

Oponentský posudok
na habilitačnú prácu: RNDr. Ing. Bibiany Brixové, PhD.
na tému

VYUŽITIE PLYTKÝCH SEIZMICKÝCH MERANÍ
SO ZAMERANÍM
NA SEIZMICKÚ REFRAKČNÚ TOMOGRAFIU

Habilitačná práca pojednáva o jednej z nejpokročilejších geofyzikálnych metód o seizmické refrakčnej tomografii. Táto metóda umožňuje popisovať horninový masív ďaleko lepšie než klasická metóda lomených vln. Dôvodom je dokonalejší využitie výsledkov seizmického merania v klasickom podobe, a to jednak v presnosti určovania časov príchodu seizmických vln a jednak celkovým množstvom dát, ktoré prejdú spracovaním. V plnej miere zde vynikne možnosť spracovania naměřených hodnôt modernými seizmickými digitálnymi aparaturami a digitálnym softwarom.

Náplň habilitačnej práce je vysoce aktuálna vzhľadom k nárastu používania geofyzikálnych metód v geologickom průzkumu, zejména při průzkumu liniových staveb, zejména vysokorychlostních železnic. Z tohoto důvodu pokládám habilitačnú prácu za vysoce aktuálnu nejen z hlediska současných požadavků, ale i z hlediska možností jejich užití v nejbližší budoucnosti, kdy se očekává výrazný nárůst prací nejen na povrchu, ale i ve všech průzkumných dílech.

Metódy seizmického prozařování se v současné době začínají používat nejen na povrchu, ale stěhují se i do podzemí. Metóda seizmické tunelové předpovědi (Tunnel Seismic Prediction) se v posledních dobách používá ve světě prakticky při realizaci všech tunelových ražeb.

Předložená habilitační práce sestává ze čtyř kapitol, do factu z úvodu, dvou odborných kapitol a závěru. V úvodu autorka definuje seizmické metody a z nich vyvozuje rozvoj seizmické refrakční tomografie. Stručně jsou popsány principy jednotlivých interpretačních metod pro refrakční seizmiku, které předcházely seizmickou refrakční tomografii. Již v úvodu autorka upozorňuje na skutečnost, že použití pouze seizmických metod může přinášet neúplné, nebo dokonce zavádějící informace o zkoumaném horninovém masivu.

Zásadní informace o aplikaci seizmické refrakční tomografie přináší autorka ve druhé a třetí kapitole. Ve druhé kapitole (podle autorčina řazení první) jsou popisovány základní principy seizmických metod a následně i seizmické refrakční tomografie, a to jak z hlediska metodiky měření, tak i metodiky zpracování, tj. celý proces tomografického měření a inverzního vyhodnocování. Celá kapitola je velmi pečlivě zpracována a je vhodně doplněna názornými obrázky získaných jednak z literatury a jednak autorčinými originály. Jedná se o obrázky dokumentující základní principy měření a zpracování, které jsou vhodně doplněny i obrázky z terénních měření, a to jak vlnových obrazů, tak i sestavených hodochron a případně i rychlostních řezů. Dále je detailněji popisováno zpracování měření seizmickou tomografií. Autorka vhodně dokumentuje používání různých programů pro zpracování tohoto typu měření. Dále je rozebírána možnost řešení pomocí inverzního algoritmu. Je naznačen matematický postup tvorby vhodného programového řešení.

Třetí kapitola, autorčina druhá, představuje jádro habilitační práce a je věnována využití seizmické tomografie při řešení geologických problémů. Názvy kapitol 2.1 a 2.2 nejsou plně vypovídající o jejich obsahu. V názvu kapitoly 2.1 by bylo místo původního názvu „Využitie SRT při riešení geologických otázok“ lepší použít název „Využitie SRT při riešení základných geologických otázok“, neboť inženýrské geologie i hydrogeologie jsou obecně součástí geologických věd. Okruh otázek souvisejících s určováním horizontálních a subhorizontálních rozhraní je dokumentován na pěti lokalitách a v některých případech je metóda SRT doplněna i elektrickou odporovou tomografií

nebo radarovým měřením. Na několika lokalitách je výsledek geofyzikálních měření doplněn i geologickou interpretací v práci označovanou jako „geologicko-geofyzikální řez“. Věrohodnost výsledků nebylo možné posoudit, protože ani na jedné lokalitě nejsou k dispozici výsledky přímých průzkumných prací.

Dalším řešeným problémem v práci je ukázka možností detekce dutin, a to jak přirozeného, tak i antropogenního původu. Ukázky výsledků takovýchto měření jsou ze dvou lokalit. Z výsledků měření SRT není podle mého názoru jednoznačně patrné, zda se jedná o detekci volných dutin vzniklých báňskými pracemi, nebo zda jde o antropogenní porušení horninového masivu starou důlní činností. V tomto případě by bylo vhodné pro vyhledávání dutin SRT měření doplnit radarovými nebo gravimetrickými metodami.

Posledním problémem v klasické geologii bylo zkoumání možností SRT při posuzování možností užití této metody při určování tektonické stavby zkoumaného území. První ukázka je z měření na sološnickém zlomovém systému, které proběhlo ve dvou etapách, kdy na druhém profilu byl rozšířen počet geofyzikálních metod. Výsledky měření ukázaly, že projevy porušení horninového masivu se místo od místa liší, ale významné porušení hornin bylo mezi profily korelovatelné.

Výsledky měření, realizované v rámci výzkumného projektu ukázaly, že „geofyzikálne prejavy vybraných dislokácií v rôznych oblastiach sa výrazne líšia, čo samozrejme sťažuje generalizovanie výberu geofyzikálnych metód pre mapovanie zlomov“. Tomuto poznatku je potrebné pri projektovaní geofyzikálnych měření na té, které lokalitě, věnovat velkou pozornost a do projektu geofyzikálního měření vložit klauzuli, že během měření je možné nasazení jednotlivých geofyzikálních metod změnit. Je pravděpodobné, že takovéto doplňky projektu budou investoři odmítat, ale je potřebné, aby tuto okolnost podporovaly vysokoškolská pracoviště a akademické ústavy.

V kapitole 2.2 jsou rozebírány možnosti aplikace metody SRT v inženýrské geologii a hydrogeologii. Nejrozsáhleji je komentováno použití této metody při zkoumání svahových deformací. Praktické ukázky výsledků měření jsou ze tří lokalit, ze sesuvu Kral'ovany, Milhost' a lokality s aplikací povrchových vln. Na sesuvu Kral'ovany byly proměřeny v akumulární oblasti sesuvu dva profily ve směru pohybu sesuvu. Měření elektrické a seizmické tomografie dobře ukázalo na možnost interpretovat polohu smykových ploch. Nevýhodou této grafické prezentace je použití různých měřitek na různých řezech, v různých osách a v různých metodách. Tato skutečnost ztěžuje orientaci při hodnocení výsledků měření osobami, které na dané lokalitě přímo nepracují. Na druhé straně velmi rád konstatuji, že geofyzikálních řezů jsou nakresleny výsledky inklinometrických měření, které okamžitě umožňují posoudit úspěšnost nasazení geofyzikálních metod do průzkumného komplexu zkoumání lokality. Dále je potřebné si všimnout, že geofyzikální měření umožnilo určit dvě polohy smykové plochy nad sebou. Tato skutečnost je jedním z významných přínosů nasazení geofyzikálních metod při průzkumu a výzkumu svahových deformací. V tomto případě geofyzikální měření poskytuje i určení některých fyzikálních a mechanických vlastností, které je možné následně použít do stabilitních výpočtů.

Tento styl aplikace geofyzikálních měření při studiu svahových deformací je velmi dobře prezentován na výsledcích měření na sesuvu Milhost'. Na obrázku 26 jsou plošně znázorněny vybrané fyzikální a mechanické vlastnosti ve svislých řezech podél celého proměřovaného profilu. Věřím, že při doplněné geofyzikálního měření několika křížovými VES by bylo možné určit i polohu smykové plochy. Odporové i rychlosti změny na řezech jsou prokazatelné. Totéž platí i při využití výsledků přesné inklinometrie.

Jako doplněk k popisu možností seizmické odporové tomografie jsou na sesuvu „X“ na obrázku 27 zobrazeny nové možnosti seizmických měření při použití povrchových vln. Jak je v práci uváděno, této možnosti je možné využít je při průzkumu lokalit, kde nás zajímá geologická stavba a vlastnosti horninového masivu jen do malých hloubek. V literatuře se obvykle uvádí maximální hloubka 30 metrů.

Fyzikální principy seizmických metod dávají velkou možnost jejich používání při určování hladiny podzemní vody. Zejména to platí u sedimentárních hornin v případech, kdy hladina podzemní vody není hluboko pod zemským povrchem. Ukázka takového aplikace metody SRT je z oblasti Borskej nížiny. Při interpretaci měření znázorněném na obrázku 28 není jasné, jak byl ur-

čen vstupní model: červená čára HPV a jak byly určovány rychlosti v jednotlivých vrstvách. V nej-
spodnějším obrázku není diskutována existence tenké „bílé“ vrstvy. Je to kapilární tráseň, nebo je to
pouze jen nedokonalost interpretačního postupu, který nedokonale znázorňuje „rychlostní“ skoky?

Použití metody SRT pro stanovení mocnosti navážky vychází z jednoduchého předpokladu,
že materiál uložený ve skládce bude mít mechanické, a tím i fyzikální vlastnosti horší než rostlý
horninový masiv. Ukázka na obrázku 30 ukazuje výsledky takového měření.

Součástí této habilitační práce jsou jako speciální příloha uvedeny výsledky geofyzikálních
měření na deseti lokalitách v různých částech Slovenska. Tyto přílohy dokumentují dvě zásadní
věci, které vedou k úspěšnému použití geofyzikálních metod v geologii:

1. Výhody použití více geofyzikálních metod při řešení dané problematiky. Je však potřebné vý-
sledky všech geofyzikálních metod interpretovat společně. Při jejich běžné aplikaci se stává, že
firma, která měření provádí, interpretuje každou geofyzikální metodu samostatně a předá je in-
vestorovi k dalšímu použití. Je úkolem pedagogů na vysokých školách, aby tento princip vysvět-
lovali studentům jako nezbytný předpoklad k úspěšné aplikaci geofyzikálních metod.
2. Prakticky ve všech člancích je vidět další krok, který má následovat po bodu 1. Tím je komplex-
ní geologicko-geofyzikální interpretace geofyzikálního měření. A aby tento krok byl úspěšný,
tak takovouto interpretaci musí pracovníci různých specializací provádět současně! V dnešním
stavu výpočetní techniky není problém tento způsob interpretace aplikovat. I kdy specialisté růz-
ných oborů nebudou sedět v jedné místnosti. Tento postup práce byl v počátcích geofyzikálních
měření pro zkoumání stavu horninového masivu byl propagován geofyzikální pracovištěm na
Vysoké škole báňské v Ostravě pod vedením profesora Mullera. Je vysoce chválehodné, že tento
postup začíná prosazovat pracoviště geofyziky na Komenského univerzitě v Bratislavě.

Habilitační práce je zpracovaná na vysoké teoretické i odborné úrovni. Jednotlivé části na
sebe logicky navazují a jsou doplněny vhodnými obrázky. Pro zpracování habilitační práce autorka
použila více než 80 literárních zdrojů, což svědčí o jejích rozsáhlých odborných vědomostech
v daném oboru. K obsahu práce, použitým metodám a dosaženým výsledkům nemám připomínky.
Výsledky dosažené v habilitační práci jsou publikované v odborných časopisech a jejich kopie jsou
v předložené práci uvedené jako přílohy.

Vytyčený cíl habilitantka splnila v plném rozsahu a vysoko hodnotím komplexní zpracování
dané problematiky v habilitační práci. Kvalitní výsledky své vědecké práce průběžně publikovala a
využívala ve své pedagogické praxi.

Předloženou habilitační práci na základě předcházejícího hodnocení doporučuji přijmout
k obhajobě a na základě uvedených skutečností **doporučuji** po úspěšné obhajobě

udělit RNDr. Ing. Bibianě Brixové, PhD.

vědeckopedagogický titul „docent“ v oboru habilitačního řízení „geologie“.

Praha 29. prosince 2025.

doc. RNDr. Pavel Bláha, DrSc.