

VODONOSNÝ KRAS

Hydrogeologii kras sám od sebe nezajímá; hydrogeologie si přeje zjistit, jaký má vliv přítomnost krasových dutin na chování pole (oblasti) průniku podzemní vody. To pole se shoduje s polem hydraulické propustnosti a okrajovými podmínkami.

Pro průtok vody v krasu je charakteristická duálnost, která je bezprostředním výsledkem stavby systému. Tři hlediska duálnosti:

DUÁLNOŠT INFILTRACE	difuzní (pomalá) infiltrace do bloků s menší propustností (bez kanálů)	rychlý vtok do kanálů
DUÁLNOŠT POLE RYCHLOŠTI PRŮTOKU PODZEMNÍ VODY	nižší rychlosti v puklinových propustích	vysoké rychlosti v kanálových propustích
DUÁLNOŠT VÝTOKU ZE SYŠTÉMU	difuzní odtok z bloků s nízkou propustností	koncentrovaný výtok z kanálů přes krasové prameny

- Počáteční heterogenita šířky primárních vodních cest (rang 1 – 50) se zkasověním naroste do do rangu 1 – 10⁶.
- Rozvoj jde od relativní homogenity k velké heterogenitě
- Zvýší se koncentrace toku do menšího počtu větších pramenů.
- Jejich hydragramy zůstanou více »krasové« / dvoukomponentové (rychlé reakce na srážky) a proto význačné pro kras.
- Rozvine se charakteristická duálnost krasu
- Celý vodonosný kras usiluje o to, aby se stal jedním »kontrolním volumenem«.

Zákonitosti přelévání zjišťujeme kontrolním volumenem

1. KV je blok krasové horniny s definovanými hranicemi a rozměry.
2. Počáteční struktura horniny.
 - 2.1 Lito-petrografické vlastnosti
 - 2.2 Porozita
 - 2.3 Mechanické vlastnosti
3. Mezní podmínky (systém otevřený / zavřený)
4. Vstupní hodnoty
 - 4.1 Hydrodynamické podmínky
 - 4.2 Chemické vlastnosti vody

VODONOSNÝ KRAS

RYCHLOSTI PRŮNIKU KRASEM	[m s⁻¹]
Průnik skrz půdu	$8 \cdot 10^{-8}$ - $1,5 \cdot 10^{-7}$
Vtok do otvoru	$1 \cdot 10^{-10}$ - $8 \cdot 10^{-7}$
Difuzní infiltrace	$4,5 \cdot 10^{-8}$ - $8 \cdot 10^{-4}$
Epikrasová zóna	$1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-3}$
Pukliny v hornině a komíny	$3 \cdot 10^{-2}$ - $1,5 \cdot 10^{-1}$
Krby a propasti	$5,5 \cdot 10^{-1}$ - $2 \cdot 10^0$
Vadózní toky	$1,5 \cdot 10^{-2}$ - $1 \cdot 10^0$
Freatické toky	$2,5 \cdot 10^{-4}$ - $2 \cdot 10^{-1}$
Loke-Logarček / SLO [freatický kanál]	$1,14 \cdot 10^{-2}$

1. Oddělit musíme rychlost impulzu od rychlosti pohybu částic.
2. Rychlost, kterou zdánlivě získáme, není identická s rychlostí toku přes samotné kanály.
3. Fasety ukazují max. 2% rychlosti v celku.

U Hjulstroemově kritické rychlosti pokryje stěny kanálu obklad jílových minerálů.

1. Koroze stěn drasticky klesne.
2. Zvětší se *penetrační vzdálenost*.
3. Kanál a tok jsou v dynamické rovnováze
4. Kritická rychlost je $v_x = 0,2 \text{ m s}^{-1}$.

v_x znamená rychlost *paragenetického prahu*.

KRASOVÉ OTVORY NENASYCENÉ (vadózní) ZÓNY

ZÓNA PŮDNÍHO PRŮSAKU

Charakteristiky:

1. Agresivní voda je ve styku s „plovoucími“ kusy horniny a statistickou hranicí horniny.
2. Ten proces není vázán na svislý odtok a ve skutečnosti není krasový.

Tvary:

- Vyloužené geologické struktury
- Kapsy
- Otvory po kořenech
- Přetvořené geologické struktury

Epikarasová zóna:

Hydrogeologicky jasně definovaná a dokázaná

- Na základě chování hydrogramů
- Izotopovými analýzami

Geomorfologicky dosud jen „postularizovaná“ na základě

- Domněle vytvořených cest svislého odtoku
- Činnosti v pleistocénu (*permafrost*)
- Zogovićova efektu

Význačné (typické) tvary negativní hmoty **nejsou** dokázány.

Ve slovinském krasu se "význačné" tvary prokazují jako zdánlivé. Více pravděpodobná v Moravském a Českém krasu.

KRASOVÉ OTVORY NENASYCENÉ (vadózní) ZÓNY

ZÓNA SVISLÉHO PRŮNIKU

A/ ÚZEMÍ ADHEZIVNÍHO POSUNU PO HORNINOVÝCH VRSTVÁCH

Charakteristiky:

1. Chaotický průnik do štěrbin bez ohledu na jejich vznik rozšířené štěrbin, kanály nevytvářejí, řečiště špatně definované.
2. Adsorbční stékání do pramínků – vznik koncentrických svazků.

<u>Tvary:</u>	<ul style="list-style-type: none"> • strmé kanály Ω profilu • naznačené žláby v otevřených mezivrstevních spárách • nepravidelně přemodelované geologické struktury převážně s drsnými stěnami.
----------------------	--

B/ ÚZEMÍ VOLNÉHO PÁDU AUTIGENNÍ VODY

Charakteristiky a tvary:

1. Kaskádové toky v menších otvorech (dutinách)
 - *nesprávně tvarované kanály*
 - *vícenásobně rozšířené geologické struktury*
 - *malé, „zřetězové“ propasti*
2. Volně padající praménky, aktivní vodní film na stěnách chodeb
 - *„velké propasti“ (dome pits)*
 - *zdeděné struktury: a) geologické*
b) speleologické

Frankeův efekt		
VODA	svažitý povrch	převisový, svislý povrch
agresivní	RÝHY	ZAOBLENÉ STĚNY
sintrotvorná	HLADKÝ POVRCH	ŽEBRA

KRASOVÉ OTVORY NASYCENÉ (freatické) ZÓNY

Vývoj názorů: od fluviálního ke geostrukturnímu modelu.

DYNAMOFREATICKÁ ZÓNA

1. Proteče v ní do 99% vody ve svazku.
2. Napájení je autochtonní (+ alochtonní).
3. Ve speleogenetickém prostoru jsou kanály organizovány do svazků.
4. Dva modely: **Ford- Ewers** (1978)
Worthington (1991)
Předchůdci: **Lehmann** (1936), **Jenko** (1959)

Ve skutečnosti jde o ověření syntéz starších modelů.

5. Starší modely: **Katzer** (1909) ANALOGIE: " Jeskyně je říční strouha, jejíž břehy se sevřely v strop."
↓ mezi opce ↑
Grund (1914) KRITICKÉ POZOROVÁNÍ / Bosna:
Máme dva typy podzemní vody, stojící a dynamickou".

FREATICKÉ KANÁLY, podle původu:

- rozšířené mezivrstevní spáry (čočkovité, elipsovité)
- rozšířené zlomové struktury
- freatické „propasti“ a „komíny“

FREATICKÉ KANÁLY, podle vzniku:

- syngenetické
- paragenetické
- přetvořené (sutě /breakdown/, Gamsův efekt, ...

Mezi syngenezí a paragenezí je velikostní práh.

NOTEFREATICKÁ ZÓNA

- Napájí se z dynamofreatické zóny.
- Voda je relativně obohacená o sulfáty.

KRASOVÉ OTVORY NASYCENÉ (freatické) ZÓNY

ORGANIZACE SVAZKU

Svazek ve speleogenetickém prostoru

- poloze svazku rozhodují regionální hydraulické faktory.
- Hustota kanálů ve vytvořeném svazku činí 10 - 100 km/km³, kanálová porozita 0,1 - 1,0 %.
- Úplný (celkový) svazek má na svém počátku freatický pokles a na konci freatický zdvih. Celkový freatický pokles svazku činí zpravidla více nežli 100 metrů.
- Člověku je dostupná jenom menší část aktivního svazku (Castleguard cave 5 %).

Svazek a geologická struktura

- Polohu kanálů zevně svazku určují diferenciální počáteční vodivosti.
- Vodivost podél mezivrstevních spár je větší nežli vodivost v pravoúhlém (kolmém) směru na ně.
- Poměr velikosti kanálů ve svazku neodpovídá vodivosti, kterou má sekvence prvního průlomu (faktor do 10⁷).

Zjištění z bodů 2 a 3 nejlépe vysvětlí teorie o počátečních horizontech.

ORGANIZACE JESKYNNÍCH KOMPLEXŮ (SYSTÉMŮ)

Analýza A. Palmer, 1991: cca 500 jeskyní delších nežli 3 km (údaje Chabert, 1986)

Po mezivrstevních spárách	57%
Po puklinách	42%
Po mezizrnové porozitě	1 %

Chyby minulosti:

přeceňování významu puklin chybné tlumočení (vnímání) hydrogeologického výrazu vodič vody (?) (= fractured aquifer)

podceňování významu mezivrstevních spár chodby kolem mezivrstevních spár ve vodorovných vrstvách srovnávali s říčními terasami, v šikmých nepozorovali selekce

Základní typy organizace jeskynních komplexů (systémů) / podle Palmera

	% z celkového počtu	% z celkové délky	
Rozvětvené / <i>branchwork</i>	57	65	Sběrače praméneků proniklé vody
Síťové / <i>network</i>	17	17	Nejsou pozorovatelná bodová napájení
Anastomotské / <i>anastomotic</i>	3	10	
houbovité/ <i>spongework</i>	5	<<1	Aktivace a srůstání mezizrnových pórů
Rozvětvené / <i>ramiform</i>	4	8	Výtoky podzemní vody
Jedna jediná chodba / <i>single passage</i>	14	<<1	Úlomky horních

Epigenní jeskyně:	Odvádějí vodu ze sběrné oblasti nad sebou nebo z nejbližšího sousedství. Těch je 90 % podle celkové délky a % podílu.
Hypogenní jeskyně:	Nemají genetické spojení s povrchem, napájejí se z hlubiny.

SPELEOGENETICKÝ PROSTOR - pokračování

SPELEOGENETICKÝ PROSTOR

Je ta část horninového masivu, ve kterém se mohou rozvíjet nebo se již rozvinuly speleofakty.

SPELEOFAKTY jsou speleogeny a speleotemy.

Speleogen

Je geologická struktura, která vznikla jako přímý nebo nepřímý výsledek *nahrazení pevné fáze fází kapalnou*. Druhotně ji může nahradit *plynná fáze*.

Speleogeny vznikají odnosem horniny při činnosti procesů, které definujeme jako krasové.

Speleotem

Je geologická struktura, která vzniká jako nepřímý či přímý výsledek nahrazení speleogenu za pevnou fázi.

Speleotemy jsou veškeré produkty sedimentace a destrukce strhávání, hroucení, řízení v krasovém podzemí.

SPELEOGENETICKÝ PROSTOR - pokračování

Fázová hranice

Je plocha, která ve speleologickém prostoru odděluje speleofakty od okolí.

Prakticky je to rozhraní mezi matečnou horninou a vzduchem, vodou, jeskynním sedimentem, sutí apod.

Diferenciální prvek speleogenu (DPS)

Je okruh fázových hranic, které jsou pravoúhle orientované k trajektorii vodního toku, který modeluje.

Kanál (jeskynní kanál)

Je nepřerušovaná, postupná řada DPS-ů, přes které probíhají stejné trajektorie.

V hovorovém jazyce označují jeskyňáři kanál jako jednoduchou chodbu, nejčastěji freatického původu, kterou druhotné procesy ve skutečnosti ještě nepřetvořily.

ORGANIZACE JESKYNNÍCH KOMPLEXŮ (SYSTÉMŮ) - pokračování

VNITŘNÍ STAVBA SVAZKU

Základní stavební jednotka svazku je *segment*.

Segment

Je výsek kanálu se stejnými podmínkami a historií vzniku.

Strukturní segment

Vznikl ve stejné geologické struktuře.

Strukturní segment definujeme proto, jelikož jsou kanály ve své podstatě změněné geologické struktury.

Průměrná délka strukturního segmentu ve 20 prozkoumaných jeskyních činí 5 – 21 metrů.

Článek

je výsek kanálu mezi dvěma rozvětvenými.

Dělení na články pochází z fluviální geomorfologie a prokázalo se jako bezpředmětné (plané).