

## Geofyzika a podrobné geologické mapování, aneb kdy voda teče podle geologických map.

Každý geolog se alespoň párkrát za život setkal s geofyzikálním měřením (minimálně jako student na fakultě). Znamé jsou geofyzikální průzkumy na ložiska surovin (ropa, kovy, uhlí ap.). Na průzkum některých ložisek byly vyvinuty celé řady speciálních geofyzikálních metod. Ve vodárenské praxi bývají často metodiky geofyzikálního průzkumu využity pro situování vrtu v místech se šancí na co nejvyšší vydatnost. Občas bývá opomenut fakt, že požadavek na co největší vydatnost podmíněnou tektonickým postižením horninového masivu neúměrně zvyšuje riziko havárie vrtu. Tak jako v předchozím článku pojednávající o mystériích vrtů lze i v některých jímacích územích mluvit o záhadách spojených s jejich využíváním. Zcela obvykle se při jímání podzemní vody vrtem stává, že studna v těsném sousedství exploatovaného vrtu není ovlivněna, zatím co ostatní studny do vzdálenosti v řádech prvních kilometrů vykazují v závislosti na vzdálenosti poklesy hladin od metrů po první desítky centimetrů. Neobvyklé nejsou ani situace, kdy v místech s očekávaným významným prouděním podzemních vod je prakticky sucho nebo ve vrtu dochází k mocnému vertikálnímu proudění v oblasti, kde je podle současných geologických map vyvinut jen jeden kolektor. Tyto jevy jsou hojné v západní části České křídové pánve (povodí Pšovky, Obrtky, Liběchovky, Kamenice, Strenického a Robečského potoka atd.). Bývá tendence záhadné jevy v jímacích územích vysvětlovat „moderními“ teoriemi o stratifikaci proudění, prouděním v nesaturované zóně, podtékání rybníků, jezer nebo vodotečí a podobnými ....

Celou řadu hydrogeologických problémů v jímacích územích by dokázaly odhalit geofyzikální metody. Kdo alespoň jednou viděl práci geofyziků ví, že těžiště jejich činnosti spočívá hlavně ve vytyčování měřících profilů. A zde se dostáváme k hlavnímu tématu konference, kterým jsou kompromisy. Pokud z práce geofyzika odstraníme pracné a časově náročné vytyčování geofyzikálních profilů, umožňují některé geofyzikální metody lokalizovat změny ve fyzikálních parametrech horninového masivu za krátkou dobu na poměrně velké ploše. V první fázi měření, která s kolegou RNDr. Jiřím Adamovičem provádíme od devadesátých let, jsou do topografických map průběžně vykreslovány průběhy dlouhých geofyzikálních profilů, ke kterým jsou připisovány poznámky o orientačních bodech k měřeným hodnotám. Na podkladě zpracování orientačního průzkumu do formy prvotního odhadu geologické stavby měřeného masivu je pak pomocí paralelních profilů, navigace GPS a zakreslování anomálií do mapy podrobného měřítka detailně doměřen průběh jednotlivých geologických rozhraní. Postup takto realizovaného měření je daleko rychlejší a flexibilnější než klasická práce geofyzika. Snižuje se však jeho přesnost, která je ovšem pro případ geologického mapování a orientačních průzkumů přesto více než dostačující.

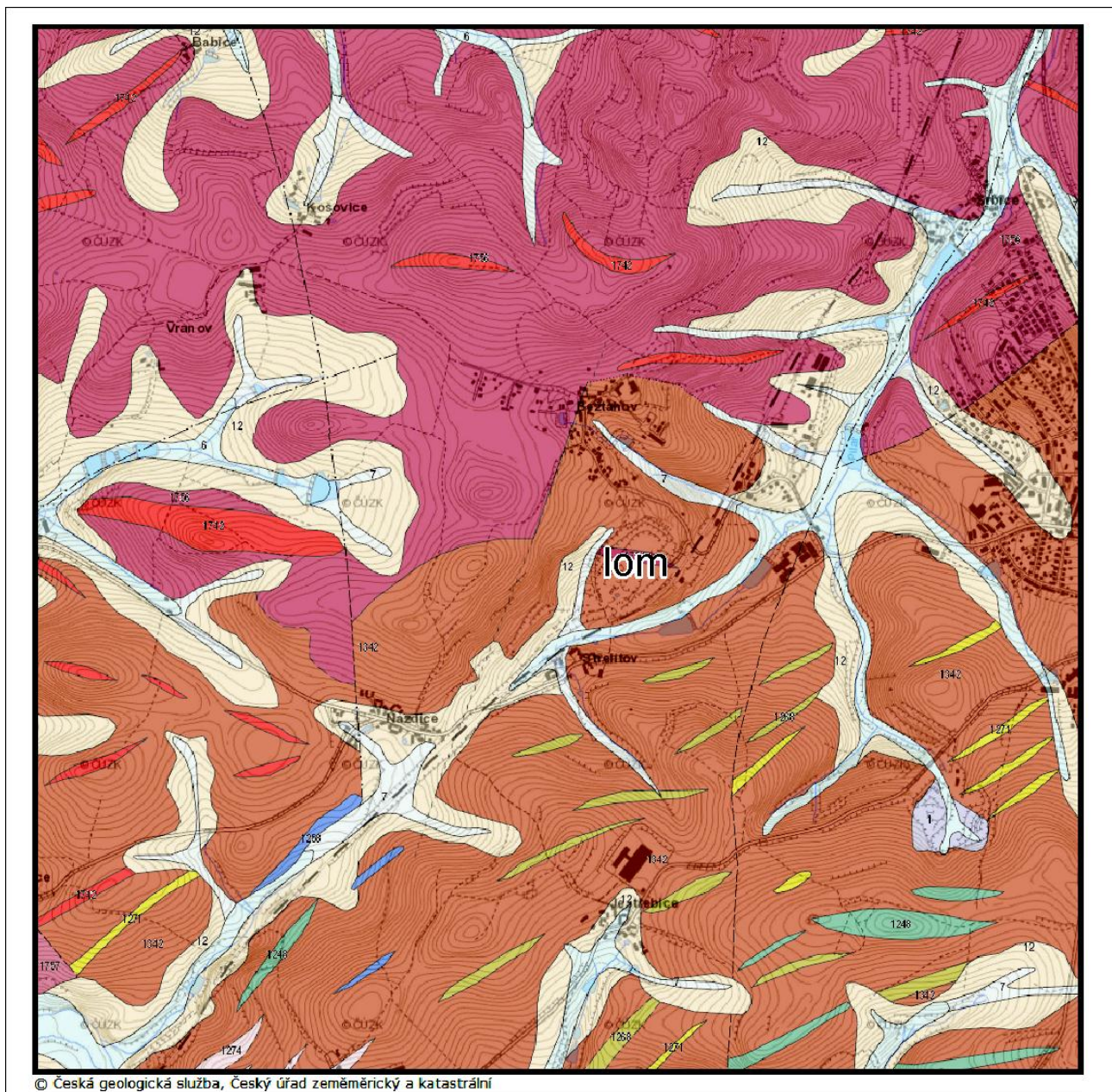
Velkým problémem je však výběr metod takto realizovaného geofyzikálního měření. Klíčové jsou hlavně přesnost, jednoduchost, snadná ovladatelnost a robustnost konstrukce geofyzikálního přístroje podmiňující jeho mechanickou odolnost. Vzhledem ke zkušenostem je žádoucí i jeho částečná vodotěsnost. Těžko si lze představit, jak lze za jeden den proměřit žílu bazaltu dlouhou 5 km vedoucí napříč skalními městy Českosaského Švýcarska například gravimetrickou nebo seizmickou aparaturou. Magnetometrem nebo metodou VDV to není až tak velký problém. A právě protonový magnetometr a přijímač VDV jsou v odhalování hydrogeologické stavby velkým pomocníkem. Setkal jsem se s názorem, že masivnímu zavedení těchto metod do hydrogeologické praxe brání složitost a cena geofyzikálních přístrojů. Jako konstruktér mohu zodpovědně prohlásit, že při současné součástkové základně je výroba přijímače VDV a protonového magnetometru poměrně jednoduchou a levnou záležitostí (cca do deseti tisíc), kterou by v současné době zvládl i vyučený elektromechanik. Tak jako v případě předchozího článku o mystériích vrtů bych výsledky terénních měření metodou VDV a magnetometrem a odvození vlivu nalezených struktur na proudění podzemních vod prezentoval formou tří příkladů.

### Dobývací prostor Beztahov

Dobývací prostor Beztahov se nachází v oblasti kontaktu krystalinika a granitu. Těžební společnost chtěla rozšiřovat těžbu směrem na západ (na obr. 1 červená čára). V Českých zemích je tradicí svádět jakékoliv poklesy hladin podzemních vod na těžební firmy bez ohledu na vzájemnou hydrogeologickou pozici těžeben a využívaných zdrojů vody (dle hesla mají prachy tak ať platí). Cílem měření bylo detekovat otevřené tektonické poruchy s aktivním prouděním podzemní vody. Mezi obyvatelstvem Beztahova se tradovalo, že v oblasti Nad a pod homolí (viz obr. 1) se žádná podzemní voda nenachází. Tomu by nasvědčovala i zkušenost při těžbě v lomu, kdy z těžbou odhalených puklin (červený popis) žádné větší množství vody nevytékalo. Vlastní měření VDV probíhalo na lokalitě ve dvou dnech. Dlouhé profily VDV (na obr. 1 oranžově) byly následně vyhodnoceny. Do mapy jsem pak zaznamenal nalezené anomálie jako světlefialové příčné čáry na profilech. Světlefialové křížky jsou nalezené anomálie ze seizmického měření realizovaného firmou INSET. Měření indikované tektonické poruchy (fialově) byly mezi vyznačenými profily dotrasovány. Výsledky měření lze porovnat se současnou geologickou mapou na obr. 2 (tektonické pukliny - čerchovaná čára, granit červeně, krystalinikum hnědě).







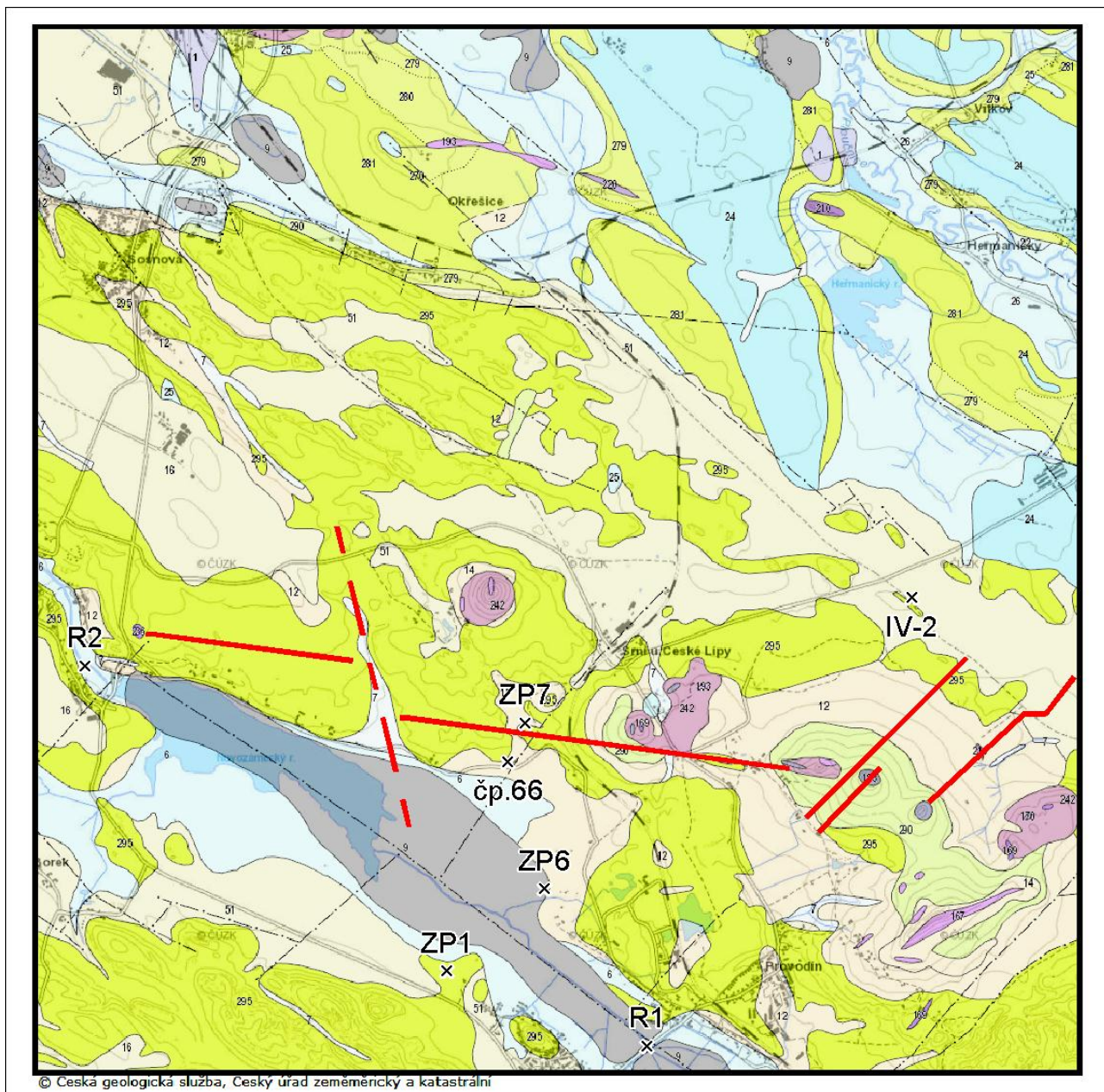
Obr. 2: Geologická mapa převzatá ze stránek ČGS.

Dobývací prostor Provoďín, jímací území Česká lípa jih a Novozámecký rybník.

V rámci monitoringu jímacího území Česká lípa jih a DP Provoďín a Srní se v oblasti Novozámeckého rybníka vyskytovala anomálie v hydrogeologické funkci území. Podle izolíní hladin podzemních vod se do rybníka mělo odvodňovat cca 420 l/s. Ty se ale odvodňovali do Robečského potoka až v údolí zvané Peklo (západně mimo mapu na obr. 3). V oblasti Provoďína docházelo k odběrům podzemních vod pro firmu Provoďínské písky (odhad reálného odběru 1 l/s) a pro zásobování České lípy vodou. Protože vrty ZP-1 (průměrný roční odběr r. 1998 ve výši 41,5 l/s) a ZP-6 (průměrný roční odběr r. 1998 ve výši 40,1 l/s) se nacházejí v těsné blízkosti Novozámeckého rybníka (viz obr. 3), dalo se předpokládat, že alespoň částečně jímají vodu břehovou infiltrací z Robečského potoka (průtok v R1 ve výši 185 l/s – únor 1998). Tomu také



odpovídala jakost čerpané vody z vrtu ZP1 a ZP6. Jenže podle měření průtoků na Robečském potoce v rámci monitoringu jímacího území Česká lípa jih (v Provodíně a pod Novozámeckým rybníkem, profily R1 a R2) nedocházelo ani k měřitelným ztrátám ani k příronům do Novozámeckého rybníka. Mezi hydrogeology působící v oblasti se tradovalo vysvětlení měřeného jevu podtékáním podzemní vody pod kolmatovaným rybníkem. Jak jsem napsal ....



Obr. 3: Upravená geologická mapa převzatá ze stránek ČGS.

Na existenci hydraulické bariery tvořené žilnou intruzí vulkanických hornin bylo možné usuzovat z projevů čerpání na vrtu ZP-7 (odběry 30 až 40 l/s, snížení hladiny v nedalekém vrtu P7 vzdáleném 37 m ve výši 3 m). I když vlivy čerpání ovlivňovaly hladiny podzemní vody do vzdálenosti 2,7 km (zvýšení odběru z 15 l/s na cca 40 l/s znamenal na vrtu IV-2 ve vzdálenosti 2,7 km pokles hladiny o 0,4 m) tak ve studni u čp. 66 ve vzdálenosti 320 m hladiny nepoklesly ani o

centimetr. Navíc poklesy provozních hladin ve vrtu ZP-7 byly téměř dvounásobné než by odpovídalo teoreticky vypočteným poklesům z vyhodnocení hydrodynamických testů. Hydrogeologové působící v oblasti jev vysvětlovali stratifikací proudění vody a nesouměřitelností pozorovacích objektů. Jak ale mohou být mělké vrty a domovní studny situované ve středně až hrubozrnných pískovcích nesouměřitelné nechápu. Jak jsem už napsal taky evidentní ..., nehledě na existence dříve dokumentovaných žilných intruzí bazaltů v těsné blízkosti vrtu ZP- 7.

Práce na lokalitě s cílem vysvětlit proudění podzemní vody v okolí Novozámeckého rybníka navazovali na průzkum jihozápadního předpolí ložiska Stráž a soukromé mapovací akce RNDr. Jiřího Adamoviče. Podle průzkumů dochází v oblasti Provodínských kamenů ke křížení dvou systémů žilných intruzí vulkanických hornin (červené plné čáry). Žilná intruze směřující od Provodínských kamenů směrem na západ procházející souběžně s Novozámeckým rybníkem jen pár desítek metrů jižně od vrtu ZP-7 byla domapována až do oblasti bývalých drobných lomů na čedič v místě zvaném Holice (viz obr. 3, názvy převzaty z mapy 1:10 000). Mocný proud podzemní vody (cca 400 l/s) je žilnou intruzí vulkanických hornin odkloněn od Novozámeckého rybníka směrem k údolí Peklo (západně od mapy). V místě zvaném V úpadě jsem měřením VDV ověřil tektonickou poruchu (červená přerušovaná čára) predisponující ostře zaříznuté údolí. Hydraulická vodivost této poruchy je ověřena pozorováním příronů do Novozámeckého rybníka. Na podkladě nově získaných informací o hydrogeologické stavbě jsme s kolegou dne 05.02.1998 realizovali hydrometrická měření na Robečském potoce v místě v té době dlouhodobě vypuštěného Novozámeckého rybníka. Měření prokázalo ztrátový úsek potoka v úseku probíhajícím kolem vrtu ZP-6. Množství vody, které se ztrácelo v tomto úseku vlivem vodárenské exploatace cca 50 l/s přitékalo do Novozámeckého rybníka po tektonické poruše z oblasti severně od žilné intruze. Teoreticky odvozené a naměřené přítoky do Novozámeckého rybníka byly přímo pozorovány jak při terénní prospekci dne 05.02.1998 tak i na leteckých snímcích (foto 1 a 2) pořízených v klimaticky vhodném období (a to jsem na pozorování příronů ani nepotřeboval termokameru).



foto 1: Letecký snímek příronů do Novozámeckého rybníka (černé linie), únor 1998.

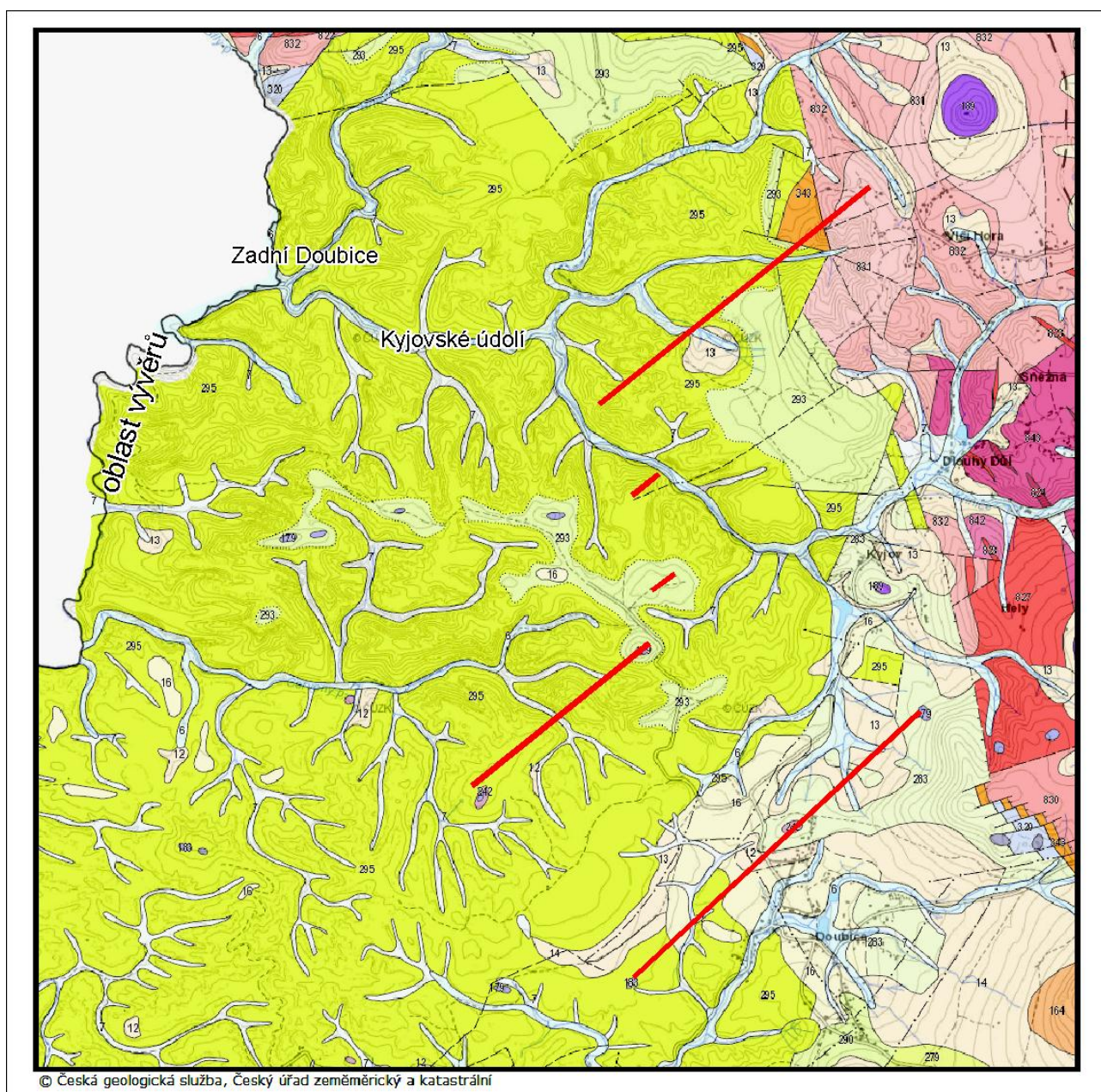


foto 2: Situace na zemi.



## Českosaské Švýcarsko - oblast řeky Křinice.

Měření žilných intruzí vulkanických hornin jsme spolu se Zuzanou v té době Vařilovou (geolog správy parku) a Jiřím Adamovičem zpočátku realizovali pouze z odborného zájmu. Na pořizovaných Lidarových snímkách (v té době novinka) zaregistrovala Zuzana v místě Sokolího vrchu výraznou fotolineaci směru severovýchod – jihozápad. Měření magnetometrem potvrdilo souvislost fotolineace s žilnou intruzí vulkanitu. Žilná intruze byla v následujících letech vytrasována od oblasti Růžové hory až k hoře Vlčí (vzdálenost 15 km). V průběhu měření jsme směrem na východ našli i druhou souběžnou žilu vytrasovanou v délce 7 km (na obr. 4 zakresleny jen úseky žilných intruzí).



Obr. 4: Upravená geologická mapa převzatá ze stránek ČGS.

Vlastností první vytrasované žilné intruze je její odskok o 1,5 km v šířce 1 km jižně od řeky Křinice v místech skalního města souběžného s Kyjovským údolím. Regionálně významná tektonická porucha tvořená horizontálním posunem bloků o 1,5 km se nachází nedaleko Lužické poruchy. Je zajímavé, že na Lužické poruše v měřeném místě s výškou skoku cca 200 m byl horizontální posun žilné intruze jen zhruba 2 m. Je tedy otázka, který z těchto dvou zlomů by se měl vlastně nazvat Lužická porucha.

Do parku Českosaské Švýcarsko jsem se pracovně vrátil v létě 2006 spolu s pracovníky firmy Aquatest při spolupráci na státní zakázce, v průběhu které byly zkoumány hydrologické poměry v oblasti Křinice. Řeka pramení v oblasti obce Krásná lípa. V počátku Kyjovského údolí protéká jako drobný potůček souběžně s tektonickou poruchou, nalezeným horizontálním posunem generelního směru východ západ. V oblasti nazvané Zadní Doubice potok o průtoku cca 15 l/s mění směr na severo-jihní a přetíná zlomové pásmo. Zde dochází k vývěrům podzemních vod do vodoteče a z potůčku se na několika stech metrech stává řeka o průtoku kolem stovky l/s. Skryté i soustředěné vývěry podzemních vod do Křinice z tektonické poruchy byly zdokumentovány termokamerou (foto 3 a 4). Prakticky až do oblasti České silnice tj. 4,5 km po toku byly měřeními registrovány jen občasné sporadické přírony odpovídající hydrogeologické situaci.

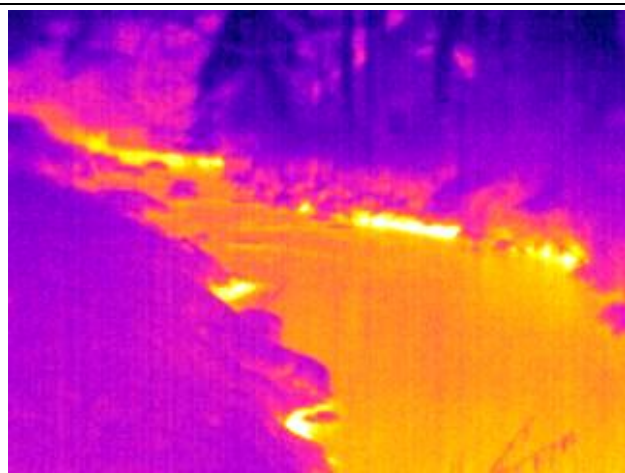


foto 3: Termální pole příronů podzemních vod.

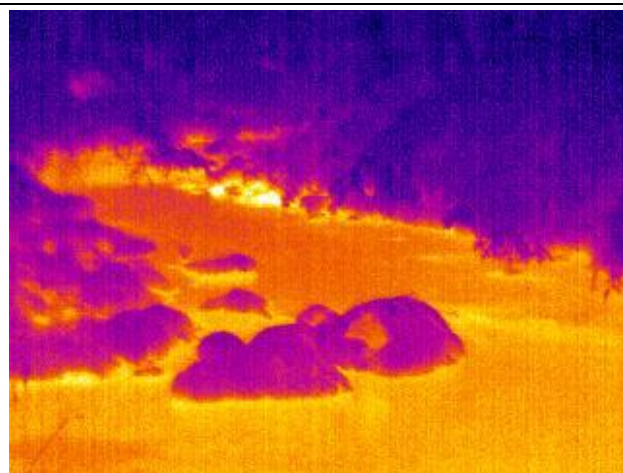


foto 4: Termální pole příronů podzemních vod.

Měření v oblasti Novozámeckého rybníka a Křinice dokázali, že terénní průzkum společně s orientačním geofyzikálním měřením je mocný nástroj podrobného hydrogeologického mapování. Hydrogeologická stavba odvozená z těchto měření dokáže poměrně logicky vysvětlit mnohé anomálie v proděni podzemní vody bez toho, abychom se museli uchýlovat k vysvětlování pomocí obskurních teorií. Bohužel mezi kolegy hydrogeology není podrobné hydrogeologické mapování populární, takže v současné době je provozováno pouze několika nadšenci. Věřím, že budoucí vznikající generace geologů a hydrogeologů, které odvrhnou slasti sedavé práce v pohodlí kanceláří nad hydraulickými modely a návrhy nových zákonů, budou pokračovat v načaté práci a konečně na podkladě podrobných měření v terénu pochopí, kudy ta zatracená voda opravdu teče.