se uskutečnilo 26. 9. 2018 na Přírodovědecké fakultě MU v Brně. **Abbildung 1:** Das Kick-off-Meeting des Projekts mit der Teilnahme von Vertretern aller 3 Projektpartner fand am 26. 9. 2018 an der Fakultät für Naturwissenschaften MU in Brünn statt.

Obrázek 2: Ukázky různých propagačních materiálů k projektu HTPO (včetně banneru, plakátu A3, letáku, poznámkového bloku, propisky, láhve). **Abbildung 2:** Muster verschiedener Werbemittel für das HTPO-Projekt (u. a. Banner, A3-Poster, Faltblatt, Notizblock, Stift, Flasche)



přímo se na ní podílejí tři projektoví partneři. Vedoucím partnerem je Masarykova univerzita (Přírodovědecká fakulta) v Brně.

Partnery ve Vídni jsou Ústřední ústav pro meteorologii a geodynamiku (ZAMG) a Spolkový geologický úřad (GBA). Projekt je rozdělen do 4 pracovních balíčků (WP), přičemž na 2 odborné balíčky (T1 – Geovědní model a T2 – Návrhy budoucích opatření) navazují balíčky Management (WP-M) a Public Relations (WP-C). Ve WP-M je projekt řádně řízen, včetně předkládání monitorovacích zpráv a koordinačních schůzek projektového týmu (*viz obrázek 1*). V rámci WP-C jsou pro zástupce cílových skupin připraveny různé komunikační a propagační aktivity, jako jsou vzdělávací akce, projektová videa, odborné články, informační brožury nebo propagační materiály (*viz obrázek 2*). Řádné řízení projektu v rámci programu AT-CZ, resp. koordinace celého projektu z pozice vedoucího partnera, je poměrně náročný úkol. Tuto agendu však lze zvládnout, pokud existuje dobrá spolupráce mezi technickými a administrativními pracovníky v projektovém týmu a dobrá interakce mezi českými a rakouskými projektovými partnery, jako je tomu v tomto případě. Děkuji vám, kolegové! ■

Ing. Martin Kopecký | Project Manager

Dekanat | Fakultät für Naturwissenschaften |

Masaryk Universität, Brunn, Tschechische Republik

Management – ein wesentlicher Teil des grenzüberschreitenden Projektes

Aus der Position des Managers werde ich versuchen, einen Überblick über unser grenzüberschreitendes Projekt „Hydrothermales Gebietspotenzial (HTPO)“, Reg.-Nr. ATCZ167 zu geben. Das HTPO-Projekt befasst sich mit der Herkunft, der Kapazität und der potenziellen Nutzung der grenzüberschreitenden Thermalwässer in der Region Pasohlávky – Laa an der Thaya, einschließlich möglicher gemeinsamer Maßnahmen zur Bewirtschaftung dieser natürlichen Ressourcen. Thermalwasser kommt im Untersuchungsgebiet in einer Tiefe von fast 1,5 km unter der Erdoberfläche vor und wird auf beiden Seiten der Grenze für balneologische und Erholungszwecke genutzt. Diese Grundwässer haben des weiteren ein bedeutendes Potenzial für den Tourismus und für die Energienutzung und können so auch zur Ökologisierung der Region beitragen. Es handelt sich jedoch auch um eine sensible Ressource, die mit Bedacht bewirtschaftet werden muss, damit sie für künftige Generationen erhalten bleibt. Ziel des HTPO-Projekts ist es, diese Thermalwässer in einem umfassenden geowissenschaftlichen Modell wissenschaftlich zu beschreiben und die Nutzungsmöglichkeiten bzw. mögliche Konflikte einer unkoordinierten Nutzung zu bewerten. Das HTPO-Projekt wurde zur Umsetzung im Rahmen des Interreg V-A Programms für grenzüberschreitende Zusammenarbeit Österreich-Tschechische Republik 2014-2020 empfohlen. Der größte Teil des Projekts wird durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (85 %) unterstützt. Die Umsetzung des HTPO-Projekts läuft von September 2018 bis Dezember 2021 und drei Projektpartner sind direkt an der Umsetzung beteiligt. Der federführende Partner ist die Masaryk Universität (Fakultät für Naturwissenschaften) in Brunn.

Die Partner in Wien sind die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) und die Geologische Bundesanstalt (GBA). Das Projekt ist in vier Arbeitspakete (AP) unterteilt, wobei auf die zwei Expertenpakete (T1 – Geowissenschaftliches Modell und T2 – Vorschläge für zukünftige Maßnahmen) die Pakete Management (AP-M) und Öffentlichkeitsarbeit (AP-C) folgen. Im WP-M wird das Projekt ordnungsgemäß verwaltet, einschließlich der Vorlage von Zwischenberichten und Koordinierungssitzungen des Projektteams (*siehe Abbildung 1*). Im Rahmen des WP-C werden verschiedene Kommunikations- und Werbemaßnahmen für Vertreter der Zielgruppen vorbereitet, wie z. B. Schulungsveranstaltungen, Projektvideos, Fachartikel, Informationsbroschüren oder Werbematerialien (*siehe Abbildung 2*). Die ordnungsgemäße Verwaltung des Projekts im Rahmen des AT-CZ-Programms bzw. die Koordinierung des gesamten Projekts aus der Position des federführenden Partners ist eine ziemlich anspruchsvolle Aufgabe. Diese Agenda ist jedoch zu bewältigen, wenn eine gute Zusammenarbeit zwischen den Fach- und Verwaltungsmitarbeiter*innen im Projektteam und eine gute Interaktion zwischen den tschechischen und österreichischen Projektpartnern gegeben ist, wie es hier der Fall ist. Danke, Kolleg*innen! ■



HR Dipl.-Ing. Peter Melichar

Wissenschaftlicher Direktor / Physiker / Geophysiker

Institut für Geologische Wissenschaften

Fakultät für Naturwissenschaften | Masaryk Universität,
Brno, Tschechische Republik

Ein Projekt. Zwei Regionen.

Meine Aufgaben als wissenschaftlicher Direktor im Projekt, sind in erster Linie organisatorische und administrative Arbeiten, insbesondere mit den strategischen und assoziierten Partnern in Verbindung mit den einzelnen tschechischen und österreichischen HTPO Kollegen und Kolleginnen. Die strategischen Partner sind die Ämter der Niederösterreichischen Landesregierung mit der Gruppe Wasser und der Gruppe Baudirektion sowie die Abteilung für Internationale und Europäische Angelegenheiten (*Abbildung 1*). In Tschechien ist es das Ministerium für Umwelt in Prag (*Abbildung 2*) zu dem der HTPO Projekt Manager die Kontakte hat. Bei den assoziierten Partnern sind es die Stadtgemeinde Laa an der Thaya und die Therme Laa – Hotel und Silent Spa (*Abbildung 3*) und das Aqualand Moravia in der Gemeinde Pasohlávky (*Abbildung 5*). Zu meiner Funktion gehörten auch prak-

tische Arbeiten wie die Wasserprobenahmen an der Thermalquelle Laa Nord 1 (*Abbildung 4*). Zu Beginn hatte die Stadtgemeinde Laa an der Thaya Bedenken, doch schließlich wurden durch meine physikalisch-

chemischen Informationen alle Bedenken beseitigt. Der Gemeinderat hat dann einstimmig die Genehmigung erteilt und ich konnte mit Herrn Ing. Franz Winna, dem Leiter der Stadtplanung und Stadterneu-

Abbildung 1: Niederösterreichisches Landhaus | St. Pölten; Copyright: NLK

Obrázek 1: Dolnorakouský zemský dům | St. Pölten
Autorská práva: NLK



Abbildung 2: Ministerium für Umwelt | Prag
Tschechische Republik

Obrázek 2: Ministerstvo životního prostředí | Praha
Česká republika



Abbildung 3: Erstes Strategisches HTPO Projektrat Meeting in der Therme Laa an der Thaya – Hotel Silent Spa am 5. Mai 2019

Obrázek 3: První setkání strategické rady projektu HTPO Therme Laa an der Thaya – Hotel Silent Spa 5.5. 2019



Abbildung 4: Thermalquelle Laa Nord 1
Stadtgemeinde Laa an der Thaya
Niederösterreich

Obrázek 4: Termální pramen Laa Nord 1
Městský úřad Laa an der Thaya
Dolní Rakousko

erung die Thermalwasserproben von Nord 1, entnehmen. Dadurch konnte erstmals eine spezielle Isotopenanalyse des Thermalwassers von Laa an der Thaya durchgeführt werden. Die Thermalwasserentnahme vom Aqualand Moravia wurde von tschechischen Kolleginnen durchgeführt. Aus dem Vergleich der beiden Analysen konnten wertvolle neue Erkenntnisse über das Alter und den hydrogeologischen Zusammenhang der beiden Thermalwasserquellen gewonnen werden. Und nicht zuletzt habe ich meine Idee zur Dokumentation der einzelnen Arbeiten und deren Ergebnissen, die von den Kollegen und Kolleginnen des grenzüberschreitenden HTPO Projekts durchgeführt wurden, in einem Video mit Begleitheft realisieren können. Mein persönlicher Dank richtet sich an alle Partner des Projektes für ihre konstruktive und kollegiale Zusammenarbeit. ■



Abbildung 5: Therme Aqualand
Moravia

Obrázek 5: Termální lázeň Aqualand
Moravia

HR Dipl.-Ing. Peter Melichar

Vědecký ředitel / fyzik / geofyzik

Ústav geologických věd | Přírodovědecká fakulta |

Masarykova univerzita, Brno, Česká republika

Jeden projekt. Dva regiony.

Mým úkolem jako vědeckého ředitele v projektu je především organizační a administrativní práce, zejména se strategickými a přidruženými partnery ve spojení s jednotlivými českými a rakouskými kolegy z HTPO. V případě strategických partnerů se jedná především o úřady Dolnorakouské zemské vlády se skupinou pro vodní hospodářství a skupinou pro stavební ředitelství, jakož i o odbor pro mezinárodní a evropské záležitosti. *(Obrázek 1)* V České republice je to Ministerstvo životního prostředí v Praze *(Obrázek 2)*, s nímž má projektový manažer HTPO kontakty. Přidruženými partnery jsou obec Laa an der Thaya a Therme Laa – Hotel and Silent Spa *(Obrázek 3)* a Aqualand Moravia v obci Pasohlávky *(Obrázek 4)*. Moje funkce zahrnovala také praktickou práci, například odběr vzorků vody v termálním prameni Laa Nord 1. *(Obrázek 5)*. Obec Laa an der Thaya měla zpočátku výhrady, ale nakonec mé fyzikálně-chemické znalosti všechny obavy odstranily. Městská rada pak jednomyslně udělila povolení a já jsem mohl spolu s Ing. Franz Winna, vedoucím odboru územního plánování a obnovy města, odebrat vzorky termální z pramene Nord 1. Díky tomu bylo možné poprvé provést speciální izotopovou analýzu termální vody v Laa an der Thaya. Vzorky termální vody z Aqualand Moravia odebrali čeští kolegové. Srovnání obou analýz umožnilo získat nové cenné poznatky o stáří a hydrogeologických souvislostech obou zdrojů termální vody. V neposlední řadě se mi podařilo realizovat svůj nápad zdokumentovat jednotlivé práce a jejich výsledky, které provedli kolegové z přeshraničního projektu HTPO, ve videu s doprovodnou brožurou. Osobně děkuji všem partnerům projektu za jejich konstruktivní a kolegiální spolupráci. ■



Mag.ª Magdalena Bottig | Geologin

Abteilung Hydrogeologie und Geothermie | GBA |
Wien, Österreich

Geologisches 3D Modell

Im Rahmen des Arbeitspaketes T1.1 Geowissenschaftliches Basismodell der Thermalwasservorkommen Laa – Pasohlávky wurde ein grenzüberschreitendes 3D Modell des Untergrundes erstellt. Besonderer Fokus lag auf jener geologischen Einheit, von der man aufgrund der beiden Thermalwassernutzungen in der Region weiß, dass dort Wasser in größerer Menge zirkulieren.

Durch die Ausdehnung dieses Thermalwasser führenden Horizontes ergab sich für das 3D Modell ein Gebiet, das sich in etwa von Pohořelice im Norden und Göllersdorf im Süden über Mistelbach im Osten und Znojmo im Westen erstreckt (siehe Abbildung 1). Das 3D Modell (siehe Abbildung 2) dient als Basis für die hydrogeologische Modellierung und damit auch der Beantwortung der Frage, ob die beiden Thermen ihr Wasser aus demselben Grundwasserkörper beziehen und sich damit möglicherweise gegenseitig beeinflussen oder ob es sich um getrennte Systeme handelt.

Die besondere Herausforderung stellt dabei einerseits die Aufbereitung der großen Datenmengen aus unterschiedlichen Quellen und andererseits die Harmonisierung der Daten über Ländergrenzen hinweg dar. Das Verständnis darüber, welche geologische Einheit in einem Land jener im Nach-

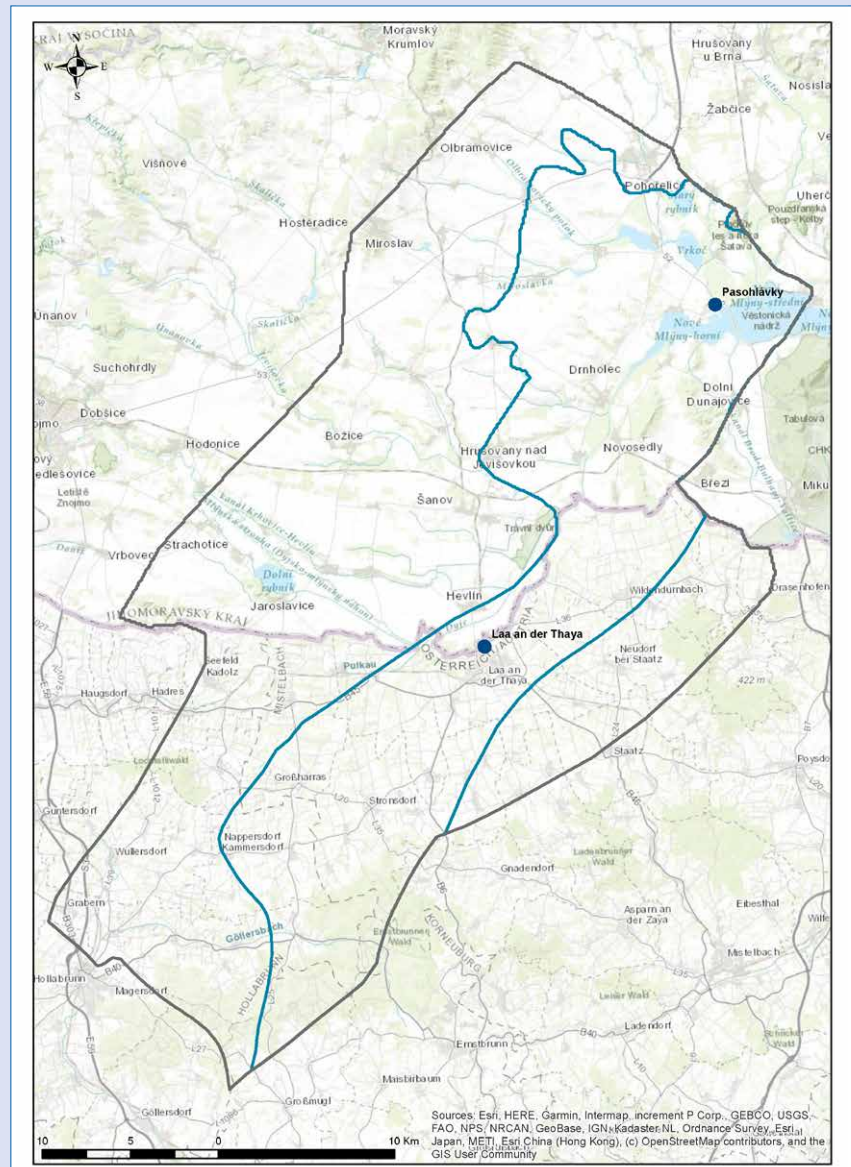


Abbildung 1: Lage des geologischen 3D Modells (graue Umrandung), im Zentrum des Projektgebietes liegen die beiden Thermalwassernutzungen in Laa/Thaya und Pasohlávky. Die blaue Umrandung stellt die Lage des grenzübergreifenden thermalwasserführenden Horizontes dar.

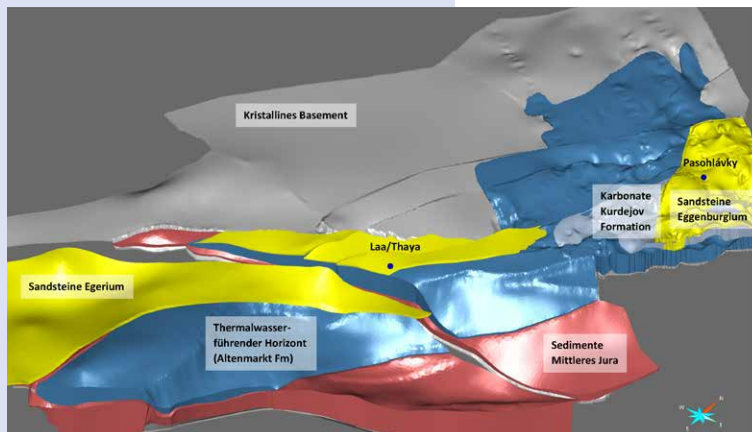
Obrázek 1: Umístění geologického 3D modelu (šedé ohraničení), ve středu projektové oblasti se nacházejí dva zdroje termální vody v Laa/Thaya a Pasohlávkách. Modrá hranice označuje polohu přeshraničního termálního vodonosného horizontu.

barland entspricht erfordert zum einen Diskussionen, zum anderen den Abgleich von Daten. Da im Regelfall verfügbare Daten über den Untergrund auf das Staatsgebiet begrenzt sind, ist es immer ein besonderer Erkenntnisgewinn für die Grenzregion, wenn ein gemeinsames Modell erarbeitet wird.

Da mit diesem geologischen Modell die im Projektgebiet potenziell Thermalwasser führenden Horizonte dargestellt wurden, dient es als Grundlage um das geothermische Potenzial der Projektregion abschätzen zu können.

Als Ergebnis aus dem geologischen- und hydrogeologischen Modell zeigen Karten die Lage der Thermalwasser führenden Gesteinsschichten, ihre Tiefe und erwartbare Temperaturen. Dies dient als erste Abschätzung ob in einem Gebiet Potenzial für die Nutzung dieses Bodenschatzes besteht. ■

Abbildung 2: Geologisches Untergrundmodell der potenziell Thermalwasser führenden Horizonte im HTPO Projektgebiet. Der grenzübergreifende Thermalwasserhorizont ist in Blau, die Sedimente des mittleren Jura in Rot, die Sandsteine des Egerium und Eggenburgium in Gelb, die Karbonate der Kurdejov Formation in Hellblau und das Kristalline Basement in Grau dargestellt.



Mag. Magdalena Bottig | Geoložka

Oddělení hydrogeologie a geotermální energie |
GBA | Vídeň, Rakousko

Geologický 3D model

V rámci pracovního balíčku T1.1 Základní geologický model výskytu termálních vod v oblasti Laa – Pasohlávky byl vytvořen přeshraniční 3D model podloží.

Zvláštní pozornost byla věnována geologické jednotce, o níž je známo, že v ní kvůli lokálnímu využívání termální vody probíhá významná cirkulace. Z rozsahu tohoto zvodněného horizontu vyplynula oblast pro 3D geologické modelování – území zhruba mezi obcemi Pohořelice na severu, Gollersdorf na jihu, Mistelbach na východě a Znojmo na západě ([viz obrázek 1](#)).

3D model ([viz obrázek 2](#)) slouží jako podklad pro hydrogeologické modelování, a tedy i pro zodpovězení otázky, zda oba lázeňské zdroje čerpají vodu ze stejného útvaru podzemních vod a zda se tedy případně vzájemně ovlivňují, nebo se jedná o samostatné systémy.

Zvláštní výzvou je zde na jedné straně zpracování velkého množství údajů z různých zdrojů a na druhé straně harmonizace údajů napříč státy. Porozumět tomu, která geologická jednotka v jedné zemi odpovídá geologické jednotce v sousední zemi, vyžaduje nejen vzájemné porovnání údajů, ale i diskusi. Vzhledem k tomu, že dostupná data o podloží jsou obvykle omezena na území státu, je vytvoření společného modelu příhraničního regionu vždy mimořádným přínosem.

Protože tento geologický model ukazuje potenciální horizonty termální vody v oblasti projektu, slouží jako základ pro odhad geotermálního potenciálu v oblasti projektu.

Výsledkem geologického a hydrogeologického modelu jsou mapy znázorňující polohu vrstev hornin s termální vodou, jejich hloubku a předpokládané teploty. Slouží jako prvotní indikátor, zda v dané oblasti existuje potenciál pro využití tohoto energetického zdroje. ■

Obrázek 2: Geologický podpovrchový model horizontů s potenciálními ložisky termální vody v oblasti projektu HTPO. Přeshraniční horizont termálních vod je znázorněn modře, střednojurské sedimenty červeně, egerské a eggenburské pískovce žlutě, karbonáty kurdějovské formace světle modře a krystalinikum šedě.

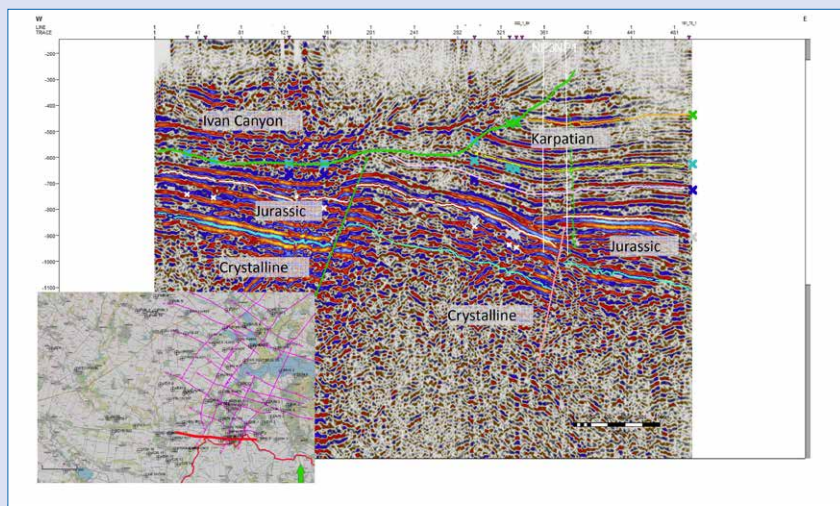


doc. RNDr. Slavomír Nehyba, Dr. | Geolog
Ústav geologických věd | Přírodovědecká fakulta |
Masarykova univerzita, Brno, Česká republika

Tvorba geologického modelu zájmové oblasti

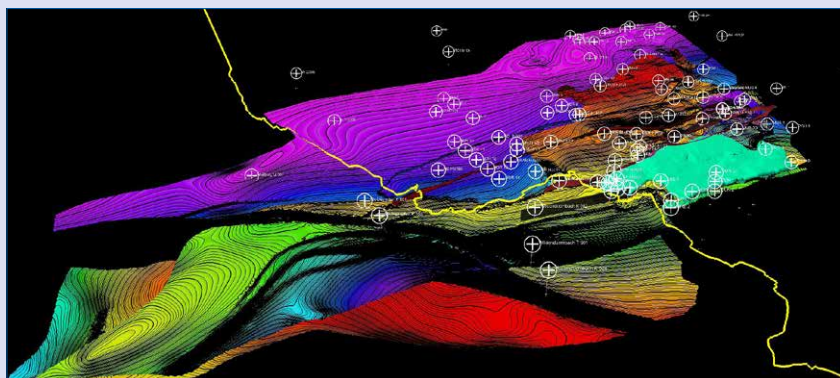
Geologická část projektu spočívala v popisu geologické stavby a vytvoření geologického modelu zájmové oblasti Laa - Pasohlávky. Zdrojem informací byly výsledky vrtů a interpretace geofyzikálních dat (seismiky, gravimetrie, karotážních měření, atd.). Vzhledem k rozdílnému pokrytí hodnoceného území České republiky a Rakouska geologickými vrty a dostupnými geofyzikálními daty vyžadovala tvorba společného modelu řešení stratigrafických korelací horninových souborů, srovnání průběhu a charakteru zlomů a pozice horninových kolektorů termálních vod.

Při tvorbě geologického modelu na území České republiky byly všem 2D seismickým profilům nejdříve přiřazeny souřadnice ve formátu vhodném pro import do interpretačního systému a z archivních vrtných zpráv byly definovány rychlostní poměry oblasti a hloubky stratigrafických rozhraní. Na těchto seismických profilech byla poté provedena interpretace časových povrchů jednotlivých zájmových horizontů a zlomové stavby území. Vzniklé interpretace byly následně interpolovány do 3D časových povrchů. Migrace těchto dat do hloubek byla provedena vytvořením několika rychlostních modelů pro jednotlivé tektonické kry interpretované v daném území. Jelikož seismická data byla dostupná pouze pro hlubší, jižní a jihovýchodní část území, byla



Obrázek 1: Interpretovaný 2D seismický řez ve směru SZ-JV v severní části zájmového území. Geologická stavba je tvořena krystalinickými horninami, karbonátovým komplexem jurské altenmarktské skupiny a neogenní výplní karpatské předhlubně. Zlomová stavba dělí především předkenozoické horniny do dílčích bloků.

Abbildung 1: Interpretierter seismischer 2D-Schnitt in NW-SO-Richtung im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets. Die geologische Struktur besteht aus kristallinen Gesteinen, dem Karbonatkomplex der jurassischen Altenmarkt Formation und der neogenen Auffüllung des Karpatenvorlandes. Die Verwerfungsstruktur unterteilt vorwiegend die präkänozoischen Gesteine in Teilblöcke.



Obrázek 2: Model povrchu krystalinika v zájmové příhraniční oblasti s naloženým povrchem jurské altenmarktské skupiny a bazálních pískovců (eggenburg) karpatské předhlubně. **Abbildung 2:** Modell der Oberfläche der Kristallingesteine im untersuchten Grenzgebiet mit der überlagerten jurassischen Altenmarkt Formation und dem basalen Eggenburger Sandstein des Karpatenvorlandes.

v seismickou nepokryté části provedena extrapolace hloubkových povrchů s využitím mělkých i hlubokých vrtů.

Geologický profil zájmové oblasti je tvořen na bázi krystalinickými horninami východního okraje Českého masívu, které jsou překryty především jurským a neogenním sedimentárním pokryvem. Pro mineralizované a termální vody jsou kolektorsky významné (tj. vhodná propustnost, plošný rozsah a mocnost) hlavně karbonátové sedimenty tzv. altenmarktské skupiny stáří svrchní jury. Tento relativně pestrý horninový soubor v zájmovém území vyklišuje celkově směrem k Z s SZ a naopak v J a JV části území jeho mocnost dosahuje až kolem 500 m.

Proto byl modelován především průběh povrchu krystalinika a jeho přípovrchové části, báze a povrchu souvrství jurských karbonátů altenmarktské skupiny a v případě pánevního vývoje svrchní jury také povrch a báze kurdějovských vápenců. Model byl doplněn o povrch a bázi kolektorských hornin bazálního pískovce stáří eggenburg reprezentujícího zde nejstarší neogenní sedimenty. Horninové soubory ve sledované oblasti jsou proniknuty množstvím zlomů, které je segmentují do řady dílčích, navzájem přemístěných bloků. Jedná se především o zlomy směru SSV-JJZ a na území Rakouska dále také o příčné zlomy směru SV-JZ. Tato tektonická stavba významně ovlivňuje problematiku pohybu termálních vod v zájmové oblasti. ■

doc. RNDr. Slavomír Nehyba, Dr. | Geologe

Institut für Geologische Wissenschaften |

Fakultät für Naturwissenschaften |

Masaryk Universität, Brunn, Tschechische Republik

Erstellung eines geologischen Modells des betreffenden Gebiets

Der geologische Teil des Projekts umfasste die Beschreibung der geologischen Struktur und die Erstellung eines geologischen Modells des Interessengebiets Laa - Pasohlávky. Als Informationsquelle dienten die Bohrdaten und die Auswertung der geophysikalischen Daten (seismische und gravimetrische Messungen, Bohrlochmessungen usw.). Aufgrund der unterschiedlichen Abdeckung des untersuchten Gebietes in der Tschechischen Republik und in Österreich durch geologische Bohrungen und verfügbare geophysikalische Daten erforderte die Erstellung eines gemeinsamen Modells die Lösung stratigraphischer Korrelationen von Gesteinsabfolgen, den Vergleich der Lage und Beschaffenheit von Verwerfungen und der Lage von Gesteinsaquiferen von Thermalwasser.

Bei der Entwicklung des geologischen Modells in der Tschechischen Republik wurden zunächst allen seismischen 2D-Profilen Koordinaten in einem für den Import in das Interpretationssystem geeigneten Format zugeordnet und die seismischen Geschwindigkeitsprofile des Gebiets und die Tiefen der stratigraphischen Schnittstellen aus archivierten Bohrlochberichten ermittelt. Die seismischen Profile wurden dann zur Interpretation der Zeitflächen der einzelnen interessierenden Horizonte und der Verwerfungsstruktur des Gebiets verwendet. Die resultierenden Interpretationen wurden dann zu 3D-Zeitflächen interpoliert. Die Migration dieser Daten in die Tiefe erfolgte durch die Erstellung mehrerer Geschwindigkeitsmodelle für die einzelnen tektonischen Krusten, die in diesem Gebiet interpretiert wurden. Da seismische Daten nur für den tieferen, südlichen und südöstlichen Teil des Gebiets zur Verfügung standen, wurde die Tiefenextrapolation in den von der Seismik nicht erfassten Teilen durch Verwendung von Daten aus flachen und tiefen Bohrungen durchgeführt.

Der untere Teil des geologischen Profils des interessierenden Gebiets besteht aus kristallinen Gesteinen des östlichen Randes des Böhmisches Massivs, die hauptsächlich von jurassischen und neogenen Sedimentgesteinen überlagert werden. Für Mineral- und Thermalwässer sind vor allem Karbonatsedimente der sogenannten Altenmarkt-Gruppe aus dem Oberjura als Grundwasserleiter von Bedeutung (d.h. geeignete Durchlässigkeit, Flächenausdehnung und Mächtigkeit). Dieses relativ abwechslungsreiche Gesteinsgefüge im Untersuchungsgebiet läuft im Allgemeinen nach W und NW keilförmig aus und erreicht im Gegensatz dazu im S und SO des Gebietes eine Mächtigkeit von bis zu ca. 500 m.

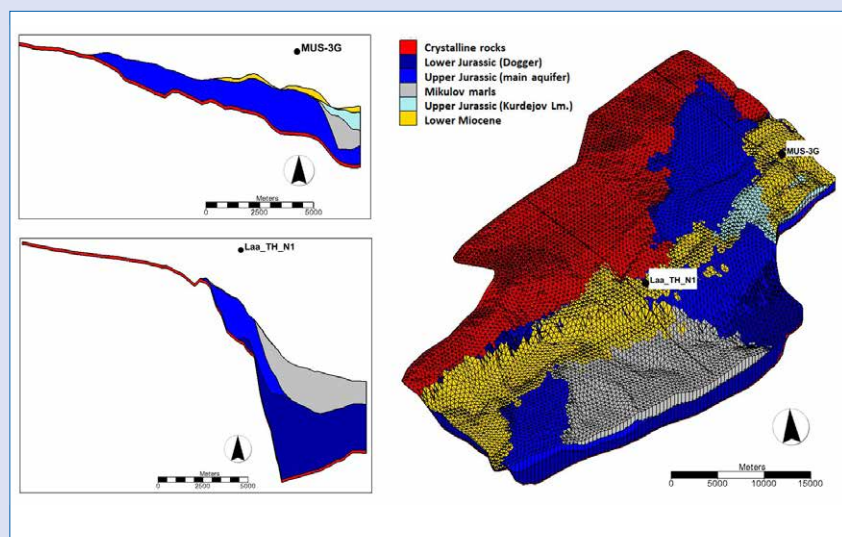
Daher wurden hauptsächlich der Verlauf der Oberfläche des Kristallins und der seines oberflächennahen Teils, die Basis und Oberfläche der Jurakarbonate der Altenmarkt-Gruppe und im Falle der Beckenentwicklung des Oberjuras auch die Oberfläche und Basis der Kurdejov-Kalke modelliert. Ergänzt wurde das Modell um die Oberfläche und die Basis der Ablagerungsgesteine des Eggenburger Basalsandsteins, der hier die ältesten neogenen Sedimente darstellt. Die Gesteinskomplexe im Untersuchungsgebiet sind von einer Reihe von Verwerfungen durchzogen, die sie in eine Reihe von Blöcken aufteilen, die gegeneinander verschoben sind. Dabei handelt es sich hauptsächlich um die NNO-SSW streichenden und in Österreich auch um die NO-SW streichenden Verwerfungen. Diese tektonische Struktur hat einen erheblichen Einfluss auf die Zirkulation des Thermalwassers in dem betreffenden Gebiet. ■



Mgr. Tomáš Kuchovský, Ph.D. | Hydrogeolog
Ústav geologických věd | Přírodovědecká fakulta |
Masarykova univerzita, Brno, Česká republika

Podzemní voda nerespektuje státní hranice

Významnou částí projektu bylo vyhodnocení formování a oběhu termálních vod v regionu. Podzemní vody využívané v jímacích vrtech v Pasohlávkách (vrt MUS-3G) a Laa an der Thaya (vrt Laa TH N1) mají teplotu přibližně 42 °C, vrty jsou hluboké téměř 1,5 km. Abychom mohli přesněji určit charakteristiky oběhu a formování podzemních vod, využíváme numerické modelování proudění podzemních vod. Jedná se o moderní metodu, která umožňuje přesně kvantifikovat pro nás nejdůležitější informace, jako jsou celkový objem vod ve struktuře a objemový tok podzemní vody strukturou, přesnější lokalizace oblastí infiltrace a odvodnění, a také doba zdržení vody ve struktuře. Základem korektně funkčního modelu jsou informace o geologické stavbě ze 2D a 3D geologických modelů a také terénní měření a odběry vzorků. Sestavení modelu je tedy možné pouze v týmu odborníků, kteří taková data zajistí a vyhodnotí, a se kterými je možné výsledky modelu proudění průběžně konzultovat a model upravovat, tzv. kalibrovat. Při kalibraci modelu srovnáváme naměřené parametry s těmi, které model počítá. Teprve při dostatečné shodě v terénu naměřených a modelem vypočítaných parametrů můžeme výsledky numerického modelu považovat za korektní. Až poté můžeme začít

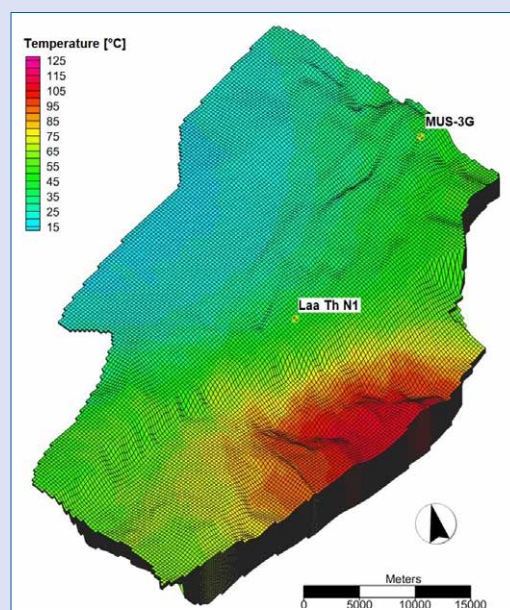


Obrázek 1: 3D geologický model struktury implementovaný v numerickém modelu proudění podzemních vod. Plošnou distribuci hydrostratigrafických jednotek ukazuje mapa vpravo, vlevo jsou zobrazeny 2 řezy vedené před vrty MUS-3G a Laa TH N1. **Abbildung 1:** Geologisches 3D-Modell der im numerischen Grundwasserströmungsmodell implementierten Struktur. Die räumliche Verteilung der hydrostratigraphischen Einheiten ist in der Karte rechts dargestellt, während die Karte links die beiden Abschnitte flussaufwärts der Bohrungen MUS-3G und Laa TH N1 zeigt.

Obrázek 2: 3D distribuce teplot vody ve struktuře. Geotermální gradient je v rozmezí 23 °C – 36 °C/km.

Abbildung 2: 3D-Verteilung der Wassertemperaturen in der Struktur.

Der geothermische Gradient liegt im Bereich von 23 °C – 36 °C/km.



navrhovat a řešit i prognózní stavy budoucího využití území, včetně hodnocení možného využití geotermální energie.

V modelu zvodnění struktury jurských vápenců se jako klíčové ukázaly zlomové struktury, oddělující jednotlivé bloky hornin, a také litologický vývoj jurských sedimentů. Tyto jevy způsobují, že v části struktury zachycené vrtem Laa TH N1 je podíl fosilní mořské vody až 34%, zatímco na české straně ve vrtu MUS-3G jen kolem 6%. Studium stabilních izotopů $\delta^2\text{H}$ a $\delta^{18}\text{O}$ bylo využité při kalibraci parametrů ovlivňujících dobu zdržení vody ve struktuře, resp. při určení doby mezi infiltrací vod a jejich přítokem k čerpaným vrtům. A ta není pro vrt Laa TH N1 a MUS-3G stejná.

Obě oblasti mají i různé doby zdržení vody ve struktuře a ani jejich infiltrační oblasti nejsou shodné. Současné výsledky naznačují, že přímá hydraulická komunikace může být omezena především přítomností zlomových struktur.

Je třeba si uvědomit, že další rozvoj využití struktury minerálních a termálních vod v přeshraničním regionu Pasohlávky-Laa an der Thaya je limitován především omezeným doplňováním podzemních vod, a také ochranou stávajících lázeňských zdrojů. Pokud by odběr vod překročil hodnotu jejich doplňování, začala by se struktura degradovat z pohledu množství, mineralizace a také teploty vody. ■

Mgr. Tomáš Kuchovský, Ph.D. | Hydrogeologe

Institut für Geologische Wissenschaften |

Fakultät für Naturwissenschaften |

Masaryk Universität, Brunn, Tschechische Republik

Grundwasser kennt keine nationalen Grenzen

Ein wichtiger Teil des Projekts bestand darin, die Bildung und Zirkulation von Thermalwasser in der Region zu bewerten. Das in den Brunnen in Pasohlávky (Brunnen MUS-3G) und Laa an der Thaya (Brunnen Laa TH N1) geförderte Grundwasser hat eine Temperatur von etwa 42 °C, und die Brunnen sind fast 1,5 km tief. Um die Grundwasserzirkulation und die Eigenschaften der Formation genauer zu bestimmen, verwenden wir eine numerische Modellierung des Grundwasserflusses. Dabei handelt es sich um eine moderne Methode, die es uns ermöglicht, die wichtigsten Informationen wie das Gesamtwasservolumen im Untergrund und den volumetrischen Fluss des Grundwassers durch den Untergrund, eine genauere Lokalisierung der Infiltrations- und Drainagebereiche sowie die Verweilzeit des Wassers im Untergrund genau zu quantifizieren. Grundlage für ein korrekt funktionierendes Modell sind Informationen über die geologische Struktur aus geologischen 2D- und 3D-Modellen sowie aus Feldmessungen und Probenahmen. Die Erstellung des Modells ist daher nur mit einem Expertenteam möglich, das solche Daten bereitstellt und auswertet und mit dem die Ergebnisse des Strömungsmodells laufend abgeglichen und das Modell angepasst, d.h. kalibriert werden kann. Bei der Kalibrierung des Modells vergleichen wir die gemessenen Parameter mit den vom Modell vorhergesagten. Nur wenn die im Feld gemessenen und die vom Modell berechneten Parameter in ausreichendem Maße übereinstimmen, können die Ergebnisse des numerischen Modells als korrekt angesehen werden. Erst dann können wir mit dem Entwurf und der Lösung der Vorhersage der zukünftigen Bewirtschaftung beginnen, einschließlich der Bewertung der möglichen geothermischen Energienutzung.

Bei der Modellierung der Aquiferstruktur der Jurakalke erwiesen sich die Störungsstrukturen, die die einzelnen Gesteinsblöcke trennen, sowie die lithologische Entwicklung der Jurasedimente als entscheidend. Diese Phänomene führen dazu, dass in dem von der Bohrung Laa TH N1 durchteuften Teil der Struktur der Anteil an fossilem Meerwasser bis zu 34% beträgt, während er auf der tschechischen Seite in der Bohrung MUS-3G nur etwa 6% beträgt. Die Untersuchung der stabilen Isotope $\delta^2\text{H}$ und $\delta^{18}\text{O}$ diente zur Kalibrierung der Parameter, die die Verweilzeit des Wassers in der Struktur beeinflussen, bzw. zur Bestimmung der Zeit zwischen dem Eindringen des Wassers in die Struktur und dem Zufluss in die Pumpbrunnen. Dies ist bei den Brunnen Laa TH N1 und MUS-3G nicht der Fall.

Die beiden Gebiete haben auch unterschiedliche Verweilzeiten des Wassers in der Struktur, und ihre Infiltrationsgebiete sind ebenfalls nicht gleich groß. Die vorliegenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass die direkte hydraulische Verbindung vor allem durch das Vorhandensein von Verwerfungsstrukturen begrenzt sein könnte.

Es ist anzumerken, dass die weitere Entwicklung der Nutzung der Mineral- und Thermalwasserstruktur in der grenzüberschreitenden Region Pasohlávky-Laa an der Thaya vor allem durch die verringerte Grundwasserneubildung und auch durch den Schutz der vorhandenen Thermalquellen begrenzt wird. Wenn die Wasserentnahme den Wert der Grundwasserneubildung übersteigt, würde die Struktur in Bezug auf Menge, Mineralisierung und Wassertemperatur abnehmen. ■



Dr.ⁱⁿ Christa Hammerl | Historikerin

Seismischer Dienst | Abteilung Geophysik | ZAMG
Wien, Österreich

Historische Erdbebenforschung grenzüberschreitend

Im Rahmen des WP T.1.2. *Historische Erdbebenforschung und seismologische Beschreibung der Region Laa – Pasohlávky* wurden unter WP T.1.2.1 Erdbeben beginnend mit dem Jahr 1500 grenzüberschreitend von Kolleg*innen des IPE/MU und des Erdbebedienstes der ZAMG untersucht und im neuen Erdbebenkatalog für die projektrelevante Region angeführt. Als projektrelevante Region wurde ein Kreis mit 120 km Radius und dem Kreismittelpunkt zwischen Laa an der Thaya/Österreich und Pasohlávky/Tschechien definiert (**Abbildung 1**).

Die gemeinsamen Arbeiten bestanden im Untersuchungsgebiet aus der Erfassung aller bekannten Erdbeben ab 1500 n.Chr., deren Verifikation und der Suche nach neuen zeitgenössischen Quellen nach dem Stand der Wissenschaft.

Ein wesentlicher Aspekt bei der Rekonstruktion eines historischen Erdbebens ist die Verwendung von zeitgenössischen Quellen, die man in Stadt-, Landes-, Klosterarchiven etc. erforscht. Bei diesen Quellen handelt es sich unter anderem um Annalen, Chroniken, Rechnungen, Schadensbegutachtungen, Tagebucheintragen, Zeitungen und um Fragebögen der Erdbebedienste. Bis ins 18. Jahrhundert handelt es sich vorwiegend um handschriftliche Quellen, die transkribiert, oft übersetzt und doku-

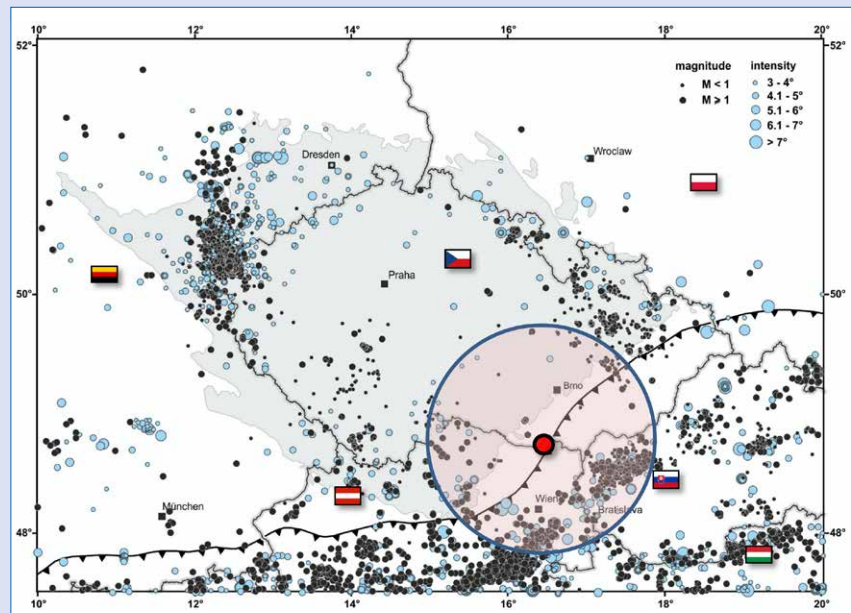
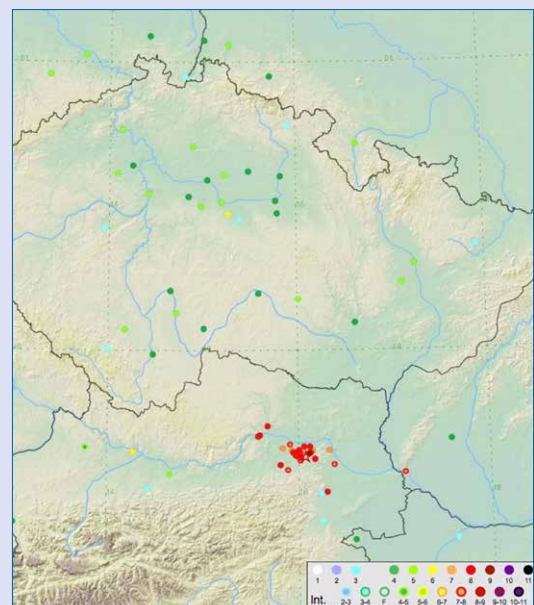


Abbildung 1: Die Abbildung zeigt die Seismizität in der weiteren Region und das HTPO Untersuchungsgebiet in einem Radius von 120 km um die Orte Laa an der Thaya in Österreich und Pasohlávky in Tschechien. **Obrázek 1:** Obrázek ukazuje seismicitu v širším regionu a ve studijní oblasti HTPO v okruhu 120 km kolem měst Laa an der Thaya v Rakousku a Pasohlávky v České republice.

Abbildung 2: IDPs des Erdbebens vom 15.9.1590 mit dem Epizentrum in Ried am Riederberg. Es handelt sich um das stärkste historische Erdbeben im Untersuchungsgebiet in Österreich.

Obrázek 2: IDP zemětřesení z 15.9.1590 s epicentrem v Ried am Riederberg. Jedná se o historicky nejsilnější zemětřesení ve studované oblasti v Rakousku.



mentiert werden. Danach erfolgt eine quellenkritische Analyse, es ist wichtig zu wissen, wer die zeitgenössischen Nachrichten über ein Erdbeben an welchem Ort und mit welcher Intention verfasst hat. Letztendlich werden die Nachrichten im Kontext und mit dem Wissen um den jeweiligen Zeitgeist (Erdbeben-theorien) interpretiert. Daraus ergibt sich für jedes untersuchte Erdbeben eine Anzahl von sogenannten DP/datapoints, das sind jene Orte, an dem ein Beben verspürt wurde bzw. Schaden verursachte. Diesen DP werden Koordinaten zugeordnet, bei historischen Ortsnamen bzw. bei Orten die häufig vorkommen, ist die richtige Interpretation bedeutend. Ist die Aussagekraft einer Erdbeben-nachricht ausreichend, wird den DP eine Intensität anhand der EMS-98 – Europäische Makroseismische Skala – zugeordnet, man spricht dann von IDPs/Intensity datapoints. Mittels dieser IDPs werden die weiteren Parameter wie Epizentralintensität, Herdtiefe und Magnitude eines Erdbebens bestimmt. Mittels IDPs kann auch die „seismische Geschichte“ eines Ortes erstellt werden.

Auf österreichischem Gebiet der projektrelevanten Region war das stärkste historische Erdbeben jenes vom 15. September 1590 in Ried am Riederberg ([Abbildung 2](#)). Die Epizentralintensität betrug 9° EMS-98, die Magnitude wurde mit 5,8, die Herdtiefe mit 6 km bestimmt. Die Entfernung des Epizentrums von Laa an der Thaya/Österreich und Pasohlávky/Tschechien beträgt an die 70 km. ■

Dr. Christa Hammerl | Historička

Seismická služba | Oddělení geofyziky | ZAMG

Vídeň, Rakousko

Přeshraniční výzkum historických zemětřesení

V rámci pracovního balíčku T.1.2 Výzkum historických zemětřesení a seismologický popis regionu Laa – Pasohlávky byla v části projektu T1.2.1 kolegy z ÚFZ/MU a ze seismické služby ZAMG přeshraničně zkoumána zemětřesení od roku 1500 a byl vytvořen nový katalog zemětřesení pro projektový region. Relevantní oblast projektu byla vymezena jako kruh o poloměru 120 km se středem mezi obcemi Laa an der Thaya/Rakousko a Pasohlávky/Česká republika ([Obrázek 1](#)).

Společná práce spočívala v evidenci všech známých zemětřesení od roku 1500 n. l., jejich ověřování a hledání nových soudobých zdrojů podle nejnovějších poznatků vědy.

Zásadním aspektem při rekonstrukci historického zemětřesení je využití dobových pramenů, které jsou zkoumány v městských, státních a klášterních archivech apod. Mezi tyto zdroje patří letopisy, záznamy v kronikách, faktury, odhady škod, deníkové záznamy, noviny a dotazníky od výzkumných seismologických institucí. Do 18. století se jedná především o rukopisné prameny, které jsou přepisovány, často překládány a dokumentovány. Následuje kritická analýza pramenů; je důležité vědět, kdo, na jakém místě a s jakým záměrem napsal dobovou zprávu o zemětřesení. Nakonec jsou zprávy interpretovány v kontextu a se znalostí příslušného ducha doby (teorie zemětřesení). Výsledkem je množství takzvaných datových bodů (Data Points – DP) pro každé zkoumané zemětřesení, tj. míst, kde bylo zemětřesení pocíteno nebo kde způsobilo škody. Těmto DP jsou přiřazeny souřadnice; v případě historických místopisných názvů nebo názvů míst, které se vyskytují často, je důležitá správná interpretace. Pokud je popis zemětřesení dostatečný, je DP přiřazena intenzita na základě EMS-98 – Evropské makroseismické stupnice – a jsou pak označovány jako IDP/Intensity Data Points. Tyto IDP se používají k určení dalších parametrů, jako je epicentrální intenzita, hloubka ohniska a magnitudo zemětřesení. IDP lze také použít k vytvoření „seismické historie“ dané lokality.

V rakouské části projektového území byl nejsilnějším historickým zemětřesením otřes z 15. září 1590 v Ried am Riederberg ([Obrázek 2](#)). Jeho epicentrální intenzita byla 9° EMS-98, magnitudo bylo stanoveno na 5,8 a hloubka ohniska 6 km. Vzdálenost epicentra od Laa an der Thaya/Rakousko a Pasohlávek/Česká republika je přibližně 70 km. ■

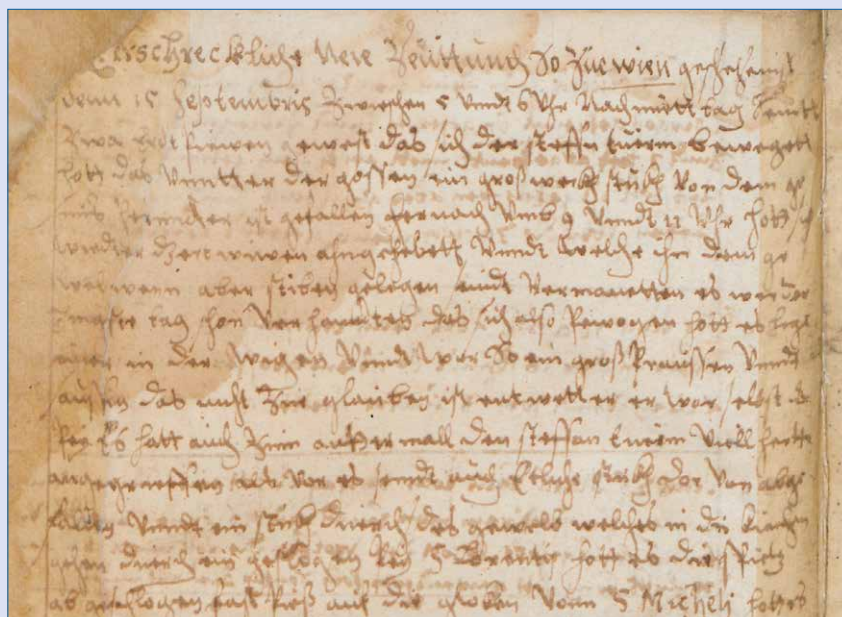


RNDr. Jana Pazdírková | Seismoložka

Ústav Fyziky Země | Přírodovědecká fakulta |
Masarykova univerzita, Brno, Česká republika

Katalog historických a recentních zemětřesení

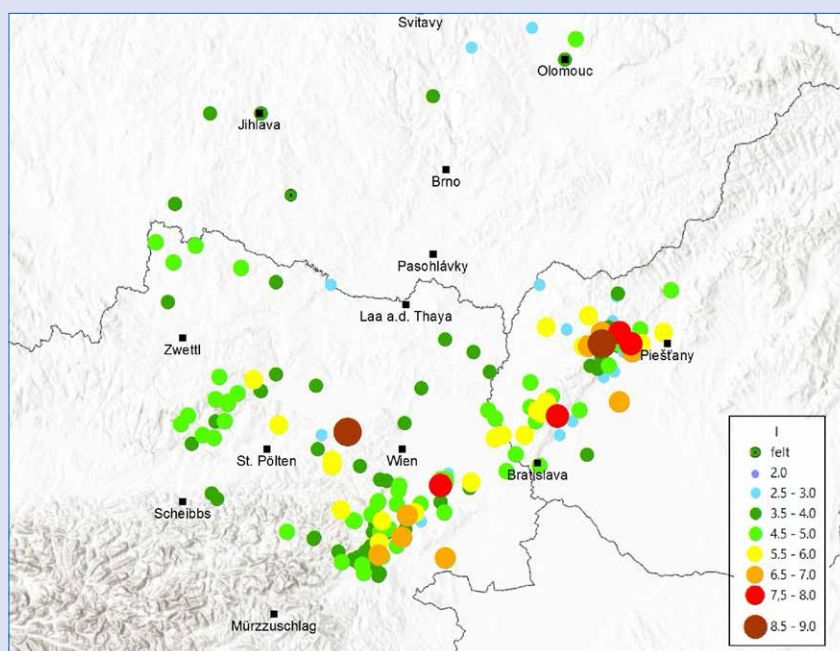
Katalog historických zemětřesení pozorovaných na území České republiky vychází ze staršího katalogu z 50. let minulého století. Zemětřesení tam obsažená jsou však v mnoha případech popsána nedostatečně, např. „bylo zemětřesení na Moravě a ve Slezsku“. Proto byla vytipována všechna zemětřesení, jejichž ohniska se potenciálně mohla nacházet v zájmovém území do 120 km od oblasti Laa an der Thaya / Pasohlávky. K nim pak byly dohledávány další zdroje informací, např. z kronik, matrik nebo novin, které by pomohly upřesnit polohu ohniska a sílu zemětřesení (**Obrázek 1**). Nezbytná byla spolupráce s rakouskými kolegy z ZAMG Vídeň, ať už v hledání zdrojů informací,



Obrázek 1: Zápis pozorování nejsilnějšího zemětřesení ve zkoumané oblasti ze dne 15. 9. 1590 v jihlavské Habermannově kronice. **Abbildung 1:** Bericht über die Beobachtung des stärksten Erdbebens im Untersuchungsgebiet am 15. September 1590 in der Habermann-Chronik von Jihlava.

Obrázek 2: Ohniska zemětřesení zaznamenaných v zájmové oblasti (v okruhu 120 km) do roku 1999.

Abbildung 2: Epizentren der bis 1999 im Untersuchungsgebiet (in einem Umkreis von 120 km) aufgezeichneten Erdbeben.



interpretaci údajů nebo v harmonizaci metodiky práce. Po kompletaci katalogu se ukázalo, že otřesů s ohniskem v české části zkoumaného území bylo jen velmi málo a byly slabé (*Obrázek 2*). Velká pozornost byla věnována také účinkům silných rakouských zemětřesení na českém území. I když otřesy vznikly desítky kilometrů daleko, některé z nich v minulosti způsobily v okolí Pasohlávek dokonce drobné škody na budovách.

Součástí historického katalogu je také katalog přístrojově registrovaných zemětřesení před začátkem projektu. Koncem 90. let minulého století byly na jižní Moravě vybudovány první seismické stanice a přibližně od roku 2000 bylo možné při vyhodnocení používat i data ze stanic spolupracujících organizací. To umožnilo registraci i slabších zemětřesení, která nebyla pocítna lidmi. Postupně se budovaly nové stanice, zlepšovaly se možnosti zpracování dat a identifikace zaznamenaných jevů, zejména odstřelů v lomech či na stavbách. Ve spolupráci s rakouskými kolegy proto bylo možné v rámci projektu kompilovat společný katalog instrumentálně registrovaných zemětřesení za období 2000 – 2017. Díky důkladné kontrole jednotlivých otřesů a vzájemné výměně informací o odstřelech se podařilo eliminovat z katalogu množství odstřelů, které byly v minulosti chybně pokládány za zemětřesení, a také upřesnit polohu a magnitudo některých zemětřesení. ■

RNDr. Jana Pazdírková | Seismologin

Institut für Physik der Erde | Fakultät für

Naturwissenschaften | Masaryk Universität, Brunn,

Tschechische Republik

Katalog der historischen und rezenten Erdbeben

Der Katalog der in der Tschechischen Republik beobachteten historischen Erdbeben basiert auf einem älteren Katalog aus den 1950er Jahren. Die darin enthaltenen Erdbeben sind jedoch in vielen Fällen unzureichend beschrieben, z. B. „es gab ein Erdbeben in Mähren und Schlesien“. Daher wurden alle Erdbeben ausgewählt, deren Herde sich potenziell im Interessengebiet innerhalb eines Umkreises von 120 km um das Gebiet Laa an der Thaya / Pasohlávky befinden könnten. Anschließend wurden zusätzliche Informationsquellen aufgespürt, z. B. aus Chroniken, Regesten oder Zeitungen, die zur Klärung der Lage des Erdbebenherds und der Stärke des Bebens beitragen (*Abbildung 1*). Die Zusammenarbeit mit den österreichischen Kolleg*innen der ZAMG Wien war unerlässlich, sei es bei der Suche nach Informationsquellen, bei der Interpretation der Daten oder bei der Harmonisierung der Arbeitsmethoden. Nach Fertigstellung des Katalogs stellte sich heraus, dass es im tschechischen Teil des Untersuchungsgebiets nur sehr wenige und schwache Erdbebenherde gab (*Abbildung 2*). Große Aufmerksamkeit wurde auch den Auswirkungen starker österreichischer Erdbeben auf das tschechische Gebiet gewidmet. Obwohl die Beben Dutzende von Kilometern entfernt entstanden, haben einige von ihnen in der Vergangenheit sogar kleinere Schäden an Gebäuden in der Umgebung von Pasohlávky verursacht.

Der historische Katalog enthält auch einen Katalog der instrumentell registrierten Erdbeben vor Beginn des Projekts. Ende der 1990er Jahre wurden die ersten seismischen Stationen in Südmähren gebaut, und ab etwa 2000 konnten die Daten der Stationen der kooperierenden Organisationen für die Auswertung genutzt werden. Dadurch konnten auch schwächere Erdbeben registriert werden, die vom Menschen nicht wahrgenommen wurden. Nach und nach wurden neue Stationen gebaut, und die Möglichkeiten der Datenverarbeitung und der Identifizierung der aufgezeichneten Phänomene, insbesondere der Sprengungen in Steinbrüchen oder auf Baustellen, wurden verbessert. In Zusammenarbeit mit österreichischen Kolleg*innen konnte im Rahmen des Projektes daher ein gemeinsamer Katalog der instrumentell registrierten Erdbeben für den Zeitraum 2000-2017 erstellt werden. Dank einer gründlichen Überprüfung der einzelnen Erschütterungsereignisse und des Austauschs von Informationen über Sprengungen konnte eine Reihe von Sprengungen, die in der Vergangenheit fälschlicherweise für Erdbeben gehalten wurden, aus dem Katalog gestrichen und die Lage und Stärke einiger Erdbeben geklärt werden. ■

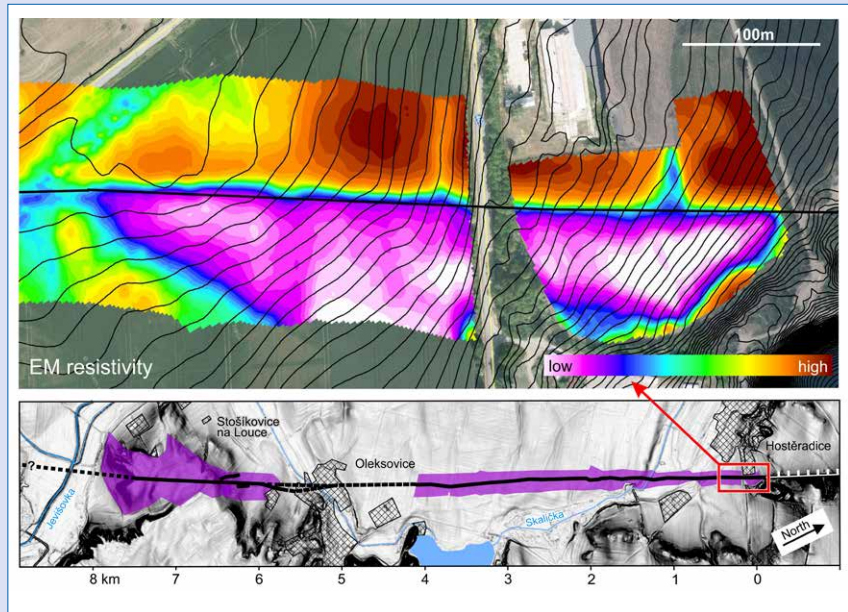


Mgr. Petr Špaček, Ph.D. | Geolog/Seismolog
Ústav fyziky Země | Přírodovědecká fakulta |
Masarykova univerzita, Brno, Česká republika

Hledání skrytých zdrojů zemětřesení a studium seismického potenciálu oblasti

Ať už se jedná o slabá nebo silná zemětřesení, ve většině případů vznikají jako důsledek náhlého skluzu na zlomu. Známe-li pozici, geometrii a mladou aktivitu zlomů v oblasti, ve které se pohybujeme, pak disponujeme důležitými informacemi, které mohou pomoci v řešení důležité a složité otázky: Kde a za jakých podmínek může vzniknout příští silnější zemětřesení?

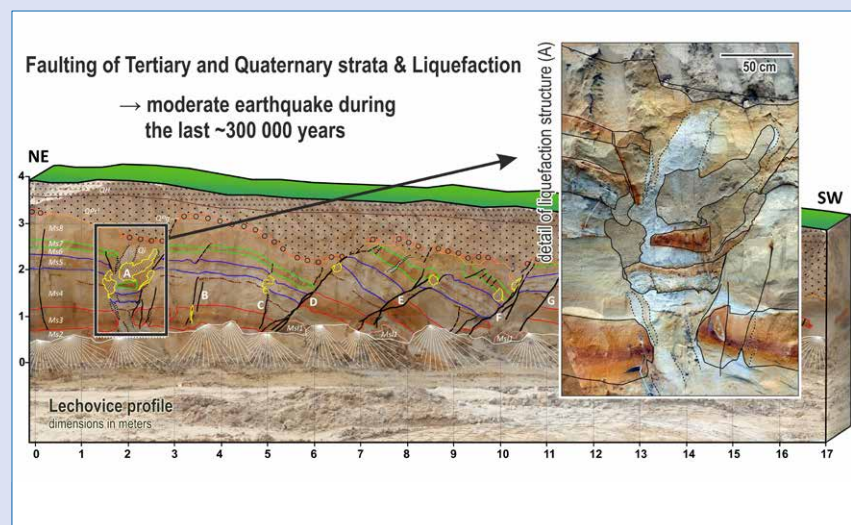
To je jeden z důvodů, proč zlomy podrobně zkoumáme. Především hledáme a mapujeme takové zlomy, které byly aktivní během posledních tisíců a desetitisíců let. V oblastech s plochým reliéfem, kde jsou přirozené odkryvy hornin vzácné, k lokalizaci zlomu často musíme využívat geofyzikální metody. Na [obrázku 1](#) je ukázka výsledků geofyzikálních měření elektromagnetickým kondukto-



Obrázek 1: Ukázka výsledků mapování úseku diendorfského zlomu elektromagnetickou konduktometrií. Rozsah hlavních měření je vyznačen fialovou barvou na spodní mapě. **Abbildung 1:** Demonstration der Ergebnisse der Kartierung des Abschnitts des Diendorf-Bruchs durch elektromagnetische Konduktometrie. Der Bereich der Hauptmessungen ist auf der unteren Karte lila markiert.

Obrázek 2: Profil v silničním zářezu u Lechovic. Zlomy s kvartérním pohybem a ztekucením sedimentů indikují pravděpodobné středně silné paleozemětřesení ve středním pleistocénu.

Abbildung 2: Profil im Straßenbau bei Lechovice. Verwerfungen mit quartären Rutschungen und Sedimentverflüssigung deuten auf ein wahrscheinlich mäßig starkes Paläoerdbeben im mittleren Pleistozän hin.



metrem, s jehož pomocí jsme se studenty přesně vymapovali důležitý regionální zlom ve východní části naší zájmové oblasti. Přesný průběh tohoto zlomu dosud nebyl znám, a tak ani nebyl zachycen v geologických mapách.

Na zlomech a v jejich okolí pak studujeme porušení datovaných sedimentů – ty fungují jako jakýsi dlouhodobý záznamník, který je schopen zaznamenat silná prehistorická zemětřesení, a nebo naopak jejich výskyt vyloučit. Takto jsme detailním studiem sedimentů v kopané rýze vyloučili silné zemětřesení na diendorfském zlomu nebo jsme naopak identifikovali pravděpodobné středně silné zemětřesení v blízkosti Lechovic na základě struktur, dokládajících lokální ztekucení sedimentů v důsledku silných otřesů (*Obrázek 2*).

Tyto a další podobné výsledky terénního výzkumu potom integrujeme s přímými pozorováními zemětřesení do modelu seismického potenciálu oblasti, který by měl sloužit jako referenční podklad pro případ ovlivnění seismicity lidskou činností a ukázat oblasti zvýšeného seismického ohrožení. ■

Mgr. Petr Špaček, Ph.D. | Geologe/Seismologe
Institut für Physik der Erde | Fakultät für
Naturwissenschaften | Masaryk Universität, Brunn,
Tschechische Republik

Suche nach verborgenen Erdbebenquellen und Untersuchung des seismischen Potenzials des Gebiets

Ob schwach oder stark, die meisten Erdbeben sind das Ergebnis eines plötzlichen Rutschens auf einer Verwerfung. Wenn wir die Position, die Geometrie und die junge Aktivität der Verwerfungen in dem Gebiet, in dem wir uns befinden, kennen, verfügen wir über wichtige Informationen, die uns helfen können, eine wichtige und komplexe Frage zu beantworten: Wo und unter welchen Bedingungen könnte das nächste stärkere Erdbeben auftreten?

Dies ist einer der Gründe, warum wir uns eingehend mit Störungen beschäftigen. Wir suchen und kartieren insbesondere Verwerfungen, die in den letzten Tausenden und Zehntausenden von Jahren aktiv waren. In Gebieten mit flacher Topografie, in denen natürliche Gesteinsaufschlüsse selten sind, müssen wir oft geophysikalische Methoden einsetzen, um Verwerfungen zu lokalisieren. *Abbildung 1* zeigt die Ergebnisse geophysikalischer Messungen mit einem elektromagnetischen Leitfähigkeitsmessgerät, mit denen meine Studierenden und ich eine wichtige regionale Verwerfung im östlichen Teil unseres Interessengebiets genau kartieren konnten. Der genaue Verlauf dieser Verwerfung war noch nicht bekannt und daher in geologischen Karten nicht eingezeichnet.

An den Verwerfungen und in ihrer Umgebung untersuchen wir Brüche an datierten Sedimenten – sie fungieren als eine Art Langzeitrekorder, der starke prähistorische Erdbeben aufzeichnen oder im Gegenteil ihr Auftreten ausschließen kann. So haben wir durch eine detaillierte Untersuchung der Sedimente im Graben ein starkes Erdbeben an der Diendorfer Verwerfung ausgeschlossen oder im Gegenteil ein wahrscheinliches mittleres Erdbeben bei Lechovice anhand von Strukturen identifiziert, die eine lokale Sedimentverflüssigung infolge starker Erschütterungen zeigen (*Abbildung 2*).

Anschließend integrieren wir diese und andere ähnliche Feldforschungsergebnisse mit direkten Erdbebenbeobachtungen in ein Modell des seismischen Potenzials des Gebiets, das als Referenzgrundlage für den Fall dienen soll, dass die Seismizität durch menschliche Aktivitäten beeinflusst wird und Gebiete mit erhöhter seismischer Gefahr aufzeigt. ■



Mgr. Hana Krumlová, Ph.D. | seismoložka

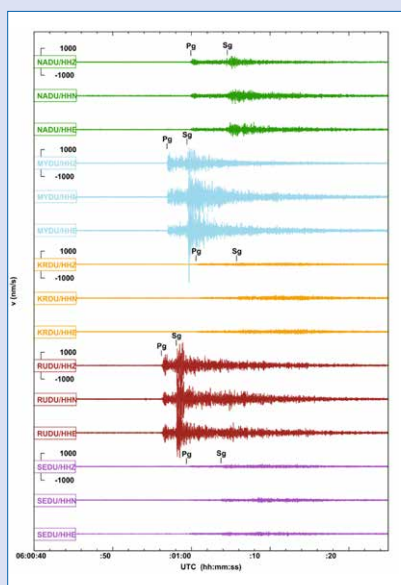
Seismologická služba | Ústav fyziky Země | Přírodovědecká fakulta | Masarykova univerzita, Brno, Česká republika

Monitorování současné seismické aktivity v okolí Laa a.d. Thaya – Pasohlávky

V rámci projektu HTPO byla monitorována také současná seismická aktivita v bezprostředním i vzdálenějším okolí Laa a.d. Thaya a Pasohlávek. Základem lokálního monitorování je kvalitní seismologická síť. Kvali-

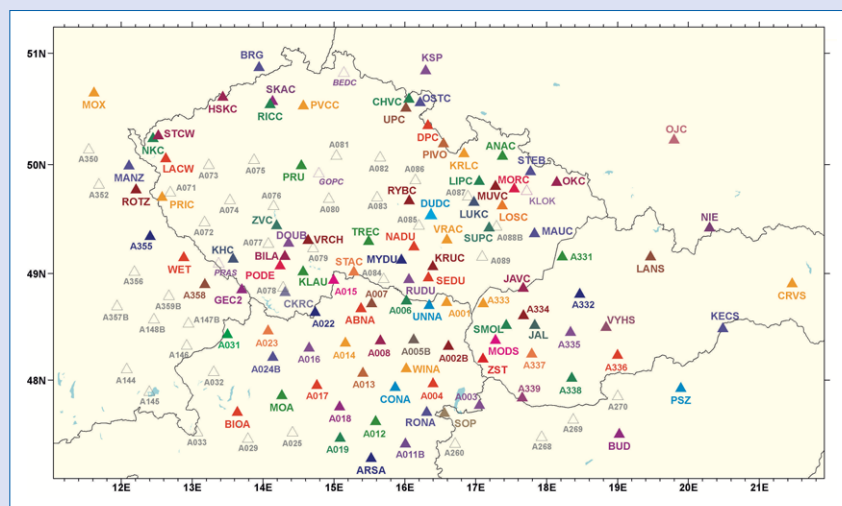
ta síť spočívá nejen ve vhodnosti vybraných lokalit pro vybudování seismologických stanic (málo ruchu, podloží budované pevnými horninami) a v přístrojovém vybavení, ale i v hustotě sítě. Čím hustější je síť seismologických stanic, tím slabší seismické jevy je schopna zachytit. Díky spolupráci

s ZAMG a dalšími seismologickými institucemi (Geofyzikální ústav AV ČR; Ústav věd o Zemi AV SR; katedra astronomie, fyziky Země a meteorologie Univerzity Komenského v Bratislavě; GeoRisk Earthquake Engineering, Budapešť, Maďarsko...) máme na ÚFZ v současné době desítky stanic, jejichž data máme v



Obrázek 2: Ukázka seismogramů z nejbližších stanic zachycujících nejsilnější lokální zemětřesení zaznamenané v rámci projektu HTPO; epicentrum Štítary ze dne 28. 8. 2020 s magnitudem 0,8; vzdálené od Laa-Pasohlávky ca 48 km na SZS.

Abbildung 2: Beispiele von Seismogrammen der nächstgelegenen Stationen, die das stärkste im Rahmen des HTPO-Projekts aufgezeichnete lokale Erdbeben erfassen; Epizentrum von Štítary am 28.08.2020 mit der Magnitude 0,8; ca. 48 km WNW von Laa-Pasohlávky entfernt.



Obrázek 1: Mapa seismologických stanic, jejichž data máme na Ústavu fyziky Země v současné době online k dispozici (barevně), nebo na vyžádání u provozovatelů (prázdné trojúhelníky). **Abbildung 1:** Karte der Erdbebenstationen, deren Daten derzeit online beim Institut für Physik der Erde (in Farbe) oder auf Anfrage bei den Betreibern (leere Dreiecke) verfügbar sind.

případě potřeby okamžitě k dispozici ([viz obrázek 1](#)).

V rámci rutinního zpracování seismologických dat je třeba rozlišit jevy podle vzdálenosti od studované oblasti (podle časového rozestupu podélných Pg a příčných Sg vln na seismogramech). Dále je třeba rozlišit jevy přírodní (zemětřesení), indukované člověkem (hlubinná těžba uhlí, ropy a zemního plynu nebo vody) a průmyslové odpaly (kamenolomy, stavby...). V projektu HTPO jsme zacílili na přírodní a indukované jevy do vzdálenosti 120 km od středu spojnice Laa-Pasohlávký.

Výsledkem je zjištění, že v lokálním měřítku (ca do 50 km) se jedná o seismicky poměrně klidnou oblast, kde ani nová stanice UNNA nevedla k nárůstu počtu zaregistrovaných lokálních zemětřesení. Za dobu trvání projektu od srpna 2018 do srpna 2021 nebyly zaznamenány žádné indukované jevy ve spojitosti s čerpáním vod v Laa a.d. Thaya a Pasohlávkách a bylo zaregistrováno zatím pouze 10 velmi slabých lokálních zemětřesení (Přešovice, Pavlice, Pulkov, Staats, Šitbořice, Hardegg, Weitersfeld, 2 x Štítary, Hostěradice). Nejsilnější z nich s magnitudem 0,8 u Štítary uvádí [obrázek 2](#). V okruhu od 50 do 120 km od Laa-Pasohlávek se již významně projevují zemětřesení vázaná na Východní Alpy v Rakousku a Malé Karpaty na Slovensku. Pro co největší úplnost vznikajících katalogů zemětřesení, preciznost geologických a hydrogeologických modelů a map je vzájemná spolupráce napříč státy velice přínosná a prakticky nezbytná, neboť zemětřesení ani geologie a tektonika nerespektují státní hranice. ■

Mgr. Hana Krumlová, Ph.D. | Seismologin

Seismologischer Dienst | Institut für Physik der Erde |
Fakultät für Naturwissenschaften |

Masaryk Universität, Brunn, Tschechische Republik

Überwachung der aktuellen seismischen Aktivität rund um Laa a.d. Thaya – Pasohlávký

Im Rahmen des HTPO-Projekts wurde auch die aktuelle seismische Aktivität in der näheren und weiteren Umgebung von Laa a.d. Thaya und Pasohlávký überwacht. Die Grundlage für die lokale Überwachung ist ein gutes seismologisches Netz. Die Qualität des Netzes liegt nicht nur in der Eignung der ausgewählten Standorte für den Bau von seismologischen Stationen (wenig Verkehr, fester Fels) und der Instrumentierung, sondern auch in der Dichte des Netzes. Je dichter das Netz seismologischer Stationen ist, desto schwächer sind die seismischen Ereignisse, die es erfassen kann. Dank der Zusammenarbeit mit der ZAMG und anderen seismologischen Einrichtungen (Institut für Geophysik der CAS; Institut für Geowissenschaften der CAS; Department für Astronomie, Physik der Erde und Meteorologie der Comenius Universität in Bratislava; GeoRisk Earthquake Engineering, Budapest, Ungarn, etc.) verfügen wir derzeit über Dutzende von Stationen am Institut für Seismologie, deren Daten bei Bedarf sofort verfügbar sind ([siehe Abbildung 1](#)).

Im Rahmen der routinemäßigen Verarbeitung seismologischer Daten ist es notwendig, die Phänomene nach der Entfernung vom Untersuchungsgebiet zu differenzieren (entsprechend dem zeitlichen Abstand der longitudinalen Pg- und transversalen Sg-Wellen auf den Seismogrammen). Zudem muss man natürliche Ereignisse (Erdbeben), von den vom Menschen verursachten (Tiefbau von Kohle, Öl und Gas oder Wasser) und industriellen Ereignissen (Steinbrüche, Baugewerbe, etc.) unterscheiden. Im Rahmen des HTPO-Projekts haben wir natürliche und induzierte Phänomene im Umkreis von 120 km um das Zentrum der Verbindung Laa-Pasohlávký untersucht.

Im Ergebnis haben wir festgestellt, dass es sich auf lokaler Ebene (ca. 50 km) um ein seismisch relativ ruhiges Gebiet handelt, in dem auch die neue UNNA-Station nicht zu einem Anstieg der Zahl der registrierten lokalen Erdbeben geführt hat. Während des Projektzeitraums von August 2018 bis August 2021 wurden keine induzierten Phänomene im Zusammenhang mit der Wasserförderung in Laa a.d. Thaya und Pasohlávký festgestellt und bisher nur 10 sehr schwache lokale Erdbeben registriert (Presovice, Pavlice, Pulkov, Staats, Šitbořice, Hardegg, Weitersfeld, 2 x Štítary, Hostěradice). Das stärkste von ihnen mit einer Magnitude von 0,8 bei Štítary ist in [Abbildung 2](#) dargestellt. In einem Umkreis von 50 bis 120 km um Laa-Pasohlávký sind die Erdbeben im Zusammenhang mit den Ostalpen in Österreich und den Kleinen Karpaten in der Slowakei bereits deutlich spürbar.

Um die entstehenden Erdbebenkataloge so vollständig wie möglich zu gestalten und die Genauigkeit der geologischen und hydrogeologischen Modelle und Karten zu gewährleisten, ist eine Zusammenarbeit über nationale Grenzen hinweg von großem Nutzen und praktisch notwendig, da weder Erdbeben noch Geologie und Tektonik nationale Grenzen kennen. ■



Mag.ª Fee-Alexandra Rodler | Seismologin
Seismischer Dienst | Abteilung Geophysik | ZAMG
Wien, Österreich

Bestimmung des rezenten seismologischen Potenzials

Im Rahmen des WP T1.3. Rezenten seismologische Beschreibung der Region Laa – Pasohlávky, wurde unter WP T1.3.1 ein seismisches Monitoring mit allen verfügbaren Erdbebenstationen für die Jahre 2018 – 2020 im Projektgebiet durchgeführt. Zur verbesserten Erfassung der regionalen Seismizität, wurde eine zusätzliche Station im Raum Laa a. d. Thaya errichtet. Auf Grundlage der neu registrierten Beben sowie den nationalen Bulletins von MU und ZAMG, wurde ein gemeinsamer Erdbebenkatalog für den Zeitraum von 2000 – 2020 erstellt. Der Katalog beschränkt sich auf eine Region von 120 km Umkreis vom Mittelpunkt zwischen Laa und Pasohlávky.

Ein möglichst vollständiger Erdbebenkatalog ist die Grundlage für eine verlässliche Bestimmung der Erdbebengefährdung sowie der Erkennung potenzieller seismischer geologischer Störungen. Da das Projektgebiet eine Grenzregion ist, welche vier Länder umfasst, mussten die Erdbebenaufzeichnungen verschiedener Institutionen zusammengeführt, abgeglichen und teilweise relokalisiert werden ([Abbildung 1](#)).

Ein wichtiger Schritt für jede seismische Analyse ist die Abschätzung der Vollständigkeit der vorhandenen Erdbebenaufzeichnungen und somit der Be-

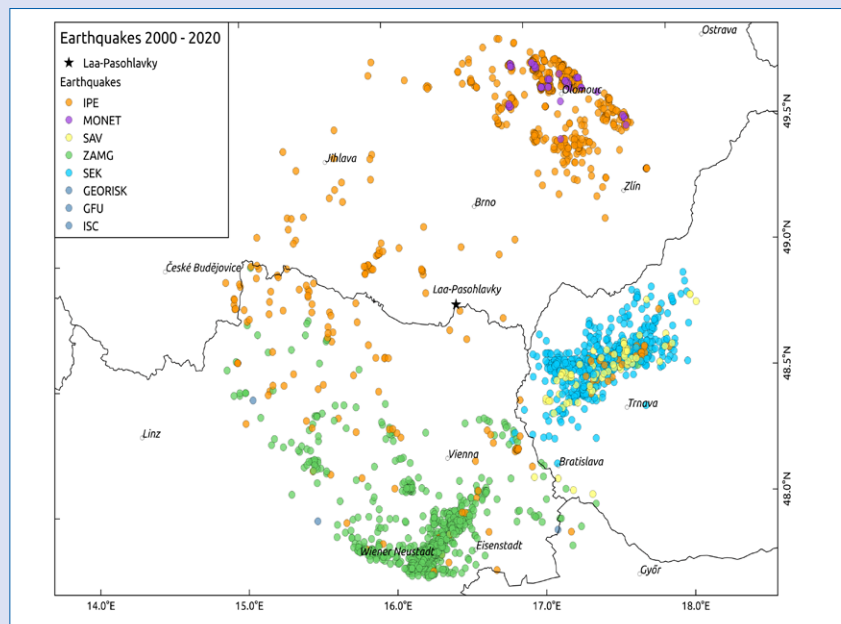
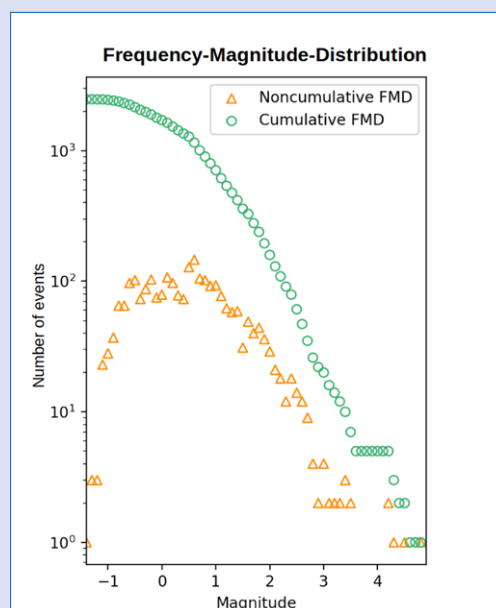


Abbildung 1: Die Abbildung zeigt eine Karte des zusammengeführten Erdbebenkatalogs für das HTPO Projektgebiet, farbcodiert nach den verschiedenen Institutionen. **Obrázek 1:** Na obrázku je znázorněna mapa sloučeného katalogu zemětřesení pro oblast projektu HTPO, barevně označená podle jednotlivých institucí.

Abbildung 2: Anzahl und kumulative Anzahl von Erdbeben der jeweiligen Magnitude. Die Abnahme der Eventanzahl unterhalb von M_c begründet sich durch Unvollständigkeit des Katalogs für kleine Erdbeben. **Obrázek 2:** Počet a kumulativní počet zemětřesení příslušného magnitudy. Pokles počtu událostí pod M_c je způsoben neúplným zastoupením slabých zemětřesení v katalogu.



stimmung der sogenannten Magnitude of Completeness M_c . Darunter versteht man die untere Grenz-Magnitude, bis zu dieser alle Erdbeben in einer bestimmten Region verlässlich ausgezeichnet wurden.

Über die Magnituden-Häufigkeitsverteilung, konnten für den Katalog die M_c sowie die entsprechenden Relationskoeffizienten (a- und b-Werte) der Gutenberg-Richter Beziehung bestimmt werden (*Abbildung 2*). Insbesondere die Schätzung des regional variablen b-Wertes, ist für die Bewertung der Erdbebengefährdung von entscheidender Bedeutung.

Unter Erdbebengefährdung wird die Wahrscheinlichkeit des Überschreitens einer durch ein Erdbeben hervorgerufenen Bodenbeschleunigung innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums verstanden.

Weiteres haben wir Erdbeben-szenarien simuliert und Bodenerschütterungs-Karten von einigen der größten historischen Erdbeben im Projektgebiet erzeugt.

Dafür wurde, ausgehend von den Herdparametern (Magnitude, Tiefe, etc.), über mehrere verschiedene Amplitudenabnahmegesetze (wovon eines an der ZAMG für Österreich entwickelt wurde) die Verteilung der Bodenbewegungsparameter berechnet und gemittelt. Dadurch können wir veranschaulichen, wie sich historische Erdbeben auf die zu untersuchende Region ausgewirkt haben. Aus der Intensitätskarte können dann Verteilungen für die Spitzen-Boden-Geschwindigkeit (PGV), sowie Spitzen-Boden-Beschleunigung (PGA) berechnet werden, welche wichtige Parameter für das Bau- und Ingenieurwesen sind. ■

Mag. Fee-Alexandra Rodler | Seismoložka
Seismická služba | Oddělení geofyziky | ZAMG
Vídeň, Rakousko

Určení současného seismologického potenciálu

V rámci pracovního balíčku T1.3 Recentní seismologický popis oblasti Laa – Pasohlávky byl proveden seismický monitoring se všemi dostupnými seismickými stanicemi pro roky 2018 – 2020. Pro zlepšení záznamu regionální seismicity byla zřízena další stanice v oblasti Laa a. d. Thaya. Na základě nově registrovaných zemětřesení a národních bulletinů MU a ZAMG byl sestaven společný katalog zemětřesení pro období 2000-2020. Katalog je omezen na oblast o poloměru 120 km od centrálního bodu mezi obcemi Laa a Pasohlávky.

Co nejúplnější katalog zemětřesení je základem pro spolehlivé určení seismického ohrožení a identifikaci potenciálních seismických geologických poruch. Vzhledem k tomu, že oblast projektu je příhraniční oblastí zahrnující čtyři země, bylo nutné sloučit, porovnat a částečně upravit údaje o zemětřeseních z různých institucí (*Obrázek 1*).

Důležitým krokem pro každou seismickou analýzu je odhad úplnosti existujících katalogů zemětřesení, a tedy stanovení takzvaného magnituda kompletnosti, M_c . Jedná se o dolní mezní magnitudo, do kterého byla všechna zemětřesení v dané oblasti spolehlivě zaznamenána.

Pomocí rozdělení četností zemětřesení podle magnituda bylo možné určit M_c katalogu a odpovídající koeficienty (hodnoty a a b) Gutenberg-Richteroва vztahu (*Obrázek 2*). Zejména odhad regionálně proměnné hodnoty b má rozhodující význam pro hodnocení seismického ohrožení.

Seismické ohrožení je pravděpodobnost překročení zrychlení zemského povrchu způsobeného zemětřesením v daném časovém období.

Dále jsme simulovali scénáře zemětřesení a vytvořili mapy otřesů půdy některých největších historických zemětřesení v oblasti projektu.

Za tímto účelem bylo na základě ohniskových parametrů (magnitudo, hloubka atd.) vypočteno prostorové rozložení parametrů pohybu půdy a zprůměrováno několik různých modelů útlumu amplitudy (jeden z nich byl vyvinut v ZAMG pro Rakousko). To nám umožňuje ilustrovat, jak historická zemětřesení ovlivnila zkoumanou oblast. Mapu intenzity lze následně použít k výpočtu špičkové rychlosti (PGV) a špičkového zrychlení (PGA) pohybu půdy, což jsou důležité parametry pro stavebnictví a inženýrství. ■



Doris Rupprecht, MSc | Geologin

Abteilung Hydrogeologie und Geothermie | GBA |
Wien, Österreich

Nachhaltige Nutzung von Thermalwässern in Grenzgebieten

Das Projekt HTPO beschäftigt sich neben der Charakterisierung der Thermalwässer und der thermalwasserführenden Horizonte auch mit ihren Nutzungsmöglichkeiten (Abbildung 1) und gleichzeitig mit Maßnahmen die zum Schutz von bestehenden und zukünftigen Anlagen getroffen werden sollten. In der untersuchten Region, und generell, besteht die Möglichkeit die Thermalwässer für Heil- und Badezwecke einzusetzen. Mit der Therme in Laa an der Thaya und dem Aqualand Moravia gibt es dazu schon zwei bestehende Anlagen. Des Weiteren besteht mit den vorliegenden Temperaturen von 20° C bis über 100° C auch die Möglichkeit die Wässer zur Energiegewinnung in Form von Wärme (Tiefe Geothermie) zu verwenden. Dazu wurden die Thermalwassertemperaturen im Projektgebiet mit den Wärmeanforderungen unterschiedlicher Prozesse aus der Industrie, Landwirtschaft oder der Raumwärmeversorgung verglichen (Abbildung 2). Als besonders aussichtsreich erscheint hier die Wärmeversorgung von Gewächshäusern zur ganzjährigen, regionalen Gemüseproduktion oder zur Bereitstellung von Raumwärme. Aussichtsreich nicht nur in Bezug auf deren Wirtschaftlichkeit, sondern auch durch den Beitrag zum Klimaschutz durch den Einsatz von

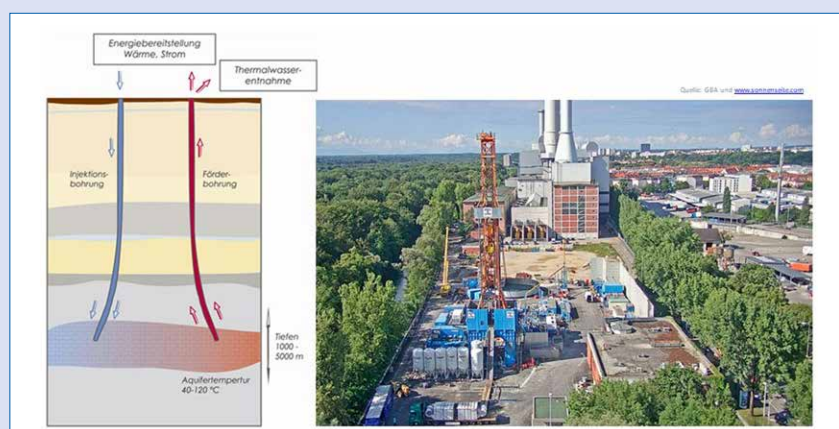


Abbildung 1: Nutzungsmöglichkeiten von Thermalwässern: Wärmebereitstellung mittels Geothermie. Links: schematisches Prinzip der Wärmeförderung. Rechts: Beispiel einer Geothermianlage. **Obrázek 1:** Potenciální využití termálních vod: Poskytování tepla pomocí geotermální energie. Vlevo: schematický princip odběru tepla. Vpravo: Příklad geotermální elektrárny.

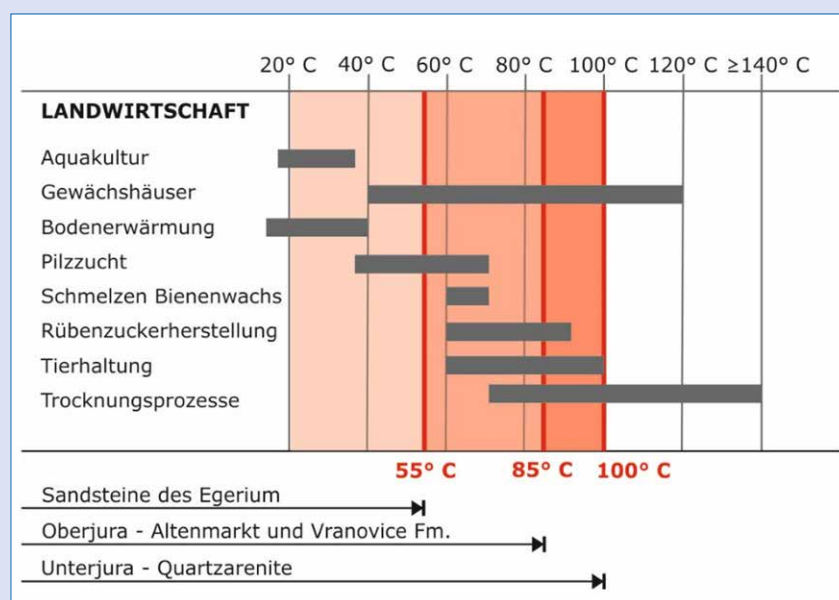


Abbildung 2: Temperaturbereiche verschiedener landwirtschaftlicher Prozesse im Vergleich mit den vorhandenen Temperaturen der unterschiedlichen thermalwasserführenden Horizonte im untersuchten Projektgebiet. **Obrázek 2:** Teplotní rozsahy různých zemědělských procesů v porovnání se stávajícími teplotami různých horizontů s termální vodou ve studované oblasti projektu.

CO₂-armer Geothermie. Unabhängig davon welche Anlage betrieben wird oder welcher Standort zu beiden Seiten der Grenze gewählt wird, der Schutz der Thermalwässer für eine umwelt- und klimafreundliche und nachhaltige, über Generationen andauernde Nutzung muss in beiden Ländern gleichberechtigt gewährleistet werden. HTPO beschäftigt sich darum auch mit strategischen Maßnahmen die dazu gesetzt werden sollten und wie diese in die bestehende rechtliche und administrative Praxis beider Länder integriert werden können. Ständige Kommunikation und behördliche Zusammenarbeit der Regionen Niederösterreich und Südmähren ist dabei unabdingbar und z.B. über die Grenzgewässerkommission erreichbar.

Um die Nutzung der Wässer und eine Implementierung von Tiefer Geothermie in der Region zu fördern stellt HTPO auch nützliche Informationen über die Wahrnehmung der Technologie, ihrer Risiken und Wirtschaftlichkeit bereit. ■

Doris Rupprecht, MSc | geoložka

Oddělení hydrogeologie a geotermální energie |
GBA | Vídeň, Rakousko

Udržitelné využívání termálních vod v příhraničních oblastech

Projekt HTPO se zabývá nejen charakterizací termálních vod a horizontů s termální vodou, ale také jejich možným využitím (*Obrázek 1*) a současně opatřeními, která by měla být přijata k ochraně stávajících i budoucích zařízení. Ve zkoumané oblasti existuje možnost využívat termální vody k léčebným a koupelovým účelům. S termálními lázněmi v Laa an der Thaya a Aqualandem Moravia již existují dvě zařízení. Kromě toho je díky teplotám od 20 °C do více než 100 °C možné využívat vodu k výrobě energie ve formě tepla (hlubinná geotermální energie). Za tímto účelem byly porovnány teploty termální vody v oblasti projektu s požadavky na teplo v různých procesech v průmyslu, zemědělství nebo vytápění prostor (*Obrázek 2*). Jako obzvláště perspektivní se zde jeví zásobování teplem skleníků pro celoroční regionální produkci zeleniny nebo pro vytápění prostor. Slibné jsou nejen z hlediska ekonomické životaschopnosti, ale také kvůli přínosu k ochraně klimatu díky využití geotermální energie s nízkým obsahem CO₂. Bez ohledu na to, která elektrárna bude provozována nebo která lokalita bude zvolena na obou stranách hranice, musí být v obou zemích stejnou měrou zaručena ochrana termálních vod pro ekologické a klimaticky šetrné a po generaci udržitelné využívání. HTPO se proto zabývá také strategickými opatřeními, která by měla být za tímto účelem přijata, a tím, jak je lze začlenit do stávající právní a správní praxe obou zemí. Stálá komunikace a oficiální spolupráce mezi regiony Dolního Rakouska a jižní Moravy je nezbytná a lze ji dosáhnout například prostřednictvím příhraniční vodohospodářské komise.

Za účelem podpory využívání vod a realizace hlubinné geotermální energie v regionu poskytuje HTPO také užitečné informace o vnímání této technologie, jejích rizicích a ekonomické životaschopnosti. ■

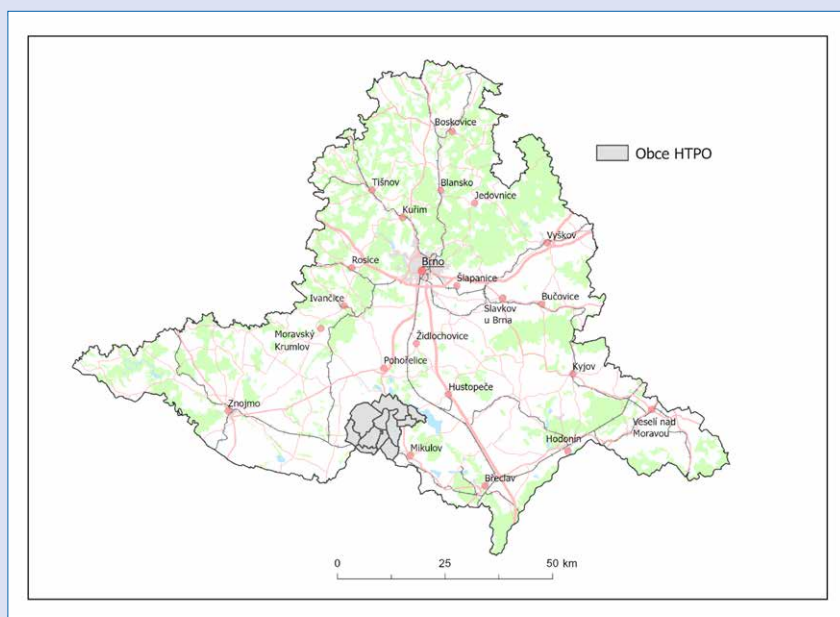


Ing. Dominika Tóthová, Ph.D. | Ekonomka

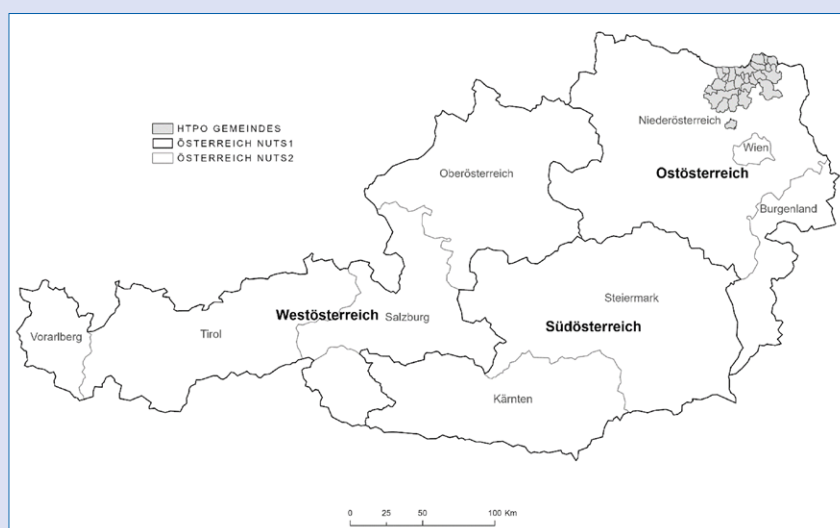
Přírodovědecká fakulta | Ekonomicko-správní fakulta |
Masarykova univerzita, Brno, Česká republika

Ekonomický potenciál využití území

V rámci projektu se Dominika Tóthová společně s Petrem Halámkem a Ludkem Benadou z Ekonomicko-správní fakulty podílí na řešení balíčku T2, zejména jeho části T2.2 – Společné strategie pro udržitelný rozvoj a řízení termálních vod v příhraniční oblasti ČR a Rakouska. Ve spolupráci s kolegy z GBA pracují konkrétně na dílčím výstupu T2.2.2 – Zhodnocení existujících zdrojů a jejich ekonomického potenciálu. Řeší zde možnosti ekonomického potenciálu využití geotermální energie na území výskytu jurských karbonátů, na které jsou vázány termální minerální vody, a to v České republice (**Obrázek 1**) i v Rakousku (**Obrázek 2**). Prvním krokem bylo vyhotovení socio-ekonomické analýzy pro obě území. Tato analýza je nezbytným podkladem pro další plánování a koncepční postupy rozvoje daného regionu. Představuje základní analytický podklad pro studii ekonomického potenciálu využití geotermální energie na území. Dalším navazujícím krokem bylo zpracování samotné studie potenciálu ekonomického využití území, ve které jsou možnosti využití geotermální energie analyzovány z hospodářského hlediska. Z možných způsobů využití dostupné geotermální energie se studie zaměřuje především na energetické využití a využití pro



Obrázek 1: Geografická poloha obcí hydrotermálního potenciálu v rámci Jiho-moravského kraje České republiky **Abbildung 1:** Geografische Lage der Orte mit hydrothermalem Potenzial in der Region Südmähren in der Tschechischen Republik



Obrázek 2: Geografická poloha obcí hydrotermálního potenciálu v rámci Rakouska **Abbildung 2:** Geografische Lage der hydrothermalen Potenzialgemeinden in Österreich

wellness aktivity spojené s cestovním ruchem a lázeňstvím.

Využití geotermálních zdrojů energie je v České republice spíše ojedinělé a úzce definované lokálními podmínkami. Ze známých příkladů lze zmínit např. využití geotermální energie pro výrobu tepla v Děčíně nebo v Ústí nad Labem, případně připravovaný projekt geotermální teplárny s kogenerační výrobou elektřiny v Litoměřicích. Stávající využívané vrty v řešeném území Pasohlávky 2G a Mušov 3G byly rozhodnutím Ministerstva zdravotnictví prohlášeny za přírodní léčivé zdroje, možnosti jejich energetického využití tak zůstávají velmi omezené. Modelové kalkulace návratnosti investic do využití termální vody jsou v tomto případě zaměřeny především na využití pro wellness aktivity, i na čistě balneologické účely. Studie vedle finančních ukazatelů přináší i rekapitulaci socioekonomických dopadů spojených s rozvojem hospodářské aktivity v regionu. Přítomnost termální vody v regionu vytváří významný potenciál pro rozvoj ekonomické aktivity v regionu zejména v oblasti lázeňství, vlastní rozvoj je ale závislý na dalších investicích a jejich vhodném a trvale udržitelném zaměření s ohledem na stávající omezení a podmínky v regionu. ■

Ing. Dominika Tóthová, Ph.D. | Ökonomin
Naturwissenschaftliche Fakultät | Fakultät für
Ökonomie und Verwaltung | Masaryk Universität,
Brünn, Tschechische Republik

Wirtschaftliches Potenzial der Landnutzung

Im Rahmen des Projekts ist Dominika Tóthová zusammen mit Petr Halámek und Luděk Benada von der Fakultät für Ökonomie und Verwaltung am Arbeitspaket T2, hauptsächlich dessen Teils T2.2 – Gemeinsame Strategien für die nachhaltige Entwicklung und Bewirtschaftung von Thermalwasser im Grenzgebiet zwischen der Tschechischen Republik und Österreich beteiligt. In Kooperation mit den Kolleg*innen an der GBA arbeiten sie insbesondere am Detailoutput T2.2.2 – Bewertung der verfügbaren Ressourcen und des ökonomischen Potenzials. Es befasst sich mit den Möglichkeiten des wirtschaftlichen Potenzials der Nutzung der Geothermie im Vorkommensbereich von Jurakarbonaten, an die Thermalmineralwässer gebunden sind, sowohl in der Tschechischen Republik (*Abbildung 1*) als auch in Österreich (*Abbildung 2*). Der erste Schritt war die Erstellung einer sozioökonomischen Analyse für beide Gebiete. Diese Analyse ist eine notwendige Grundlage für weitere planerische und konzeptionelle Verfahren zur Entwicklung der Region. Es stellt eine grundlegende analytische Grundlage für die Untersuchung des wirtschaftlichen Potenzials der Nutzung der Geothermie im Gebiet dar. Ein weiterer Folgeschritt war die Ausarbeitung der Studie zum wirtschaftlichen Nutzungspotenzial des Gebietes, in der die Möglichkeiten der Nutzung der Geothermie unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten analysiert werden. Von den Nutzungsmöglichkeiten der verfügbaren Geothermie konzentriert sich die Studie hauptsächlich auf den Energieverbrauch und die Nutzung für Wellness-Aktivitäten im Zusammenhang mit Tourismus und Bädern.

Die Nutzung geothermischer Energiequellen in der Tschechischen Republik ist eher einzigartig und durch die örtlichen Gegebenheiten eng definiert. Bekannte Beispiele sind die Nutzung der Erdwärme zur Wärmeerzeugung in Děčín oder Ústí nad Labem oder das geplante Projekt eines Erdwärmeheizwerks mit Kraft-Wärme-Kopplung in Litoměřice. Die bestehenden genutzten Brunnen im Bereich Pasohlávka 2G und Mušov 3G wurden vom Gesundheitsministerium zu natürlichen Heilquellen erklärt, so dass die Möglichkeiten ihrer energetischen Nutzung sehr begrenzt bleiben. Modellrechnungen zur Kapitalrendite bei der Nutzung des Thermalwassers fokussieren sich in diesem Fall vor allem auf die Nutzung für Wellnessaktivitäten sowie für rein balneologische Zwecke. Neben finanziellen Indikatoren bietet die Studie auch eine Zusammenfassung der sozioökonomischen Auswirkungen der Entwicklung der Wirtschaftstätigkeit in der Region. Das Vorhandensein von Thermalwasser in der Region schafft ein erhebliches Potenzial für die Entwicklung der Wirtschaftstätigkeit in der Region, insbesondere im Bereich der Bäder, aber ihre eigene Entwicklung hängt von weiteren Investitionen und deren angemessener und nachhaltiger Ausrichtung im Hinblick auf bestehende Auflagen und Rahmenbedingungen in der Region ab. ■

HTPO ATCZ167 – přeshraniční projekt

HTPO ATCZ167 – ein grenzüberschreitendes Projekt

WIEN | VÍDEŇ



ZAMG

Zentralanstalt für Meteorologie
und Geodynamik, Wien

Ústřední ústav pro meteorologii
a geodynamiku, Vídeň

Die 1851 gegründete ZAMG ist der staatliche, öffentliche meteorologische und geophysikalische Dienst Österreichs. Die Qualität der angebotenen Produkte und Dienstleistungen auf dem Stand der Wissenschaft wird durch Erkenntnisse aus Forschungs- und Entwicklungsprogrammen in Verbindung mit einer ständigen Weiterentwicklung der Methoden erreicht. Das Datenmaterial reicht bis in das 18. Jahrhundert zurück. Die ZAMG hat ihre Zentrale in Wien, vier Kundenservicestellen in ganz Österreich und betreibt das Sonnblick Observatorium im Bereich Erdsystemwissenschaften in den Hohen Tauern und das geophysikalische Conrad Observatorium am Trafelberg in Niederösterreich.

ZAMG byl založen v roce 1851 a je rakouskou státní meteorologickou a geofyzikální službou. Kvalita nabízených produktů a služeb na špičkové vědecké úrovni je dosahována díky výsledkům výzkumných a vývojových programů ve spojení s neustálým dalším rozvojem metod. Datový materiál pochází z 18. století. ZAMG má sídlo ve Vídni, čtyři zákaznická místa po celém Rakousku a provozuje observatoř Sonnblick v oblasti věd o zemském systému v Hohe Tauern a geofyzikální observatoř Conrad na Trafelbergu v Dolním Rakousku.

BRNO | BRÜNN



MU

Masarykova univerzita, Brno

Masaryk Universität, Brünn

Masarykova univerzita (MU) je druhou největší univerzitou v České republice. Tomáš Garrigue Masaryk, první československý prezident, sehrál rozhodující roli při vzniku MU v lednu 1919. Univerzita m v současnosti 10 fakult a m bohaté zkušenosti s mnoha projekty EU. Přeshraniční projekt HTPO realizuje Přírodovědeck fakulta MU resp. 2 její ústavy. Jedná se o Ústav geologických věd a Ústav fyziky Země, přičemž přímo zapojeni jsou odborníci v oborech geologie, hydrogeologie a seismologie.

Die Masaryk Universität (MU) ist die zweitgrošte Universität in der Tschechischen Republik. An der Gründung der MU im Jänner 1919, hat Tomš Garrigue Masaryk als erster Prsident der Tschechoslowakei entscheidend mitgewirkt. Die Universität hat derzeit 10 Fakultäten und verfügt über umfangreiche Erfahrungen mit vielen EU-Projekten. Die Durchführung des grenzüberschreitenden HTPO-Projekts erfolgt durch die Fakultät für Naturwissenschaften und deren 2 Institute. Es handelt sich um Institut für Geologische Wissenschaften und Institut für Physik der Erde, woher die Experten für Geologie, Hydrogeologie und Seismologie stammen.

WIEN | VÍDEŇ



GBA

Geologische Bundesanstalt, Wien

Geologický federlní institut, Vdeň

Die Geologische Bundesanstalt ist eine Forschungseinrichtung des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Die 1849 als k.k. Geologische Reichsanstalt gegründete Institution erarbeitet Unterlagen zur Geologie Österreichs. Schwerpunkte sind Untersuchungen und Forschungen auf den Gebieten der Mineralrohstoffe, des Wassers und der Naturgefahren. Sie hat zentrale Dienstleistungs- und Forschungsaufgaben für zahlreiche Belnge der Geowissenschaften, betreibt die grošte erdwissenschaftliche Bibliothek Österreichs und verfügt über umfangreiche wissenschaftliche Sammlungen und Archive.

Spolkov geologický úřad je výzkumnou institucí Spolkového ministerstva školství, vdy a kultury. Společnost byla založena v roce 1849 jako k.k. Geologische Reichsanstalt (Říšský geologický úřad), který shromažďuje dokumenty o geologii Rakouska. Dalšími stěžejními body jsou výzkum a šetření v oblasti nerostných zdrojů, vody a prodních rizik. M středn servisn a výzkumné koly pro četn geovědní obory, provozuje největší knihovnu věd o Zemi v Rakousku a disponuje rozsáhlými vědeckými sbírkami a archivy.



Otisk | Impressum

Vydavatel | Herausgeber

Masarykova univerzita, Žerotínovo nám. 617/9, 601 77 Brno

Masaryk Universität, Žerotínovo nám. 617/9, 601 77 Brunn

Myšlenka a koncepce | Idee & Konzeption

Peter Melichar

Fotografie

Bernhard Wieland | n-time.eu

Grafický design | Grafische Gestaltung

Anton Badinger | badinger.cc

Korektury češtiny | Lektorat Tschechisch

Petr Špaček

Korektury němčiny | Lektorat Deutsch

Christa Hammerl, Magdalena Bottig

Print

saxoprint.at

© Masarykova univerzita, Brno | 2021

ISBN 978-80-210-9941-8 (brožováno / broschiert)

ISBN 978-80-210-9942-5 (online; pdf)

<https://ugv.sci.muni.cz/interreg-htpo>



Hydrotermální **po**tenciál oblasti
Hydrothermales Gebiets**po**tenzial
HTPO – ATCZ167

ISBN 978-80-210-9941-8