

Urbanistická geologie správního území Jablonce nad Nisou (severní Čechy)

Urban geology of the Jablonec nad Nisou administrative area (northern Bohemia)

Josef KLOMÍNSKÝ¹⁾, Otmar PETYNIÁK¹⁾, Ivan ROUS²⁾ (eds), Milan AUE¹⁾, Vladimír BĚLOHRADSKÝ³⁾, Barbora DUDÍKOVÁ¹⁾, Oldřich HOLÁSEK¹⁾, Vratislav PECINA¹⁾, Lenka RUKAVIČKOVÁ¹⁾, Jakub ŠREK⁴⁾, Jiří SEDLÁK⁵⁾ & Markéta VAJSKEBROVÁ¹⁾

¹⁾ Česká geologická služba, Klárov 3, CZ-118 21 Praha 1;
e-mail: josef.klominsky@geology.cz

²⁾ Severočeské muzeum v Liberci, Masarykova 11, CZ-460 01 Liberec 1;
e-mail: ivan.rous@muzeumlb.cz

³⁾ Ges – Geologické služby Liberec, Mikulášská 622, CZ-460 01 Liberec 4

⁴⁾ Rádlo 406, CZ-468 03 Rádlo

⁵⁾ Miligal s. r. o., Axmanova 531/13, CZ-623 00 Brno

Abstract. The paper summarises selected geologic information about the Jablonec nad Nisou administrative area in northern Bohemia, with the aim to provide geological datasets on geology, geophysics, hydrogeology, natural resources, engineering geology, and natural, industrial and air pollution to the municipal authority for reliable urban planning and sustainable development of the building density. All the available information from various data sources have been linked up in GIS format to the 1:15,000 utility geological map, covering about 40 km². An analysis of the individual data layers and their mutual interferences gives some preferential information about the sources of ground water, geothermal energy, and geological risks for the municipality and its residents. The urban geology assessment of the Jablonec nad Nisou administrative area has brought the following results applicable also in other municipalities of the Czech Republic: Generation of urban geological maps and spatial models of the towns and cities for ground water and geothermal energy exploitation, housing development and planning of underground constructions. Utilization of geological data for environmental protection in conurbations, especially for identification of geohazards, man-made sediments, dangerous wastes and air pollutants. Raising awareness of the town dwellers about the environment in which they live and carry on business. Improvement of the knowledge on existed and anticipated geological risks within their towns.

Key words: geology, geophysics, hydrogeology, natural resources, engineering geology, Jablonec nad Nisou, northern Bohemia, Czech Republic

ÚVOD

Urbanistická geologie je multidisciplinární obor, který zahrnuje geologii, hydrogeologii a inženýrskou geologii i další geovědní disciplíny. Zajišťuje tak podklady pro spolehlivé urbanistické plánování a dlouhodobě udržitelný a funkční rozvoj hustě zalidněných území. Proto Česká geologická služba na žádost Magistrátu Jablonce nad Nisou provedla průzkum urbanistické geologie správního území tohoto města, během kterého bylo shromážděno široké spektrum informací o geologii, inženýrské geologii, hydrogeologii, geochemii půd, geofyzikálních polích a přírodních zdrojích, včetně nežádoucích geologických jevů přírodního, industriálního i emisního původu (Klomínský et al. 2019).

Podrobnost získaných dat odpovídá měřítkům mezi 1 : 6 000 a 1 : 50 000, které závisí na prostorové hustotě údajů. Všechna data byla zpracována v prostředí GIS (geografický informační systém) a tvoří několik desítek datových sad provázaných v různých se prolínajících tématech. Prostorová analýza a GIS vizualizace získaných dat umožňuje lokalizovat oblasti výskytu geodynamických jevů (např. sesuvy či skalní řícení), ohniska geotermální energie, zdroje podzemní vody, potenciál nerostných surovin nebo emisemi kontaminovaná území. Soubor prostorových informací o geologickém podloží města Jablonce n. N. je přímo využitelný pro územní plánování, ochranu životního prostředí, památkovou péči a vzdělávání jeho obyvatel.

Hlavním mapovým výstupem Studie urbanistické geologie města Jablonec nad Nisou je Účelová geologická mapa 1 : 15 000, pokrývající plochu 39 km² (obr. 1). Po sousedním Liberci reprezentuje druhou geologickou mapu statutárního města České republiky v této měřítkové skupině. Účelovou geologickou mapu doplňují další tři mapy s geologickým obsahem: Antropogenní zásahy do reliéfu 1 : 15 000, Podzemní objekty 1 : 6 000 a Účelová hydrogeologická mapa 1 : 15 000.

METODIKA

Účelové mapy správního území Jablonce nad Nisou

Verifikace geologických hranic a tektonických linií byla provedena na základě 253 nových a 465 archivních dokumentačních bodů skalních výchozů a umělých odkryvů hornin, 59 kamenolomů, pískoven a hlinišť a pramenů podzemní vody. Významným informačním zdrojem geologické skladby podzemí města jsou také data o 2 812 geotechnických a hydrogeologických vrtech, archivovaných v ČGS. Pro aktualizaci geologické mapy správního území Jablonce n. N. byla provedena terénní revize průběhu kontaktu tanvaldského granitu a železnobrodského krystalinika a kontaktu mezi libereckým a tanvaldským granitem. Pro zpřesnění těchto kontaktů bylo také využito leteckých geofyzikálních map 1 : 50 000 indikujících rozdílné magnetické a radiometrické vlastnosti libereckého a tanvaldského granitu a okolního železnobrodského krystalinika (Gnojek et al. 2005). Geologická mapa města je doplněna o lokality podzemních prostor, skládky komunálních i industriálních odpadů, významné hydrogeologické vrty, prameny a studánky podzemní vody, hlavní pásma tektonických linií, lomy stavebního kamene a pískovny. Tyto jevy byly zkoumány v terénu a byla provedena jejich dokumentace. Kromě terénního mapování byly k sestavení výsledku použity Základní geologické mapy 1 : 25 000, listy Jablonec nad Nisou (Klomínský 2006), Tanvald (Mrázová 2006) a Liberec (Klomínský 2004), publikované Českou geologickou službou (ČGS) v letech 2004 a 2006 a přehledná mapa jabloneckého okresu (Watzenauer 1935). Jihozápadní část zpracovaného území byla kompilována podle rukopisných geologických map 1 : 25 000 z archivu ČGS.

Geofyzikální pole správního území Jablonce nad Nisou

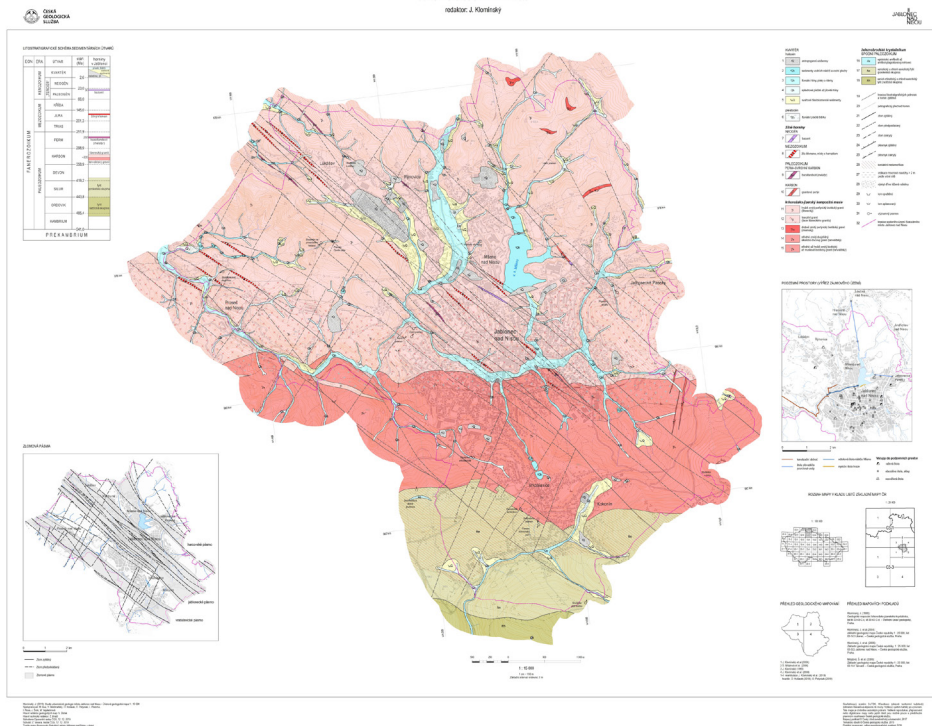
Velká část České republiky včetně Jablonecka byla pokryta leteckým geofyzikálním mapováním v roce 2004, které zahrnovalo geofyzikální metody. Jedna z nich (aero-magnetometrie) zjišťovala odchylky od normálního magnetického pole Země, druhá (aero-gama spektrometrie) zjišťovala v horninách na zemském povrchu koncentrace tří přírodních radioaktivních prvků – draslíku, uranu a thoria (obr. 2).

Nerostné suroviny

Nejvíce informací o jednotlivých kamenolomech, jejich rozměrech a majitelích uvádí Prokop (1948, 1968) v soupise lomů a inventarizaci surovin a dále Sedlář (1971, 1973) a Sedlář & Kořán (1977). Řadu opuštěných lomů lze dnes identifikovat pomocí DMR5G (digitální model reliéfu 5. generace), včetně těch, které jsou dnes v terénu obtížně identifikovatelné kvůli husté vegetaci. Došlo tak ke zpřesnění polohy opuštěných lomů z výše zmíněné literatury, která uvádí jen jejich schematickou polohu.

Hydrogeologie

Jablonec nad Nisou spadá do hydrogeologického rajonu krystalinika Jizerských hor, které je zde tvořeno granity a fylity. Oba horninové typy mají puklinovou propustnost a poměrně nízkou akumulační schopnost. Vydutnosti

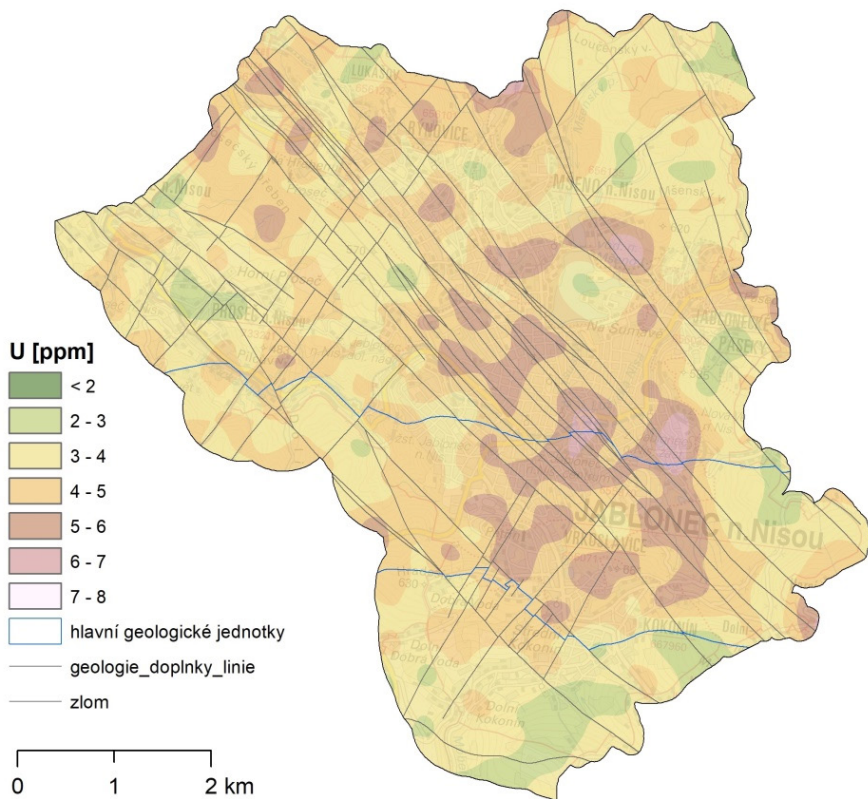


Obr. 1. Účelová geologická mapa správního území Jablonce nad Nisou.
 Fig. 1. Special purpose geological map of the Jablonec nad Nisou administrative area.

vodních zdrojů (vrty, studny, pramenní jímky) se v tomto prostředí nejčastěji pohybují v setinách a desetínách l.s^{-1} . Za příhodných podmínek, například při situování do drenážní oblasti, vodivého zlomu nebo poruchové zóny, do míst s větší akumulací kvartérních sedimentů a zvětralín, dosahují vrty vydatnosti v řádu prvních l.s^{-1} . Vydatnosti vodních zdrojů v kolektorech krystalinika proto postačují pouze pro zásobování menších obcí, případně jejich částí, pro městské aglomerace nejsou vydatnosti postačující (obr. 5).

Inženýrská geologie

Stěžejní informace o inženýrsko-geologických poměrech zájmového území poskytlo studium archivních průzkumných zpráv. ČGS ke konci roku 2018 evidovala celkem 2 812 vrtaných a kopaných sond zhotovených do různých hloubek, hlavně za účelem zjištění inženýrsko-geologických a geotechnických vlastností základových půd. Podstatně menší skupinu pak tvoří hydrogeologické a sanační vrty určené k monitorování hladiny podzemní vody, sanaci znečištěného horninového prostředí, případně sloužící jako lokální zdroje pitné a užitkové vody. Inženýrsko-geologické a geotechnické průzkumné sondy jsou rozmístěny zcela nepravidelně a nezhledka jsou soustředěny do samostatných klastrů. Tyto zdroje poskytly informace např. o mocnosti kvartérních sedimentů, rozsah zvětrání granitového podkladu, které je určující pro zakládání staveb. Součástí inženýrsko-geologických průzkumů bylo zpravidla zjištění granulometrického složení odebraných vzorků a indexových vlastností zemin, popř. analýzy agresivity podzemních vod na betonové konstrukce.



Obr. 2. Aeroradiometrická mapa uranu ve správním území Jablonce nad Nisou (Gnojek et al. 2019).

Fig. 2. Airborne radiometric map of the uranium in the Jablonec nad Nisou administrative area (Gnojek et al. 2019).

Podzemní prostory

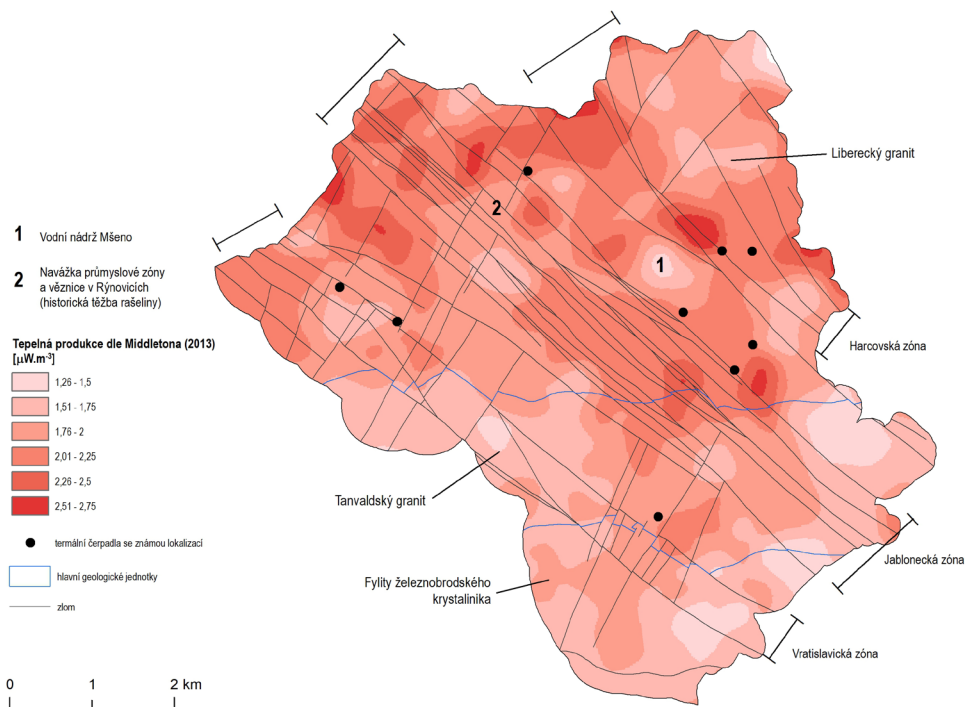
Geologická stavba zásadně ovlivňuje převažující podzemní objekty a rizika z nich vyplývající. Pro město Jablonec nad Nisou, z největší části stojící na granitovém masivu, jsou typická velká vodní díla, na ně vázané štoly, ale i kanalizační sběrače a protiletectvé kryty vzniklé za druhé světové války. Naopak téměř vyloučena jsou v zájmovém území jakákoliv rozsáhlejší důlní díla, s výjimkou průzkumných štol a zcela zanedbatelných hornických pokusů těžit železnou rudu (obr. 8). Nelze se domnívat, že by v prostoru zájmového území vznikaly rozsáhlejší sklepní prostory. Pro potřeby urbanistické geologie byly revidovány starší interní archivní rešerše (stavební archiv města Jablonec nad Nisou) a průzkumy prováděné pro soukromé firmy.

Dekorační kameny a dláždění v památkové zóně města

Pro potřeby města a udržení některých jeho částí v souladu s památkovou péčí se provedl průzkum hornin používaných pro chodníky, silnice, opěrné zdi, obložení budov, sochařská díla, pilíře a další prvky městské vybavenosti.

Průmyslová a komunální kontaminace povrchu města (skládky)

K identifikaci navážek a skládek bylo použito srovnávání DMR5G a model reliéfu z digitalizovaných vrstevnic z Topografické mapy 1 : 10 000 z přelomu 50. a 60. let 20. století. K upřesnění rozsahu navážek přispělo také detailní zkoumání stínovaného reliéfu, na kterém se dají dobře odhalit umělé terénní hrany a zkoumání topografické situace



Obr. 3. Mapa tepelné produkce granitů správního území města Jablonce nad Nisou ($\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-3}$).

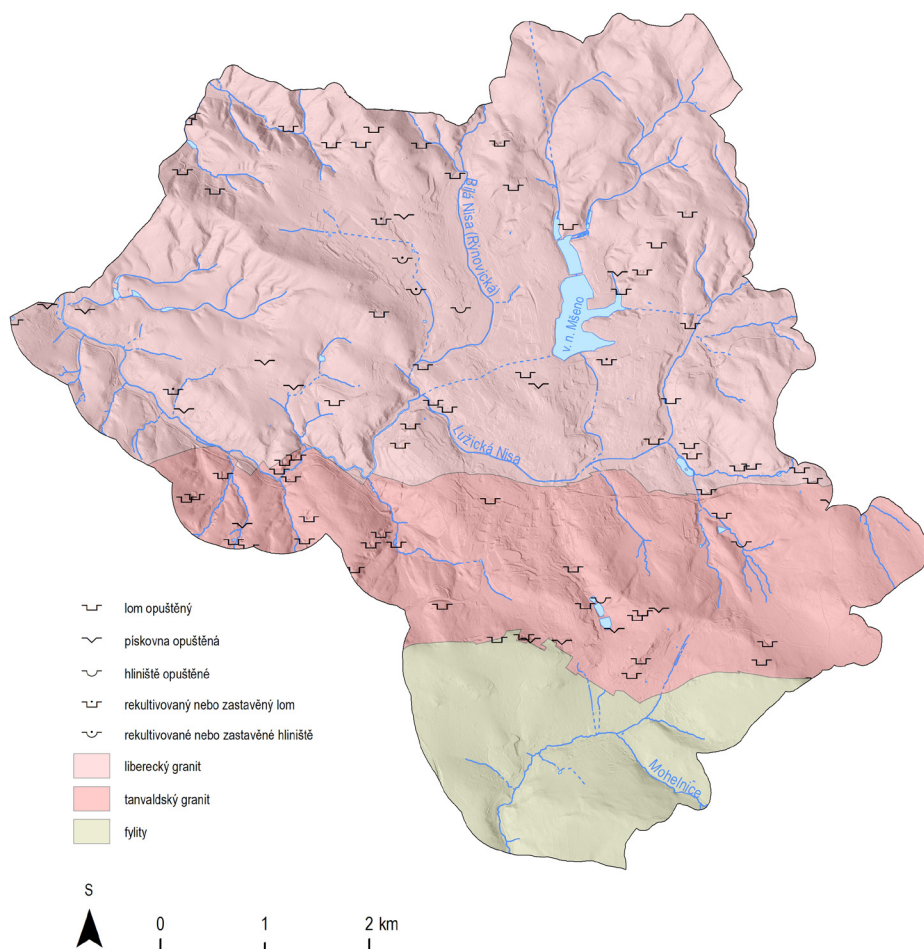
Fig. 3. Map of the granite radiothermal production in the Jablonec nad Nisou administrative area (in $\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-3}$).

lokality na archívních mapách. Terénní obchůzkou nebo virtuální prohlídkou pomocí služby Street View od společnosti Google byly zjištěné údaje potvrzeny, případně dále zpřesněny. Touto metodou lze spolehlivě identifikovat navážky jakéhokoliv rozsahu ve volné krajině od mocnosti cca 2 m a více. V případě zástavby panuje pro identifikaci přímá úměra mezi plošným rozsahem navážky a hustotou zástavby. Do dat nebyly zaneseny změny terénu pro zakládání staveb obytných budov z důvodu jejich malé mocnosti a plošného rozsahu.

VÝSLEDKY

Účelové mapy správního území Jablonce nad Nisou

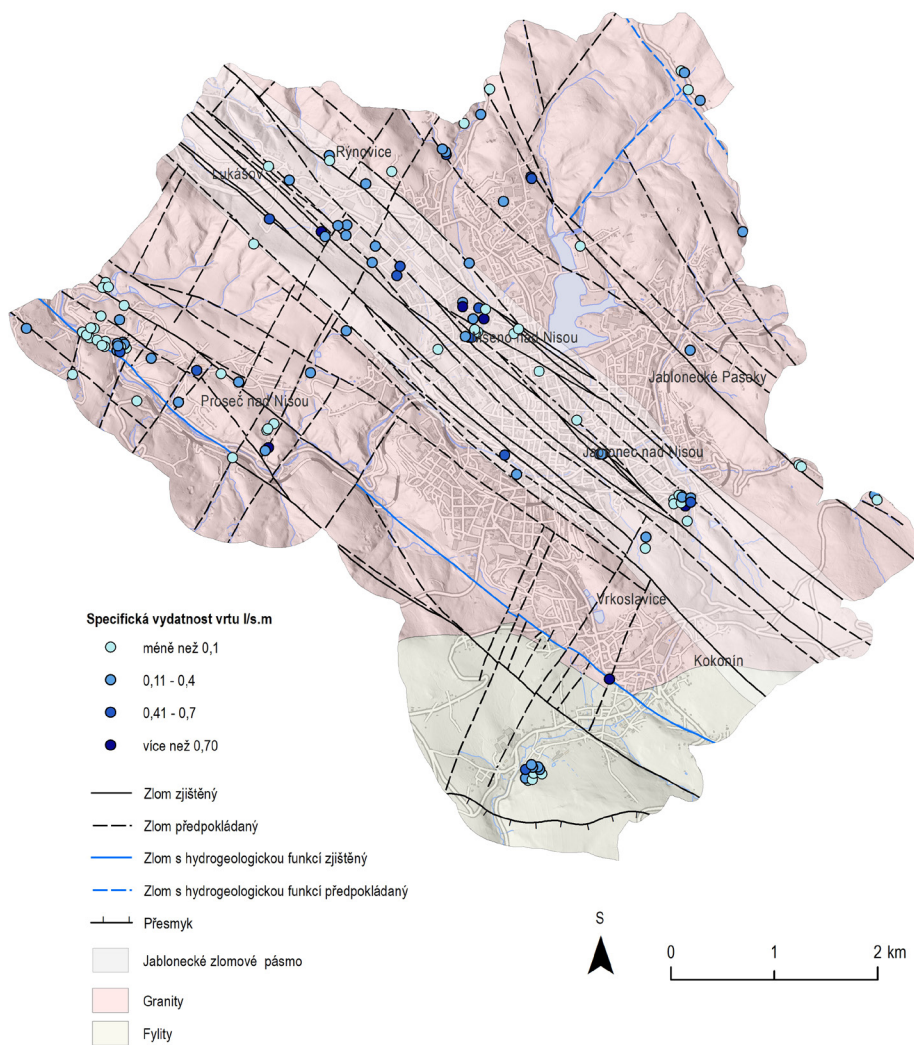
Geologické podloží sledovaného území tvoří dvě velice rozdílné skupiny hornin. Jižní okraj území tvoří fylity železnobrodského krystalinika (ordovické stáří, cca 445 mil. let), zatímco hlavní část území města reprezentují granity krkonošsko-jizerského masivu v podobě tzv. libereckého a tanvaldského granitu (žuly). Jejich stáří je karbonské – cca 320 mil. let. Terénní pozorování i některá geochronologická datování dokazují, že tanvaldský granit je starší než liberecký. Demarkační linii mezi těmito hlavními druhy žul tvoří řečiště Lužické Nisy. Středem území probíhá dominantní tektonické pásmo široké až několik kilometrů. Skládá se z několika i dnes seismicky aktivních zlomů (vratislavický, kokonínský,



Obr. 4. Opuštěné kamenolomy, pískovny a hliniště ve správním území Jablonce nad Nisou.
 Fig. 4. Abandoned quarries, sand pits and clay pits in the Jablonec nad Nisou administrative area.

jablonecké tektonické pásmo a harcovský zlom). V libereckém granitu jsou tyto zlomy severozápadního směru vyplněny cca 250 milionů starými (permskými) melafyrovými žilami, jejichž ostrohranné úlomky jsou prostoupeny různobarevným křemenem, hematitem a limonitem. Tektonické poruchy mají velmi hlubinný dosah, neboť obsahují drobné žíly a sopouchy bazaltů miocenního stáří. V geologické minulosti souvisely s hlubokou cirkulací minerálních vod způsobující hydrotermální alteraci melafyrových žil i okolní liberecké žuly (granitu), vedoucí místy až ke vzniku železem bohatých tektonických brekcí. I v současné době z vratislavického zlomu ve Vratislavicích vyvěrá minerální

voda bohatá na CO_2 (na správním území města Liberce). Příčinou těchto geologických procesů jsou opakující se seismické otřesy šířící se od jihovýchodu podél výše uvedených geologických zlomů. Jejich účinky byly registrovány jak v nedávné minulosti, tak i v současné době (Grüntzer 1901, Klomínský & Woller 2010).



Obr. 5. Schéma specifické vydatnosti podzemní vody v hydrogeologických vrtech ve správním území Jablonce nad Nisou.

Fig. 5. Ground water substantiality of hydrogeological bore-holes in the Jablonec nad Nisou administrative area.

Geofyzikální pole správního území Jablonce nad Nisou

Nejvýraznější intenzita magnetického pole v širokém intervalu od -70 do $+100$ nT tvoří pásmo mezi Prosečí nad Nisou a Novou Vsí nad Nisou. Sleduje hranici mezi tanvaldským a libereckým granitem a přísluší porfyrickému biotitickému granitu libereckého typu.

Obsahy uranu v zemském povrchu na území města a v jeho okolí vykazují poměrně široké rozpětí hodnot od 2 do 7 ppm U (part per milion = miliontina z celku, resp. 10–4 %). Vysoké hodnoty obsahu uranu byly zjištěny v tanvaldském granitu, zejména v blízkosti jeho kontaktu s libereckým granitem v městské zástavbě mezi kokonínským a harcovským zlomem. Příkon fotonového dávkového ekvivalentu záření gama zohledňuje celkový radiační účinek gama záření přírodních radioaktivních prvků (K, U a Th) hornin na zemském povrchu. V Jablonci nad Nisou a okolí dosahuje hodnot 70–130 nSv/h (nanosievert za hodinu). Jedná se o hodnotu slabě nadprůměrnou, a to především na jižních svazích Jizerských hor (v pásmu od Proseče nad Nisou po severní část Jablonce a Jablonecké Paseky).

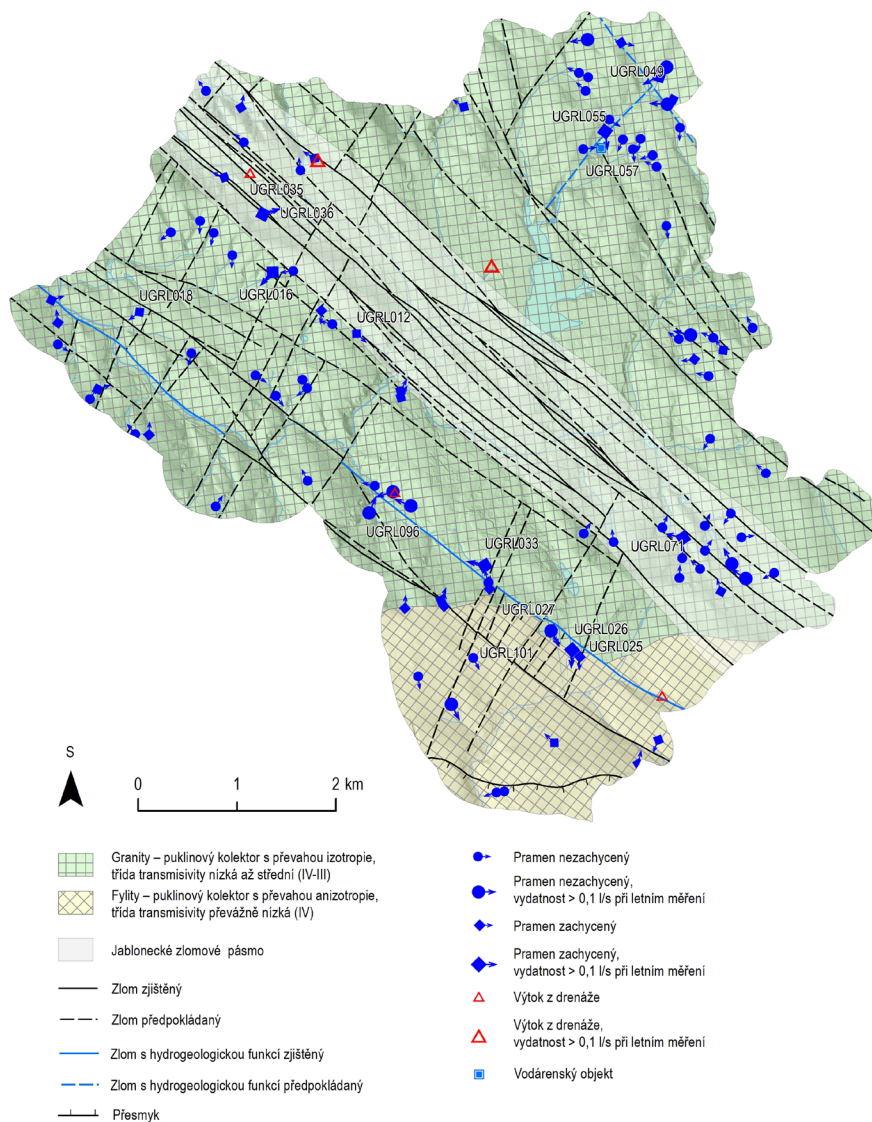
Zdroje geotermální energie v souvislosti s geologickým prostředím. Na území města Jablonec nad Nisou je jedním ze zdrojů geotermálního tepla liberecký a tanvaldský granit. Tento druh obnovitelné energie neustále vzniká v těchto granitech radioaktivním rozpadem zastoupeného uranu, thoria a draslíku s přidavkem tepla z nitra Země. Mapa tepelné produkce libereckého a tanvaldského granitu na území Jablonce nad Nisou je odvozena z leteckých radiometrických map 1 : 50 000 draslíku, uranu a thoria (obr. 3). Anomální centra akumulací geotermální energie jsou seskupena v prostoru jablonecké zlomové zóny a harcovského zlomu. Obě uvedená zlomová pásma reprezentují rozsáhlý vodonosný drenážní puklinový systém, dovolující meteorickým vodám hloubkovou penetraci do jádra granitového tělesa s vysokou tepelnou produkcí, kde dochází k jejich ohřevu, cirkulaci a kumulaci tepla. Akumulace pozitivních anomálií tepelné produkce v blízkosti zvodněných dilatačních zlomů indikuje lokality s vysokým potenciálem využití geotermální energie k vytápění a ohřevu vody v domovní zástavbě města. K tomuto účelu byla v Jablonci nad Nisou již realizována řada projektů využívajících geotermálních čerpadel země–voda.

Nerostné suroviny

Nejvýznamnější nerostnou surovinou v zájmovém území je tanvaldský a liberecký granit, který byl průmyslově těžen od 19. do 1. pol. 20. století. Největší rozmach těžby nastal od konce 19. stol. do první světové války. Ložiska šterkopísků, cihlářských surovin a rašeliny měla význam v minulosti, dnes se zde žádné suroviny tohoto druhu netěží. Tradiční surovinou pro výrobu hrubých i jemných kamenických výrobků na území města je liberecký a tanvaldský granit, známý též pod názvem železnobrodská nebo jablonecká žula. Těžba libereckého granitu probíhala v řadě stěnových lomů v lesním komplexu na severním okraji města mezi Lukášovem a Jabloneckými Pasekami. Lomy v tanvaldském granitu byly založeny hlavně na svazích Černostudničního hřebene a Císařského kamene v jižní periférii Jablonce.

Na území města bylo celkově vylomeno asi 0,5 mil. m³ libereckého granitu, a 0,2 mil m³ tanvaldského granitu, dnes jsou všechny kamenolomy již dlouhodobě opuštěné (obr. 4).

Nejrozsáhlejší rašeliniště existovalo v západní části Rýnovic, kde na ploše osmi hektarů pokrývala 2,5 m mocná vrstva rašeliny ložisko jílů šedé barvy (viz Účelová geologická mapa



Obr. 6. Hydrogeologické schéma správního území Jablonce nad Nisou.
Fig. 6. Hydrogeological scheme of the Jablonec nad Nisou administrative area.

Jablonec nad Nisou a okolí). Zatímco rašelina v minulosti sloužila jako palivo, tak z jílu byly v místní cihelně vyráběny cihly.

Uranová mineralizace v Kokoníně. Lokalita s uranovou mineralizací se nachází u rodinného domu v Krkonošské ulici č. p. 5337 v Kokoníně, téměř na linii kokonínského zlomu (Goliáš et al. 2016). Výchoz čocky uranového zrudnění leží v těsném exokontaktu tanvaldského granitu. Rudní zóna malého rozsahu se skládá z několika subvertikálních křemenných žil severojižního směru obsahující reliktu hydratovaného uraninitu.

Hydrogeologie

Město Jablonec nad Nisou je v současné době zásobováno pitnou vodou z úpravny povrchové vody u přehradní nádrže Souš. Současná kapacita odběru povrchové vody z přehradní nádrže Souš je 300 l.s^{-1} . Na území města zasahují celkem tři větší jímací území starého vodovodu: Černá Studnice, Mšeno, a Jindřichov s celkovou průměrnou vydatností pramenišť $10,5 \text{ l.s}^{-1}$. Ostatní místní vodní zdroje využívané pro zásobování obcí byly v minulosti odstaveny. Celková průměrná vydatnost jímacích území podzemních vod historického vodovodu, která leží alespoň z větší části na území města Jablonec nad Nisou, byla 10 l.s^{-1} . Jímací území zahrnovala celkem 164 objektů.

Oblasti perspektivní z hlediska jímání podzemních vod, tzn. oblasti s výskytem pramenů či vodních zdrojů s nadprůměrnou vydatností:

1. Jablonecké zlomové pásmo (viz obr. 5 a 6), do kterého spadá jímací území Černá Studnice. V rámci zlomového pásma závisí vydatnost vrtů na jejich pozici vůči jednotlivým zlomům v pásmu a na morfologické pozici. Větší vydatnost lze očekávat v údolích s větší mocností kvartéru a zvětralin. V jímacím území Černá Studnice byly zjištěny vyšší obsahy radonu v podzemních vodách.

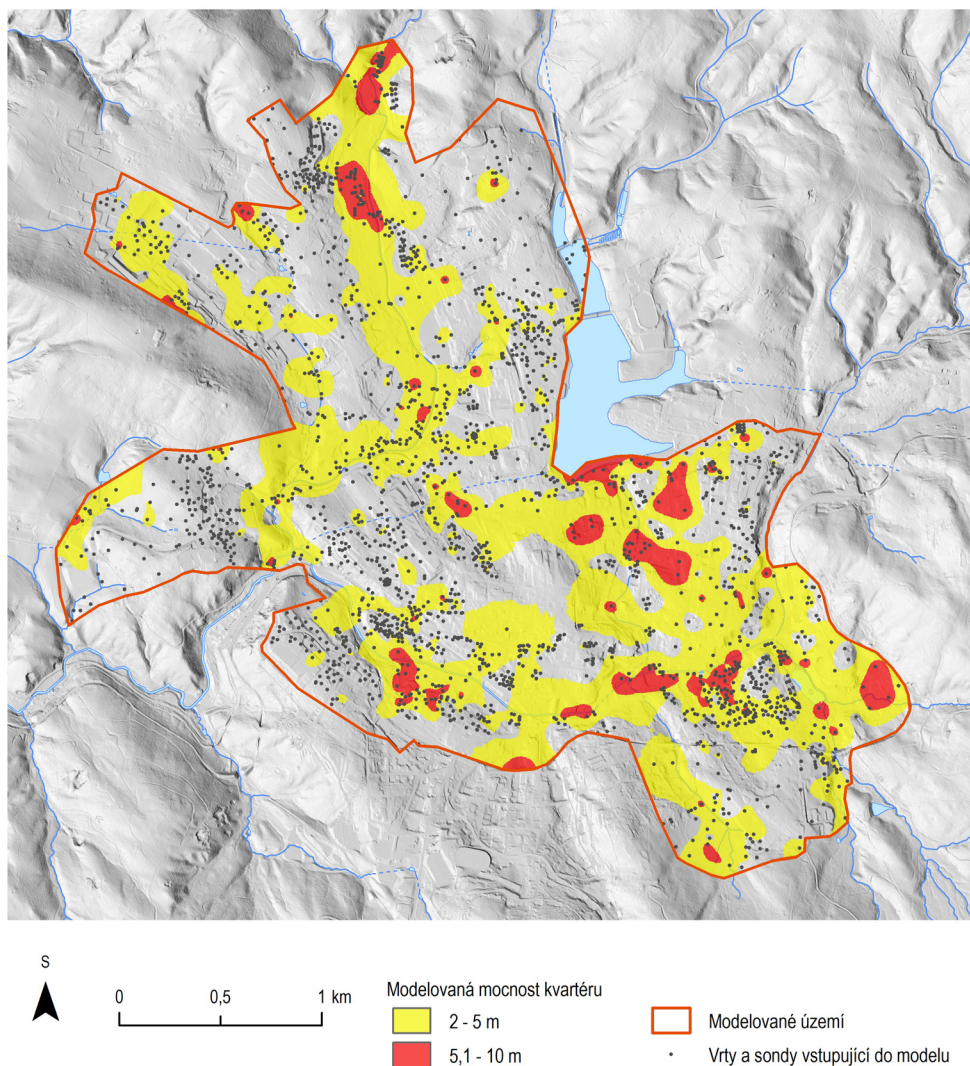
2. Okolí kokonínského zlomu a jeho prodloužení směrem na SZ k údolí Lužické Nisy. Také v této oblasti byly nalezeny některé prameny s vysokými obsahy radonu.

3. Údolí jindřichovské větve historického vodovodu Jablonec nad Nisou ležící v údolí bezejmenného potoka mezi Jindřichovem a vodní nádrží Mšeno.

Podzemní vody mělkého oběhu jsou typu Ca-SO_4 , s nízkou celkovou mineralizací do 150 mg.l^{-1} . Pro hlubší oběh podzemních vod je typický hydrochemický typ Ca-HCO_3 , a celkový obsah rozpuštěných látek do 400 mg.l^{-1} . Část vzorků podzemních vod odebraných z pramenů jižní části Jablonec nad Nisou, v okolí kokonínského zlomu a v prostoru jímacího území Černá Studnice, byla typu Na-Cl . Radioaktivita podzemních vod v oblasti tanvaldského granitu byla známa již ve 30. letech 20. století (Wagner 1931, 1942). Nejvýznamnější z nich je Schindlerův pramen s aktuální stabilní vydatností $0,55 \text{ l.s}^{-1}$ a aktivitou v rozmezí 1 830 až $2\,450 \text{ Bq.l}^{-1}$ (Kohn 2015). Na pomezí Vratislavic nad Nisou a Proseče nad Nisou byl roku 1862 objeven pramen minerální vody dnes známý pod názvem Vratislavická kyselka.

Inženýrská geologie

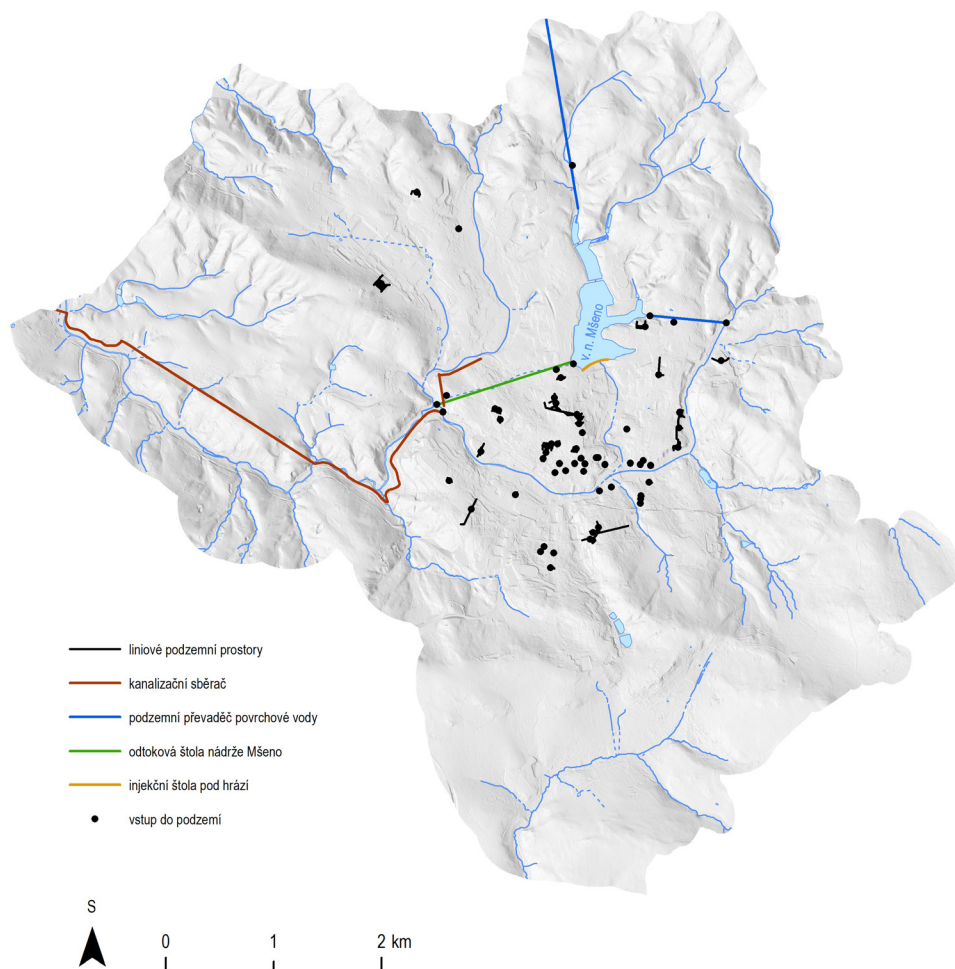
Kvartérní sedimenty jsou na území města vázány především na oblasti kolem vodních toků – fluviální (říční) a organické sedimenty – a svahů (svahové a splachové sedimenty). Za účelem zpřesnění tradičním způsobem vykreslených kontur kvartéru byl proveden pokusný



Obr. 7. Území centra Jablonce nad Nisou se sítí geotechnických vrtů s konturami mocnosti kvartérních sedimentů.
Fig. 7. Geotechnical bore-hole network with contours of the Quaternary cover in the Jablonec nad Nisou town center.

výpočet konceptuálního modelu mocnosti veškerého zjištěného kvartéru bez bližšího určení. Je potřeba upozornit, že tyto modely mohou poskytnout pouze orientační údaje o charakteru hornin a zemin, vždy je proto nutné informace zjištěné z modelů ověřit v praxi.

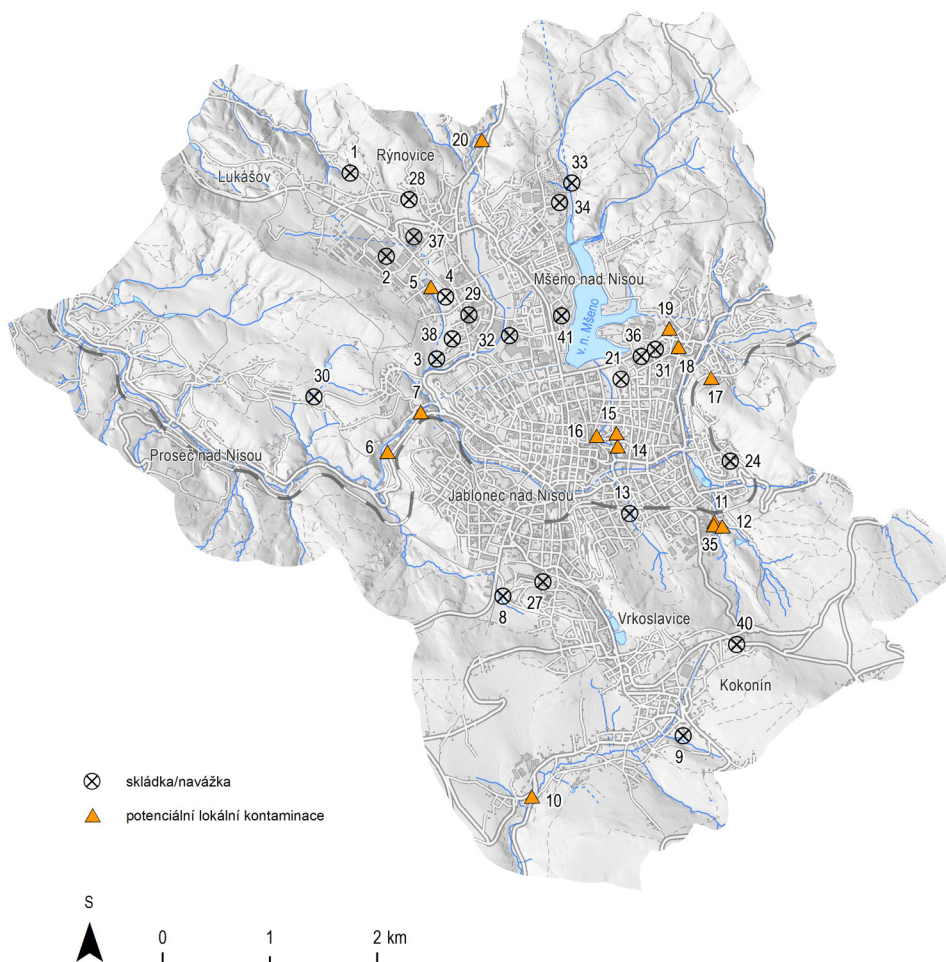
V modelu mocnosti kvartéru je poměrně dobře např. vykreslena údolní niva Bílé Nisy (obr. 7). Zřetelně lze vidět, že kvartérní sedimenty zde dosahují mocnosti i více než 5 m. Lze také indikovat navážky, které nelze vymapovat v terénu ani ověřit jiným způsobem.



Obr. 8. Podzemní objekty a liniové podzemní stavby ve správním území Jablonce nad Nisou.
 Fig. 8. Underground objects and linear structures in the Jablonec nad Nisou administrative area.

Maximální mocnost eluvia (16,7 m) na území města byla zjištěna ve vrtu JM-1 na lokalitě Mšeno IV. Dle archivní prozkoumanosti má eluvium skalního podkladu mocnost nejčastěji okolo 3 m (rozmezí 2–8 m).

Výsledkem inženýrsko-geologického rajonování města jsou oblasti horninového prostředí vyčleňovány na základě stejnorodosti nebo podobnosti litologického složení a geneze. V rámci rajonů se dále vyčleňují podrajony – modely vertikální skladby základové půdy – na základě shodnosti a odlišnosti prostorového uspořádání hornin různého fyzikálně-technického charakteru.



Obr. 9. Navážky a skládky ve správním území Jablonce nad Nisou.
Fig. 9. Dumps and backfills in the Jablonec nad Nisou administrative area.

Podzemní prostory

Hornicky ražené stavby. Kanalizační sběrač B mezi Jabloncem nad Nisou a Libercem byl vybudován jako podzemní štola a hloubená kanalizace v celkové délce 11 km. Skládá se z pěti různě dlouhých úseků. Úseky 2 až 5 se nacházejí na území města Liberec. Úsek 1 na území Jablonce nad Nisou je dlouhý 1 950 m. Mocnost nadloží dosahuje až 80 m, z toho převážnou část tvoří slabě zvětralý liberecký granit. Kanalizační sběrač C (Pv08) byl budován v návaznosti na kanalizační sběrač B s celkovou délkou 3,3 km, protiletecký kryt Podhorská

(Pk 13) s délkou 50 m, štábní kryt u pošty s délkou 60 m, kryt v Jitřní ulici s délkou 60 m, kryt u domu v Zahradní ulici č. p. 17 s délkou 100 m, kryt u bývalého podniku FAB-Zeiss Jena v Rýnovicích s délkou 200 m, štola v Korejské ulici pro jímání vody s délkou 56 m, odpadní štola přehrady Mšeno (Pv03) s délkou 1 259 m je spojkou mezi přehradou Mšeno a řekou Nisou pro odvod přívalové vody z přehrady.

Hloubené podzemní stavby. Hloubené a zastropené protiletcecké zákopy v Pivovarské ulici, podzemní skladiště splaškových kalů v Proseči nad Nisou (Pk61), injekční štola pod gravitační hrází Mšenské přehrady.

Zastropené toky. Typickým příkladem pro Jablonec nad Nisou je areál věznice a bývalého závodu LIAZ, levostranný přítok Nisy pod hřištěm u Mozartovy ulice, částečně Mšenský potok, bezejmenná vodoteč mezi Loveckou a Lesní ulicí či odtok z Vrkoslavických pivovarských rybníků.

Dekorační kameny a dláždění v památkové zóně města

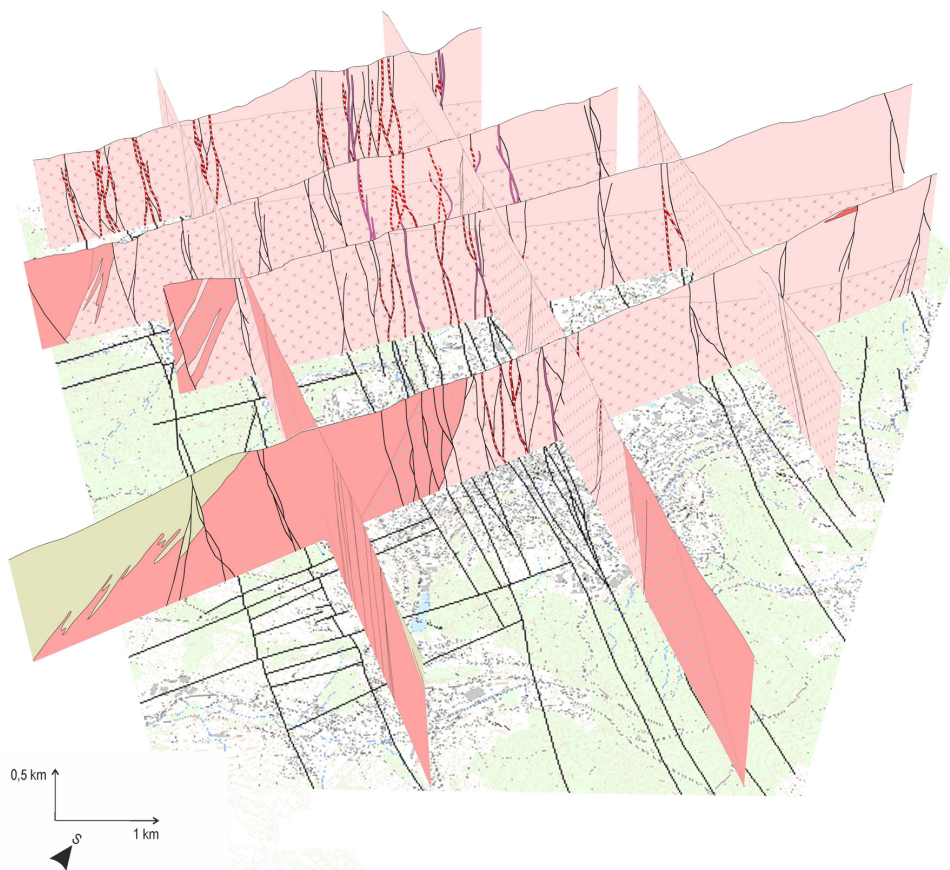
Při rekognoscaci centra města a jeho přilehlého okolí bylo zjištěno, že nejčastěji používané horniny jsou granity (žuly) z Liberecka a Tanvaldska a žilné dolerity ze Šluknovska. Vedle těchto hornin se uplatnily např. břidlice (fylity) ze severního okolí Železného Brodu (tzv. železnobrodská břidlice) a bazaltoidy (čediče) z Liberecka a Českého středohoří. V posledních letech vedle hornin cizí proveniencie (např. strzegomská žula z Polska), také vahlovická žula z Blatenska, tiská žula z čistecko-jesenického masivu nebo supíkovický a lipovský mramor z Jesenicka. Při výzdobě interiérů se využívaly i různé zahraniční mramory; za zvláštní pozornost stojí obložení vstupního vestibulu a chodeb radnice na Mírovém náměstí slovenským „zlatým“ travertinem.

Průmyslová a komunální kontaminace povrchu města

První kategorií identifikovaných objektů jsou navážky, které svou plochou a mocností významně ovlivňují reliéf. Tvořeny jsou převážně přemístěnou zeminou. Druhou kategorií jsou skládky, tvořené různými druhy odpadu, někdy překryté zeminou. Třetí kategorií jsou místa potenciální bodové kontaminace. Jsou to především využívané i nevyužívané průmyslové areály, u některých byla kontaminace v dřívějších dobách prokázána. Zdrojem kontaminace půd nebo podzemních vod ale mohou být všechny lokality (u navážek je to méně pravděpodobné). Některé lokality jsou vedeny a podrobně popsány v SEKM (Systém evidence kontaminovaných míst, www.sekm.cz).

Závěry společenské relevance urbanistického geologického průzkumu Jablonce nad Nisou

Česká geologická služba provedla na žádost Magistrátu Jablonce n. N. průzkum urbanistické geologie správního území města. Integrovaná data studie v prostředí GIS mohou sloužit ke konstrukci 3D modelů s geologickou tematikou (obr. 10). Základní možnosti vizualizace



Obr. 10. 3D (plotový) model geologické stavby centrální části Jablonce nad Nisou.
 Fig. 10. 3D (fence) geological model of the Jablonec nad Nisou town center.

modelů jsou: zobrazení 3D prostoru, dotazování na atributy jednotlivých elementů (hornin, zlomů apod.), možnosti vypínání a zapínání jednotlivých vrstev, tvorba virtuálních vrtů a řezů kdekoli v prostoru modelu, výpočet mocností jednotlivých geologických těles. Tyto modely podzemí města různých měřítek mohou sloužit k vizualizaci a k rozhodovacím analýzám pro management města, městské architektky, geotechnické inženýry, developery a další specializace.

Výsledky průzkumu urbanistické geologie města Jablonce nad Nisou mají následující přínosy i pro další městské aglomerace v ČR. Využití datových sad z oboru geologie pro tvorbu multidisciplinárních map a prostorových modelů území měst k využití zdrojů podzemní vody, geotermální energie, pro plánování plošně rozsáhlé výstavby (brownfieldy) a přípravu podzemních případně liniových staveb. Využití geologických poznatků k ochraně životního prostředí jednotlivých městských aglomerací při identifikaci navážek odpadního materiálu (man-made infilling) pro plánování nové výstavby.

LITERATURA

- KLOMÍNSKÝ J., PETYNIÁK O. (eds) , AUE M., BĚLOHRADSKÝ V., DUDÍKOVÁ B., HOLÁSEK O., PECINA V., ROUS I., RUKAVIČKOVÁ L., ŠREK J., SEDLÁK J. & VAJSKEBROVÁ M. 2019: *Studie urbanistické geologie města Jablonce nad Nisou*. Unpublished manuscript. Deposited in: Archiv České geologické služby, Praha.
- GNOJEK I., DĚDÁČEK K., ZABADAL S. & SEDLÁK J. 2005: *Letecké geofyzikální mapování radioaktivních zátěží Liberecka. Závěrečná zpráva*. Unpublished manuscript. Deposited in: Geofond České geologické služby, Praha.
- GOLIÁŠ V., TUMURKHU G., KOHN P., ŠÁLEK O., PLÁŠIL J., ŠKODAR. & SOUMAR J. 2016: Construction of new houses on a uranium vein outcrop: A case study from the Czech Republic. *Nukleonika* **61(3)**: 343–349.
- GRÄNZER J. 1901: Das sudetische Erdbeben vom 10 Janner 1901. *Mitteilungen des Vereines der Naturfreunde in Reichenberg* **32**: 1–77.
- KLOMÍNSKÝ J. (ed.) 2004: *Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000. List 03-143 Liberec s textovými vysvětlivkami*. Česká geologická služba, Praha.
- KLOMÍNSKÝ J. (ed.) 2006: *Základní geologická mapa České republiky 1 : 25000. List 03-323 Jablonec nad Nisou s textovými vysvětlivkami*. Česká geologická služba, Praha.
- KLOMÍNSKÝ J. & WOLLER F. (eds) 2010: *Geological studies in the Bedřichov water supply tunnel. Technical report 02/2010*. Unpublished manuscript. Deposited in: Správa úložišť radioaktivních odpadů a Česká geologická služba, Praha.
- KOHN P. 2015: *Prameny radioaktivních vod v oblasti tanvaldského granitu*. Unpublished manuscript, dissertation thesis. Deposited in: Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů, Přírodovědecká fakulta UK, Praha.
- MRÁZOVÁ Š. (ed.) 2006: *Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000. List 03-144 Tanvald s textovými vysvětlivkami*. Česká geologická služba, Praha.
- PROKOP F. 1948: *Soupis lomů ČSR, okres Liberec*. Československý svaz pro výzkum a zkoušení technicky důležitých látek a konstrukcí a Státní geologický ústav ČSR, Praha.
- PROKOP F. 1968: *Zpráva o inventarizaci ložisek nerostných stavebních surovin provedené na území topografického listu M-33-43-C (Liberec)*. Unpublished manuscript. Deposited in: Geofond České geologické služby, Praha.
- SEDLÁŘ J. 1971: *Jablonec – Liberec. Surovina: kámen*. Unpublished manuscript. Deposited in: Geofond České geologické služby, Praha.
- SEDLÁŘ J. (ed.) 1973: *Závěrečná zpráva Tanvald. Surovina: dekorační kámen*. Unpublished manuscript. Deposited in: Geofond České geologické služby, Praha.
- SEDLÁŘ J. & KOŘÁN J. 1977: *Nová Ves n. Nisou. Dekorační kámen*. Unpublished manuscript. Deposited in: Geofond České geologické služby, Praha.
- WAGNER A. 1931: *Radioaktivität und radioaktive Quellen in den Sudetenlandern*. Sammlung Gemeinnutziger Vorträge, Praha.
- WAGNER A. 1942: Radioaktivität der Quellen im Sudetenland. *Firgenwald* **13**: 94–111.
- WATZENAUER A. 1935: Die Geologie des Bezirkes Gablonz. *Heimatkunde des Bezirkes Gablonz* **4**: 1–119.