geovědy

PUTOVÁNÍ ZA VODOU

STŘEDNÍ ŠKOLY

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
VODNÍ ZDROJE CHRUDIM®
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

O podzemních vodách obecně

Železné hory jsou pro výuku geologie a jí příbuzných oborů velmi vhodné. Důvodem je jejich snadná dostupnost, pozice v Pardubickém kraji i v České republice, a zejména zastoupení téměř všech geologických jednotek s názornými lokalitami, které lze shlédnout během krátké doby.

Následující schéma uvádí postup pro předávání poznatků jedné z aplikovaných odnoží geověd – hydrogeologie, které je použitelné na území Národního geoparku Železné hory, ale i v dalších území v České republice:

a) pozice lokality v geologické stavbě definovaného celku s uvedením stratigrafické příslušnosti,

b) tektonický plán území a typ horninového prostředí lokality s jednoduchým a schématickým vyčleněním základních horninových typů, jejich stručný popis,

c) pozice lokality v hydrogeologické struktuře, její popis z hlediska oběhu a režimu podzemních vod,

d) fyzikální vlastnosti zastoupených hornin,

e) hydrogeologická prozkoumanost a popis reprezentativních vrtných profilů a dalších souvisejících údajů (např.vertikálního rozmístění kolektorů či izolátorů),

f) reprezentativní data o hydrochemii zastoupených podzemních vod,

g) aplikace nově nabytých znalostí pro odvození zásad obecné, lokální a regionální ochrany podzemních vod v území.

Popisy výše uvedených témat koncipovat jako příběh, jehož nosným tématem jsou geovědy; toto pokládáme za nejzásadnější, nejnutnější, nejinspirativnější a nejzapamatovatelnější způsob výuky žáků i studentů; k tomu je vhodné využít i sady posterů, které jsou vytvořeny dle dále uvedených témat, pro prezentaci při exkurzích a terénních cvičeních.

Hydrogeologie v terénu

Hydrogeologie je jednou z aplikovaných částí geověd. Je interdisciplinární a prolíná se např. s chemií, fyzikou či hydraulikou. Jako každou odnož geověd ji nelze učit a pochopit bez návštěvy terénu, proto jsou nutnou součástí projektu „GEOVĚDY“ (a hydrogeologii zejména) exkurze a terénní cvičení.

V pořadí již při druhé exkurzi s mottem „Putování za vodou“ navštívíme celkem devět lokalit, jejichž výběr vychází z ústředního motivu, který je zakomponován do loga projektu GEOVĚDY i do loga Geoparku Železné hory. Důraz je zejména kladen na téma „mezozoikum“ a téma „hydrogeologie“. Význam hydrogeologie je dán souběhem příznivé geologické stavby a možnostmi vodárenského využití podzemních vod z území na obou svazích Železných hor.

K vybraným devíti lokalitám uvádíme stručný komentář, uzpůsobený pro výklad, který by měl mít charakter příběhu. K jednotlivým lokalitám je vždy přiřazeno motto usnadňující zapamatování příběhu.

POUŽITÉ PIKTOGRAMY:

PŘÍSTUPNÉ VOZEM

PŘÍSTUPNÉ PĚŠKY

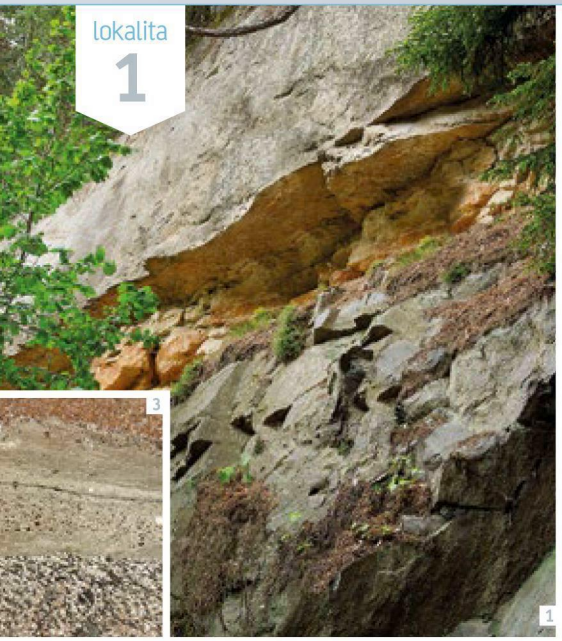
VSTUP POUZE S PRŮVODCEM

POHLEDOVÁ LOKALITA

SKALNÍ VÝCHOZ

LOKALITA S VRTEM

LOKALITA S PRAMENEM



KDE A JAK SE TVOŘÍ PODZEMNÍ VODY

Roudná – Zderaz: výchozy rul, pískovců a opuk

1 Roudná – transgrese cenomanských pískovců na ruly polického krystalinika.

2 Zderaz – přechod cenomanských pískovců do opuk spodního turonu.

3 Dobrkov – vrt SN-4. Transgrese pískovců na granodiorit. Vrtné jádro z hloubky 164 m.

Severovýchodní okraj Železných hor, který je tvořen hlubinnými vyvřelinami a přeměněnými horninami, je konturován a překrýván sedimenty ve vývoji pískovců a vápnitých prachovců (opuk) – pozůstatků záplavy křídového moře na český masiv. Názorná ukázka transgrese pískovců na ruly je zachována v údolí Novohradky u obce Roudná. Skalní defilé u obce Zderaz je příkladem změn v sedimentaci, kdy pískovce cenomanského stáří přecházejí do vápnitých prachovců (opuk) spodnoturonského stáří.

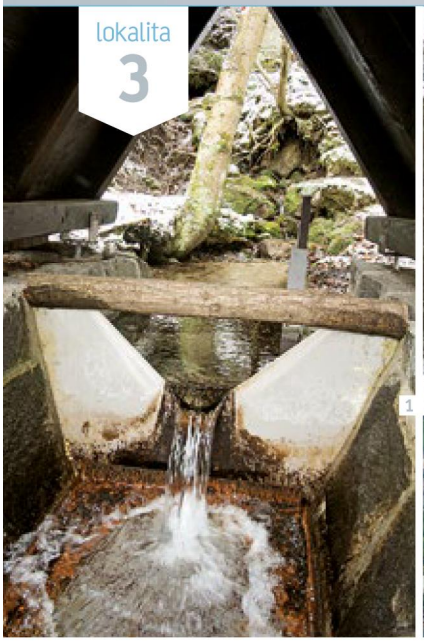
Z hydrogeologického hlediska je toto území označováno za oblast infiltrace a tvorby zásob podzemních vod.

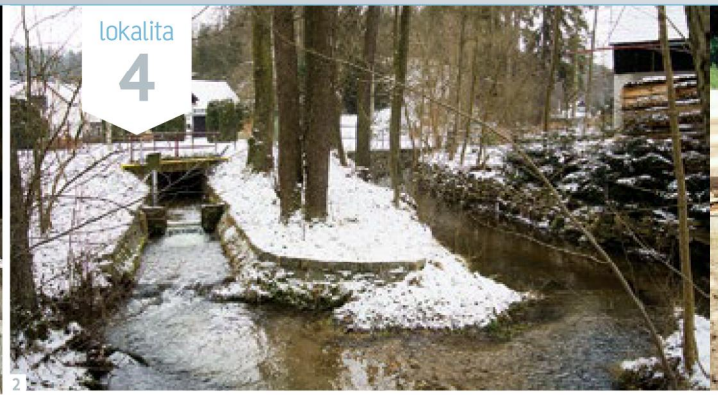
Rozdílná litologie, fyzikální vlastnosti a prostorové uspořádání horninových komplexů ovlivňuje množství infiltrovaných srážkových vod a jejich následný odtok.

Na uvedených skalních výchozech lze demonstrovat rozdílnost horninového prostředí z hlediska propustnosti (puklinová, průlinová) a dalších parametrů, ovlivňujících proudění a akumulaci podzemních vod v horizontálním i vertikálním směru (kolektor, izolátor).

Látkové složení hornin ovlivňuje v oblasti infiltrace a tvorby i chemismus podzemních vod. Horninové složení a tektonická stavba území určuje morfologii terénu a charakter vegetace. Tyto kategorie pak určují i zranitelnost podzemních vod a způsob jejich ochrany.

Z hlediska demonstrace geologických a na ně navazujících hydrogeologických fenoménů patří obě lokality v NGŽH k nejnázornějším a tvoří logický úvod do hydrogeologie území a do lokalit, které v rámci „Putování za vodou“ následují.





PRAMENY

Prameny Kapalice a Nadymač u Nových hradů

1 Pramen Kapalice – měrný profil ČHMÚ.

2 Roudná – měrný profil ČHMÚ Nadymač.

3 Nové Hrady – jímací území VAK Chrudim a jezírka pod zámkem.

Nedaleko Roudné a Zderaze, v blízkém okolí Nových Hradů vyvěrá podzemní voda. V zalesněném údolí Novohradky, nedaleko chaty Polánka, vytéká z rozpukaných cenomanských pískovců pramen Kapalice. Do soustavy rybníků u zámku v Nových Hradech vyvěrá z opuk turonského stáří mohutná soustava pramenů souhrnně nazývaná Nadymač. Pramen Kapalice a prameny Nadymač se liší vydatností, stálostí a chemismem podzemní vody.

Puklinový pramen Kapalice reprezentuje rychlý oběh podzemní vody. Vzdálenost oblasti tvorby je relativně malá od místa přírodního odvodnění. Průměrná vydatnost Kapalice činí 2,7 l/s. Odolnost křemenných zrn pískovců vůči rozpouštění je příčinou nízké mineralizace a nízké hodnoty pH. Stálost příznivého chemismu podzemní vody dokládá i ekosystém vázaný na rybníček pod pramenem. Kapalice je cílem turistů, toužících po čerstvém vzduchu, dobré pramenité vodě a zdravém pohybu.

Průměrná vydatnost pramene Nadymač 86 l/s dokládá široce založenou oblast tvorby podzemních vod. Otázku geneze pramene řešila řada hydrogeologů a neexistuje o ni dosud ucelený názor. Zvýšená mineralizace a vysoká tvrdost vody odráží hydrochemické procesy související s rozpouštěním uhličitanu vápenatého. Stálost chemismu pak dokládá dlouhou dobu zdržení podzemní vody v horninovém prostředí. Zvýšené koncentrace dusičnanů naopak dokumentují charakter hospodaření v území v blízkém okolí Nadymače. V blízkosti pramenů je vybudována řada vodárenských objektů, kterými jsou jímány přebytky podzemních vod, a kterými lze Nadymač zcela uměle odvodnit.

VRTY

Doubravice – monitorovací vrty SN-1, SN-1a

1 Těžení horninového jádra.

2 Monitorovací vrt SN-1.

3 Glaukonitický pískovec v jádrovnici s diamantovou korunkou.

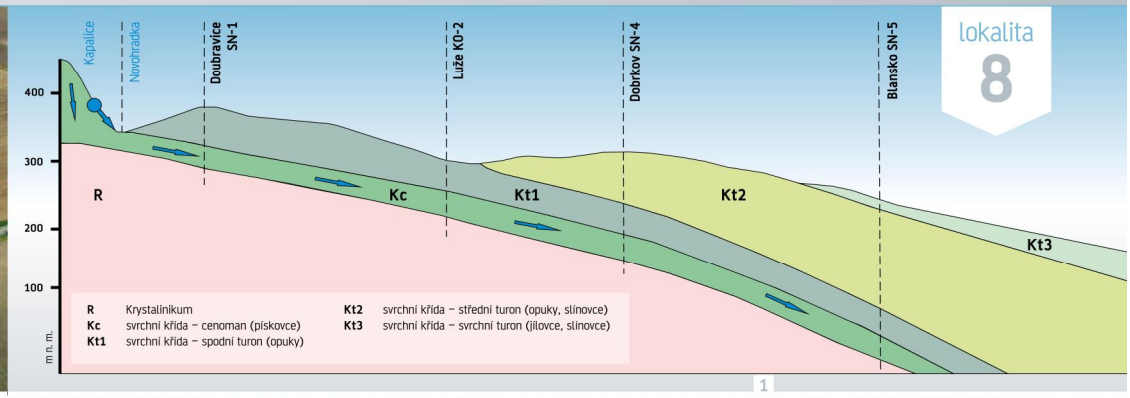
4 Jádro písčitých prachovců (opuk).

Odhalené výchozy skal a významné pramenní vývěry jsou relativně vzácné. Geologové a hydrogeologové proto chybějící informace získávají prostřednictvím vrtů. V blízkosti obce Doubravice, při silnici Nové Hrady – Luže, byly při regionálním hydrologickém průzkumu vyhloubeny a vystrojeny vrty SN-1 a SN-1a, které jsou od sebe vzdáleny 100 m.

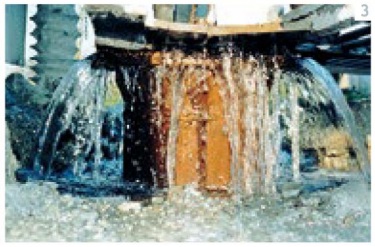
Vrt SN-1 je hluboký 82 m a je vystrojen ke sledování bazálního kolektoru A, vázaného na pískovce cenomanského stáří. Vrt SN-1a je hluboký 45 m a je vystrojen ke sledování nadložního kolektoru B, vázaného na vápnité prachovce spodnoturonského stáří.

Z hydrogeologického hlediska jsou průlinově propustné pískovce cenomanu od puklinově propustných opuk spodního turonu odděleny při bázi opuk 1 m až 2 m mocnou polohou glaukonitických jílovců, které mají charakter mezilehlého izolátoru.

Dlouhodobé monitorování úrovní hladin a chemismu podzemních vod dokumentuje funkci izolátoru a z toho vyplývající odlišný režim podzemních vod obou kolektorů. Reakce hladin na srážky činí v kolektoru A 40–50 dní, s výkyvy hladin ±1,5 m, u kolektoru B pak 5–7 dní s výkyvy hladin ±10,0 m. Krátká odezva oscilací hladiny podzemní vody na srážky u vrtu SN-1a dokumentuje blízkost oblasti infiltrace. Tomu také odpovídá chemismus podzemní vody s nadlimitní koncentrací dusičnanů. K přírodnímu odvodnění kolektoru A dochází skrytými přírony do toku v tektonicky založeném údolí Novohradky v okolí obce Bílý Kůň, k odvodnění kolektoru B dochází prostřednictvím vrstevných pramenních vývěrů u Bílého Koně.



1 2



3 4

2 3

1 4

JAK NAJÍT A JÍMAT PODZEMNÍ VODY

Jenišovice, prameniště Měrkovec: jímací vrty JS-1, JS-2

1 Prameniště Měrkovec.

2 Pramenní výměry u Měrkovce.

3 Artéský režim na vrtu JS-2.

4 Jenišovice – vrt JS-2 s přetokem 8 l/s.

V lokalitě Jenišovice – prameniště Měrkovec, která se nachází severně od Luže, je možné uvést více než 30 let starý příběh o hledání zdroje podzemní vody pro skupinový vodovod a o překvapení, které občas doprovází hydrogeologický průzkum.

V místě lokálního jímání vody – studnou ze 70. let minulého století pro objekty ZD v Jenišovicích bylo provedeno měření přírůnů na prvý pohled nevýznamném potůčku v okolí Měrkovce. Přírony podzemní vody ze břehů a ze dna však na vzdálenost 400 m vzrostly o 25 l/s. Liniové přírony do toku o této velikosti zpravidla souvisejí s tektonicky porušenými horninami. V blízkosti byl proto vybudován 50 m hluboký vrt JS-1, na kterém byla v kolektoru C (slínité prachovce spodnoturonského stáří) ověřena vedle volného režimu vydatnost několik desítek litrů za sekundu. Odběr tohoto množství ovlivnil průtoky potůčku i zdroje prameniště Měrkovec. Navíc při déletrvajícím odběru bylo aktivováno ohnisko znečištění (polní hnojiště) u obce Štěnec a kontaminační mrak byl přitahován k čerpanému vrtu JS-1, což vyloučilo jeho vodárenské využití. Proto byl v blízkosti vybudován vrt JS-2 o hloubce 147 m. Při vrtných pracích, po odtěsnění kolektoru C, byl ověřen artéský režim kolektoru B s přetokem 10 l/s podzemních vod na terén.

Lokalita Jenišovice je významná pro názornost hydrogeologických jevů (odlišný režim podzemních vod ve vícekolektorovém systému pánevní struktury, vertikální hydrochemická zonálnost, indicie svědčící o přírodním odvodnění kolektoru C).

Douška na závěr: území bylo do 18. století oblastí s mnoha rybníky „živenými“ řadou vývěrů z okolí Měrkovce. Svědčí o tom dosud zachovalé mohutné hráze bývalých rybníků severně od prameniště Měrkovec a lužní křída.

JAK SE MĚNÍ KVALITA PODZEMNÍ VODY

Blansko: monitorovací vrt SN-5

1 Schématický geologický profil území.

2 Stolany – přetok z vrtu PVN-3 (kolektor B).

3 Bílý Kůň – přetok železité vody z vrtu u Luže (kolektor A).

4 Blansko – přetok z vrtu SN-5 (kolektor A).

Chemické vlastnosti podzemních vod závisí na prostředí jejich tvorby a rychlosti pohybu vody v horninovém prostředí. V této souvislosti můžeme hovořit o horizontální a vertikální hydrochemické zonálnosti. Názorným příkladem pro vysvětlení horizontální zonálnosti je možnost konstrukce hydrochemického profilu podzemních vod v pískovcích cenomanské zvodně (kolektor A) od pramene Kapalice přes Luži s vrtem KO-2, Dobrkov s vrtem SN-4 až po Blansko s vrtem SN-5. Vždy se jedná o podzemní vody kolektoru A, které jsou vázány na pískovce cenomanského stáří.

Pramen Kapalice reprezentuje vody rychlého oběhu s nízkou mineralizací, nízkou hodnotou pH a hydrochemického typu $CaSO_4$ až $CaSO_4HCO_3$. Ve směru sklonu vrstev pískovců, k ose tzv. týnské synklinály, se mění vedle rychlosti proudění a litologie cenomanských sedimentů (zvyšuje se obsah $CaCO_3$ a podíl jílových částic) i chemismus vod: vzrůstá mineralizace, tj. množství rozpuštěných látek, a dochází ke změně typu vody, a to z $CaHCO_3SO_4$ na $CaHCO_3$.

Směrem do hloubky s klesající rychlostí proudění dochází k přeměně podzemních vod, a to až na typ NaHCO3. Celková mineralizace vod vzrostla od pramene Kapalice z hodnoty kolem 150–200 mg/l u vrtu SN-5 na více než 750 mg/l. S nadsázkou lze říci, že zasáklá kapka deště, která během tisíců let dotekla od Kapalice k Blansku „zestárla a ztěžkla“. Vlivem změn v chemismu se zásadně změnily i chuťové – senzorické vlastnosti. Voda z pramene Kapalice je „jiskrnná“ a má výbornou chuť. Voda od Dobrkova „chutná po železe“ a v Blansku má „mýdlovou příchuť“ a páchne po sirovodíku.

lokalita 9

lokalita 10

HISTORIE JÍMÁNÍ PODZEMNÍCH VOD NA SV. OKRAJI ŽELEZNÝCH HOR

Podlažice: jímací území

1 Podlažice s výhledem na Chrast a jímací území VAK Chrudim.

2 Podlažice – vrt S-2 (1941).

3 Chrašice – lázně.

4 Chrašice – lázně (artézská studna).

5 Podlažice – odpouštění vrtu V-2 [Dr. Zima (1956)].

Severovýchodní okraj Železných hor od nových Hradů až po Chvaletice je konturován sedimenty, které dokumentují záplavu českého masivu křídovým mořem. Kombinace výchozů pískovců a opuk o mocnosti 40 – 100 m a jejich tektonické porušení, které má místy až „parketový" charakter, vedla ke vzniku řady dílčích, do určité míry samostatných hydrogeologických struktur.

Z historického hlediska a z hlediska velikosti odběrů podzemních vod je nejvýznamnější tzv. podlažická deprese. Jedná se o pánvovitou, tektonicky omezenou oblast mezi městem Chrast a obcí Podlažice.

Z geologického a hydrogeologického hlediska je toto území budováno pískovci a opukami cenomanského až spodnoturonského stáří. Obvykle dvoukolektorový systém (viz lokalitu č. 6 Doubravice) je narušen tektonikou, která umožňuje vertikální přetékání vod mezi kolektory A a B i komunikaci povrchových vod Žejbra s horninovým prostředím (břežní a dnová infiltrace).

Počátky vodárenské tradice se datují k roku 1662, kdy byla povolena výstavba zámeckého vodovodu a zámecké vodárenské věže. V roce 1883 byla odvrtána prvá artéská studna pro zásobování města Chrast. V roce 1908 byl navrtán „vydatný artéský pramen", který poskytoval 15 l/s při výtlačné výšce 8 m. Ve 40. letech minulého století byly hloubeny další vodárenské vrty pro rozrůstající se město Chrast. Na přelomu 50. a 60. let minulého století byl zahájen komplexní hydrogeologický průzkum, jehož cílem bylo získání velkého množství kvalitní podzemní vody pro posílení zdrojů aglomerace Pardubice. Bez nadsázky můžeme hovořit o počátcích moderní hydrogeologie v Čechách.

JÍMÁNÍ PODZEMNÍCH VOD NA JZ. OKRAJI ŽELEZNÝCH HOR

Horní Studenec, Podmoklany: studny, jímací štoly a galerie

1 Letecký pohled na obec Horní Studenec.

2 Němcovy prameny. Pramenní jímka.

3 Vodní zdroj – štola Kostel.

4 Čelba v opukách ve štole s pramenními vývěry.

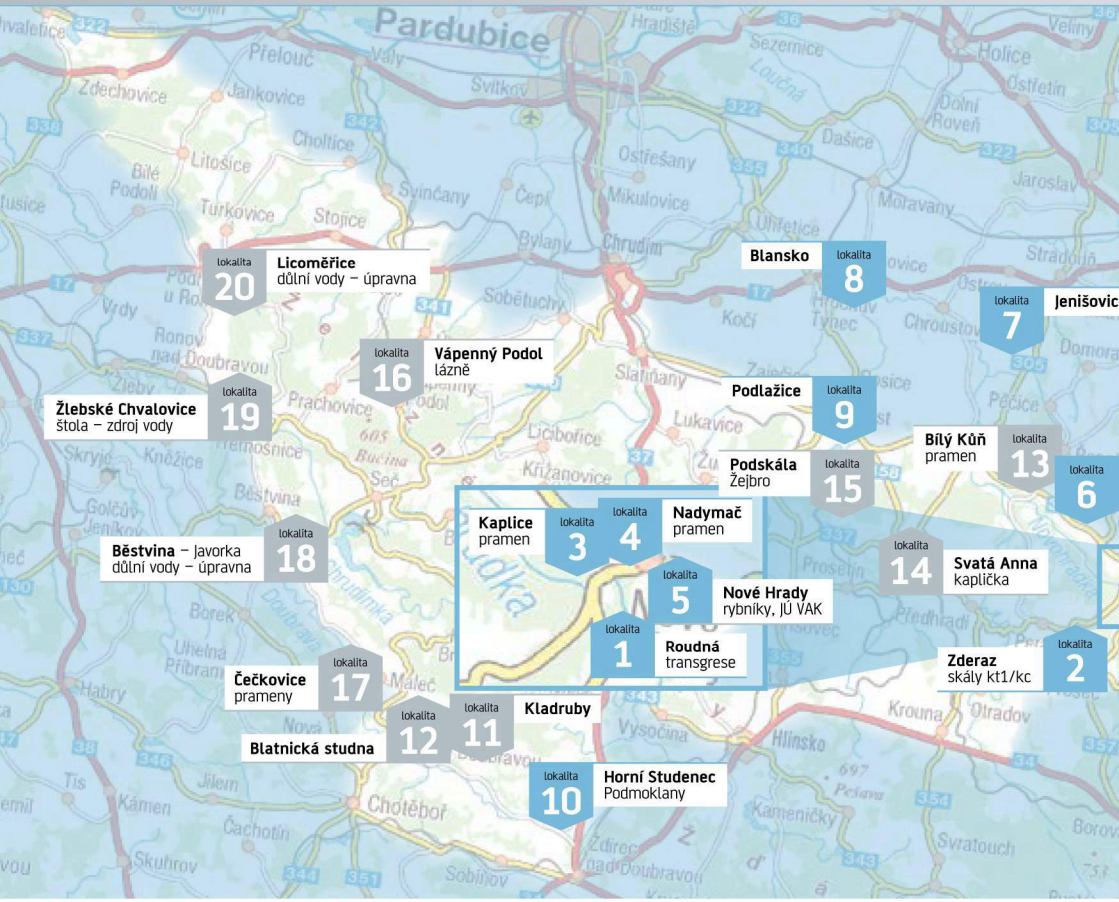
Na jihozápadní straně Železných hor je od Krucemburku až po Třemošnici vyvinut úzký pruh sedimentů ve vývoji pískovců (cenoman), slínitých prachovců a pískovců (spodní a střední turon). Protáhlý tvar území předurčil název geologické struktury – Dlouhá mez. Od tělesa Železných hor jsou sedimenty odděleny více než 40 km dlouhým železnohorským zlomem směru severozápad – jihovýchod. Řada příčných zlomů kolmých na železnohorský zlom člení Dlouhou mez na samostatné celky – kry.

Z hydrogeologického hlediska je pro území Dlouhé meze (rajony 4320, 4330) typické uplatnění přilehlé části krystalinika Železných hor na tvorbě zásob podzemních vod ve struktuře.

Systém podélných a příčných zlomů podmínil výskyt řady pramenních vývěrů, které byly ve 30. až 40. letech minulého století firmou Chmelík podchyceny pramenními jímkami, štolami a galeriemi. Ty tvoří z vodárenského hlediska ojedinělý systém technicky velmi dobře zachovalých jímacích objektů – bez nadsázky se jedná o technické památky.

K typickým ukázkám patří jímací území Horní Studenec a Podmoklany (zdroj Sušárna, Kostel, MNV, Štola u úpravny), kde délka štol a galerií se průřezem chodeb 1,0 m x 1,5 m místy dosahuje až 50 m. Gravitačně převáděnou podzemní vodou je zásobována Chotěboř a Havlíčkův Brod a v posledním období i Hlinsko.

Starý systém jímadel byl v 70. až 90. letech minulého století doplněn řadou vrtů o hloubkách až 100 m. Celkově je v okolí Studence a Podmokla odebíráno kolem 2 mil. m^3, 63 l/s.



PUTOVÁNÍ ZA VODOU

Je jisté, že návštěva výše uvedených devíti lokalit podává základní informace o hydrogeologii Železných hor na území národního geoparku. Pro hlubší poznání zařazujeme do předkládané brožury schématickou mapu s umístěním dalších 21 lokalit, ke všem jsou uvedena klíčová slova. Podrobnější komentář k těmto lokalitám, který má charakter exkurzního průvodce a podrobnější vysvětlivky ke klíčovým slomům, je uveden na internetovém portálu www.geovedy.cz, tvořícího součást projektu „GEOVĚDY".

Mapová prezentace vybraných lokalit na území geoparku poskytuje možnost i pro individuální návštěvu tohoto území a pro samostudium. Do budoucna připravujeme další činnosti, stavby a produkty, o kterých bude zájemce informován na webu www.geoparkzh.cz, kde jsou uvedeny i podrobné mapové situace k jednotlivým lokalitám.

Č.	Lokalita	Klíčová slova
1	**ROUDNÁ**	svrchní křída ~ krystalinikum ~ transgrese ~ hydrogeologie ~ infiltrace
2	**ZDERAZ**	podzemní voda ~ hydrogeologický kolektor ~ hydrogeologický izolátor ~ průlinová propustnost ~ puklinová propustnost
3	**KAPLICE**	pramen ~ zvodeň ~ mineralizace podzemní vod ~ infiltrační čelo ~ Český hydrometeorologický ústav
4	**NADYMAČ**	pramen ~ volná zvodeň ~ jímání podzemní vody ~ Český hydrometeorologický ústav ~ doba setrvání podzemní vody
5	**NOVÉ HRADY**	jímání podzemní vody ~ hydrogeologický vrt ~ studna ~ hydrogeologický průzkum ~ vícekolektorový systém
6	**DOUBRAVICE**	cenoman ~ turon ~ monitorovací vrt ~ vícekolektorový systém ~ vodní bilance
7	**JENIŠOVICE**	jímání podzemní vody ~ napjatá zvodeň ~ hydrogeologický vrt ~ zdroj znečištění ~ kontaminační mrak
8	**BLANSKO**	kvalita podzemní vody ~ prostá podzemní voda ~ minerální podzemní voda ~ hydrochemická zonálnost ~ senzorické vlastnosti
9	**PODLAŽICE**	povrchová voda ~ vcez ~ vsak ~ minimální hladina ~ tranzit podzemní vody
10	**HORNÍ STUDENEC**	oběh podzemní vody ~ tektonická stavba ~ pramen ~ drenáž podzemní vody ~ technická památka
11	**KLADRUBY**	svrchní křída ~ krystalinikum ~ železnohorský zlom ~ hydrochemická zonálnost ~ přetékání podzemní vody
12	**BLATNICE**	jímání podzemní vody ~ studna ~ cenoman ~ akumulace podzemní vody ~ drenáž podzemní vody
13	**BÍLÝ KŮŇ**	pramen ~ turon ~ drenáž podzemní vody ~ antropogenní kontaminace ~ peloidy
14	**SVATÁ ANNA**	pramen ~ turon ~ drenáž podzemní vody ~ studánka ~ poutní místo
15	**PODSKALA**	pramenní linie ~ turon ~ vcez ~ travertin ~ facie
16	**VÁPENNÝ PODOL**	devon ~ pramen ~ lázně ~ akratopega ~ krasová propustnost
17	**ČEČKOVICE**	jímání podzemní vody ~ turon ~ monitorování podzemní vody ~ jímací území ~ Český hydrometeorologický ústav
18	**BĚSTVINA**	důlní vody ~ kontaminace podzemních vod ~ krystalinikum ~ těžké kovy ~ důlní dílo
19	**ŽLEBSKÉ CHVALOVICE**	jímání podzemních vod ~ průzkumná štola ~ krystalinikum ~ důlní dílo ~ uranový průzkum
20	**LICOMĚŘICE**	důlní vody ~ kontaminace podzemních vod ~ čištění podzemních vod ~ radionuklidy ~ těžba uranu

Projekt „Geovědy“ je přístupný i na webových stránkách WWW.GEOVEDY.CZ. Na této adrese jsou k dispozici podrobnější informace o projektu, zároveň jsou zde uváděny i aktuální informace týkající se aktivit realizovaných v rámci projektu.

V záložce „MATERIÁLY KE STAŽENÍ“ budou postupně k dispozici elektronické verze publikací, pracovních listů, exkurzních průvodců, posterů a dalších vzdělávacích materiálů, které vzniknou během realizace projektu.

Webové stránky projektu nejsou pouze cestou k elektronickému vzdělávání v geovědních oborech, ale zároveň slouží i ke komunikaci mezi námi a vámi pedagogy. Rádi uvítáme vaše názory, myšlenky a další podněty pro doplnění či zlepšení našeho vzdělávacího programu.

REALIZACE PROJEKTU:

Vodní zdroje Chrudim, spol. s r. o.
U Vodárny 137, 537 01 Chrudim
www.vz.cz

KONTAKTNÍ OSOBA:

Mgr. Jan Doucek
doucek@vz.cz, tel.: 607 756 371
www.geovedy.cz

ISBN 978-80-905154-6-8
1. vydání, náklad: 50 výtisků
Chrudim, 2/2013

© 2013 redtype – KREATIVNÍ & GRAFICKÉ STUDIO

geovědy