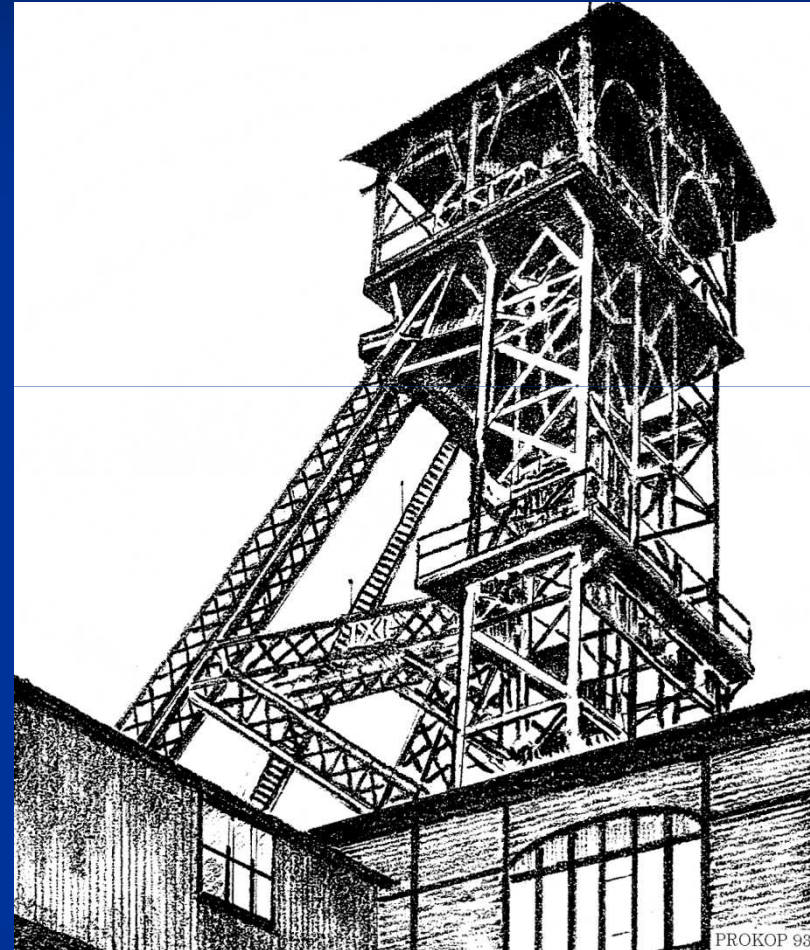


# PŘEDPOKLÁDANÉ VLIVY ZATÁPĚNÍ HORNICKÉHO PODZEMÍ V OKR NA POVRCH TERÉNU PO UKONČENÍ TĚŽBY

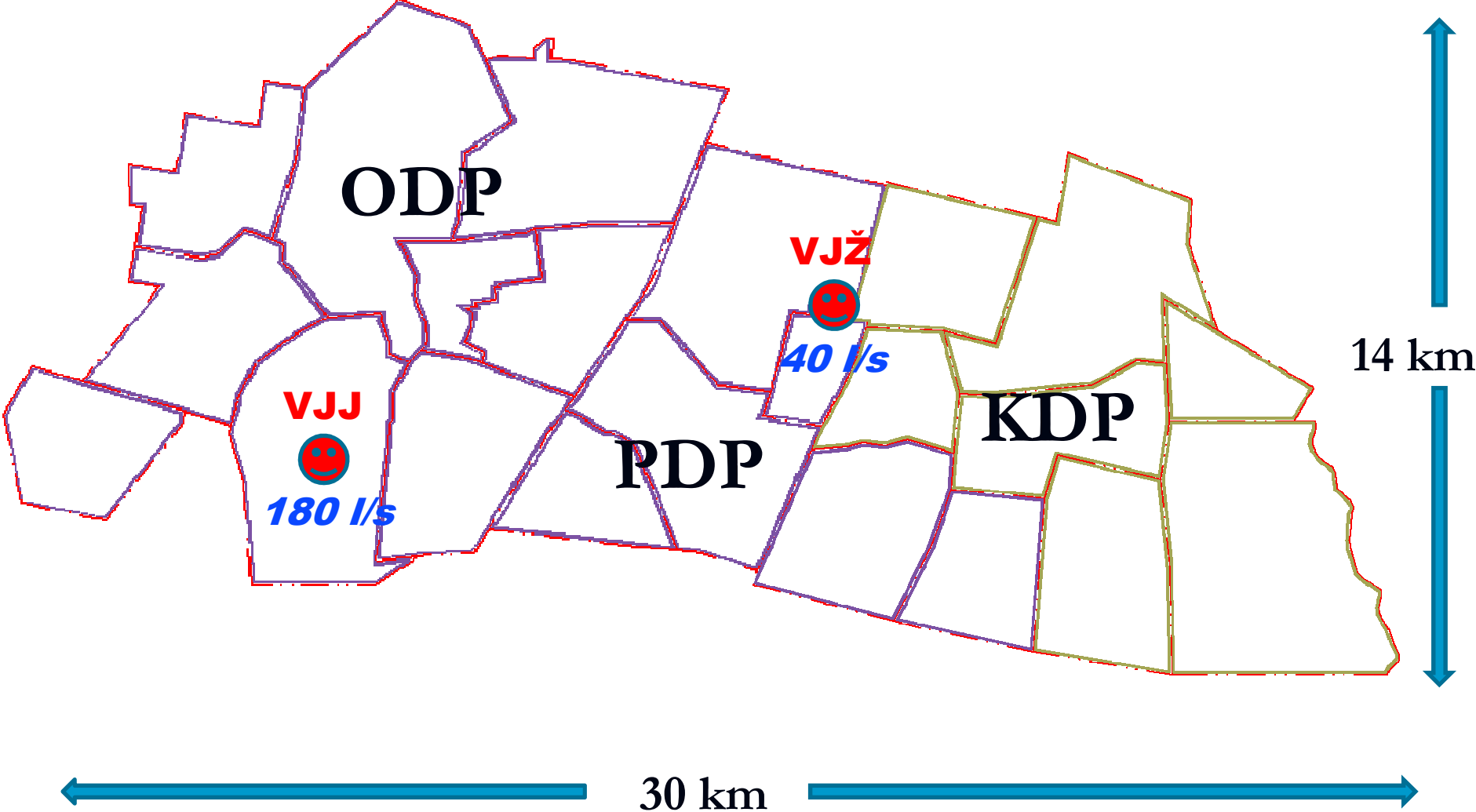
## Zadání studie:

- ✓ odhad postupu zatápění v čase
- ✓ zhodnocení dopadů zatápění podzemí OKR na povrch

Ing. Pavel Malucha  
odbor hydrogeologie



# Situace



# VODNÍ JÁMY JEREMENKO A ŽOFIE

## VJJ:

Cl: 10-5 g/l ↓

SO<sub>4</sub>: 0,1-0,7 g/l ↑

Fe: 0,5-20 mg/l ~



## VJŽ:

Cl: 4-10 g/l ↑

SO<sub>4</sub>: 150-15 mg/l ↓

Fe: 0,5-20 mg/l ↑

## DETRIT

M = 15 - 50 g/l

Cl+J+Br: 10 - 40 g/l

HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub>: 0,5 - 7 g/l

Na+K: 10 - 20 g/l

Ca: 500 mg/l

Mg: 0,2 - 1,5 g/l



### **A. Vlastní průběh zatápění podzemí**

- **ZDROJE** (ze kterých HG a HL zdrojů se budou doly zatápět?)
- **KÓTY** (na jakou kótu se budou doly zatápět?)
- **SPOJITOST** PODZ. PROSTOR (hydraulická kvalita propojení, principy zatápění - Darcy, spojené nádoby)
- **OBJEMY** K ZATÁPĚNÍ (objem výrubů, dlouhých důlních děl, konzolidace)
- **ČASOVÝ** POSTUP ZATÁPĚNÍ (redukce velikosti přítoků během zatápění)

### **B. Vliv zatápění likvidovaných dolů na povrch terénu, na kvalitu podz. a povrch. vod, průtoky v tocích**

- **VLIVY** (samovolný přeliv důlní vody na povrch terénu?, zamokření nebo zatopení terénu, staveb nebo jejich suterénů, ztráta stability svahů?, kvalitativní změny důlních vod při- a po zatopení dolů oproti stávajícímu stavu?, kvalitativní a kvantitativní ovlivnění podzemní vody ve zvodních?, omezení případného využívání podzemních vod?)
- **OHROŽENÉ LOKALITY** (v jakých plochách ?)

### **C. Nakládání s důlními vodami po zatopení dolů**

- **NALÉHAVOST** ŘEŠENÍ (bude možno doly nechat samovolně zatopit a případné nepříznivé vlivy řešit „ex post“ nebo je nutná prevence?)
- **OPATŘENÍ** (nutnost udržování hladiny vody v zatopených dolech na určité kótě? Kde? Kolik vody bude třeba čerpat? Kam vodu vypouštět? V jakém časovém předstihu je nutno opatření připravit? Bude možno vodu vypouštět v neupraveném stavu nebo bude nezbytná její úprava?)

# Prvořadé problémové okruhy

1) pro problematiku vlastního zatápění podzemí jsou prvořadé:

- **přítoky** do důlních prostor,
- **objemy** důlních prostor,
- hydraulická **propojení** důlních prostor,

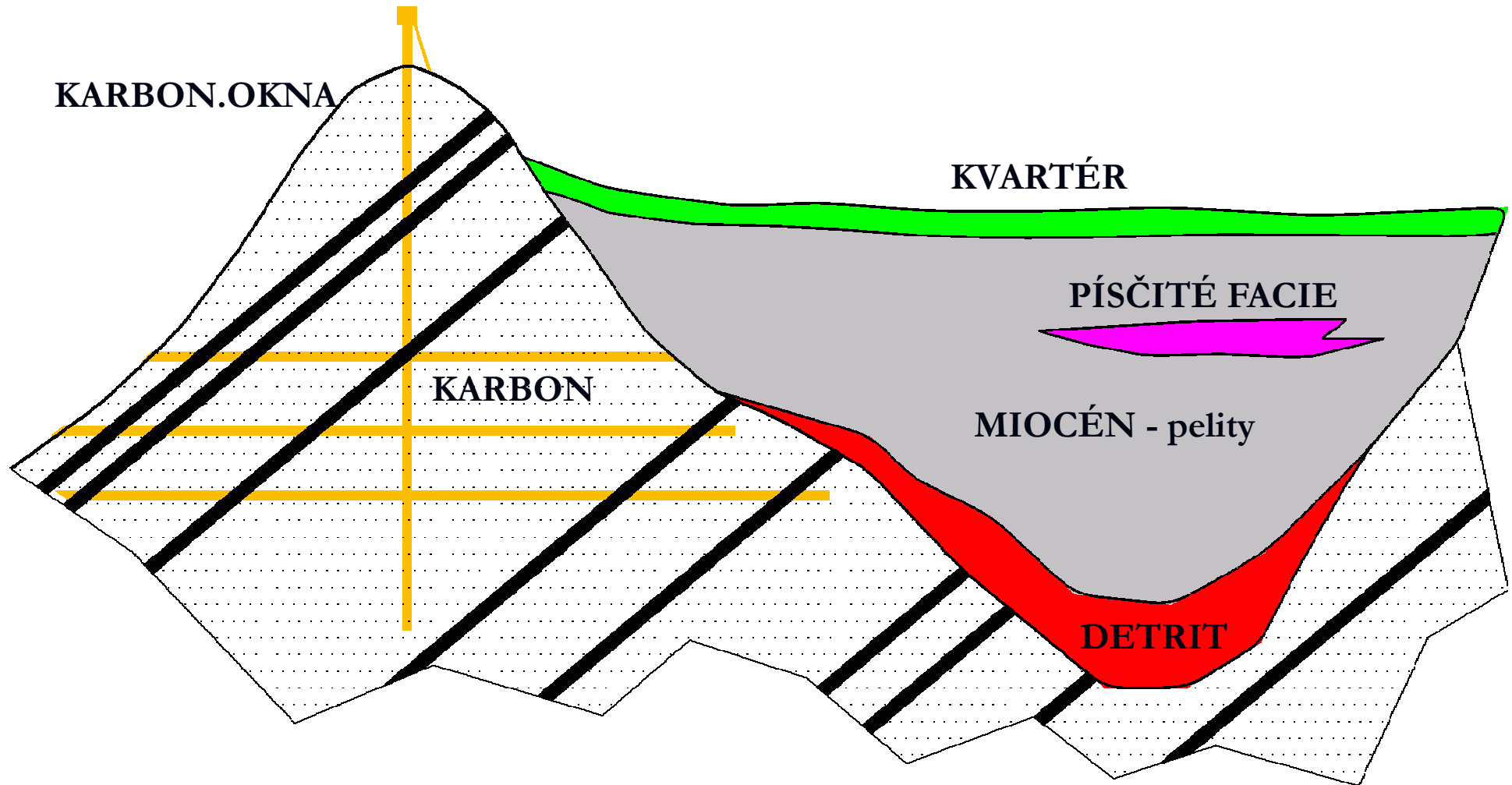
2) pro definici ohrožených míst na povrchu terénu je určující:

- hydraulické **propojení povrchu s důlním prostředím**, (SDD, lokality s minimálním nebo nulovým izolátorským pokryvem karbonu - karbonská okna, karbon v přímém podloží kvartéru),
- **morfologická analýza** povrchu terénu,

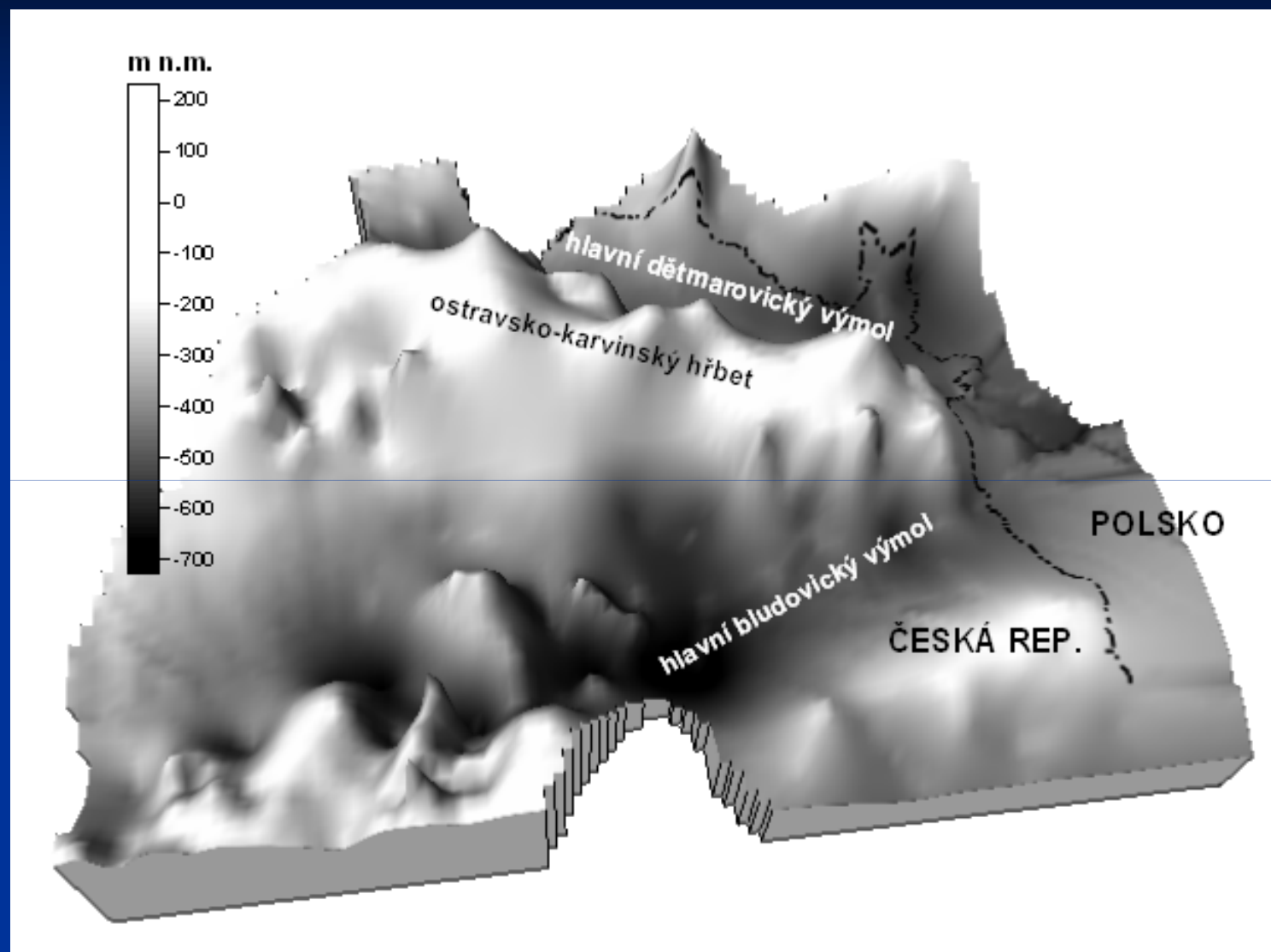
3) pro odhad možných změn na povrchu po zatopení dolů je nezbytné:

- zmapování **výchozího stavu** chemismu vod v ohrožených oblastech,
- popis stávajícího a budoucího **využití terénu** v ohrožených oblastech,
- popis **chemismu vod**, zatápějících podzemí.

# Geologická stavba



# Reliéf karbonu





# Tektonická stavba (Důl Doubrava)



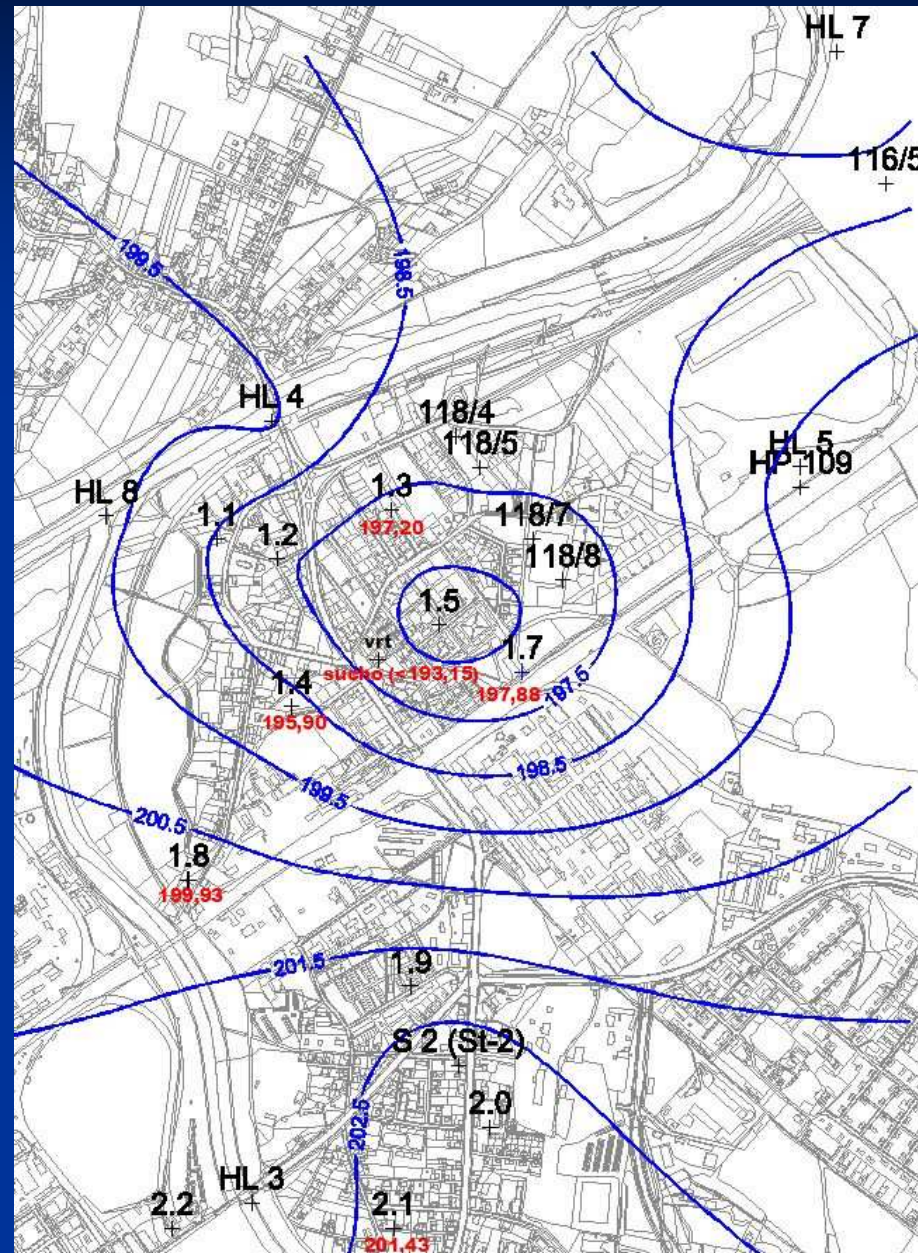


# karbónská okna

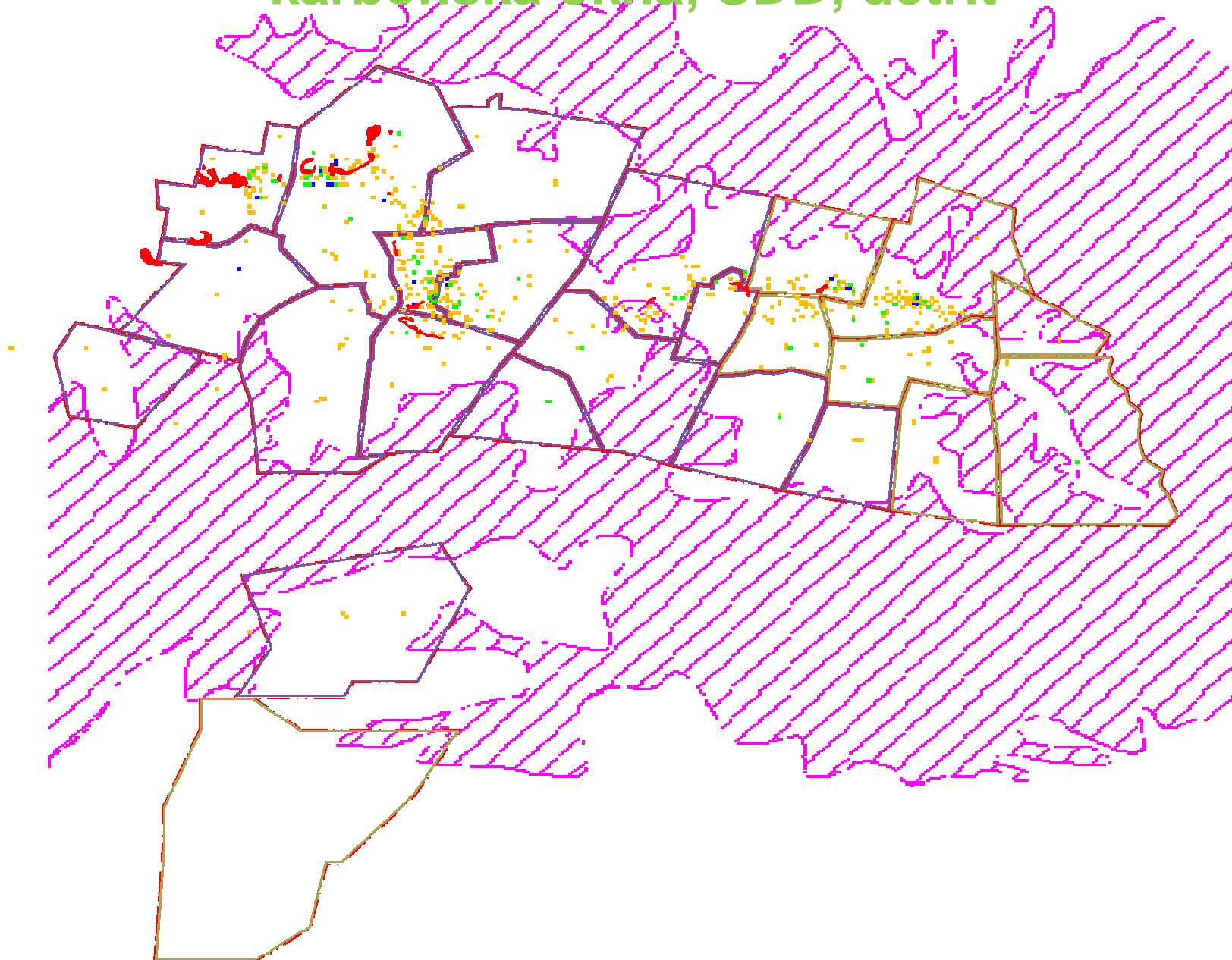




# Infiltrace kvartérní podzemní vody do karbonu



# karbonská okna, SDD, detrit

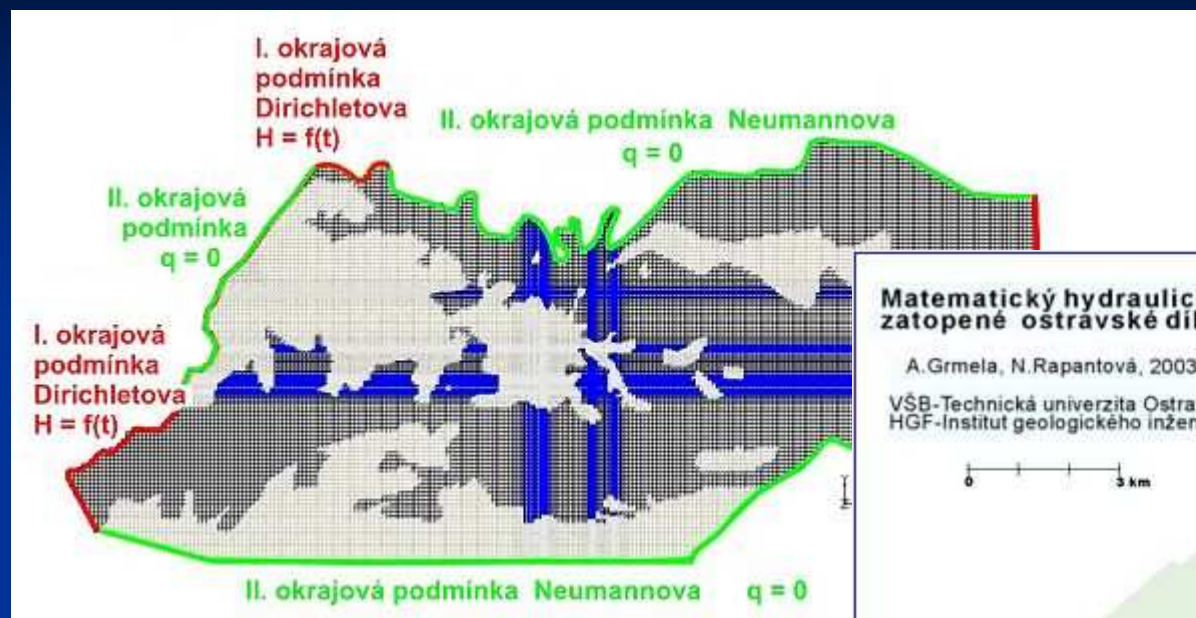


# detrit





# matematická simulace režimu detritové struktury

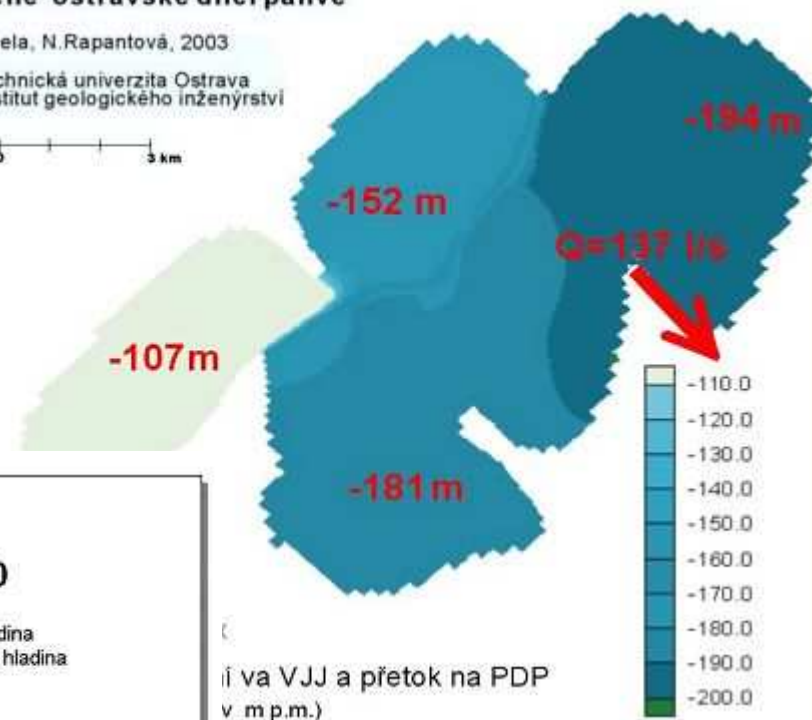


## Matematický hydraulický model zatopené ostravské dílčí pánve

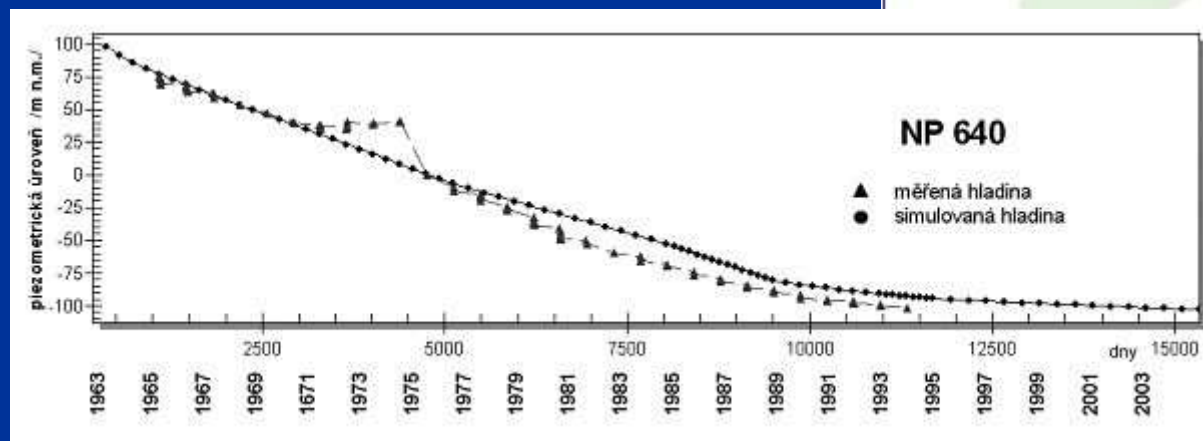
A.Grmela, N.Rapantová, 2003

VŠB-Technická univerzita Ostrava  
HGF-Institut geologického inženýrství

0 3 km



(í va VJJ a pětok na PDP v m p.m.)





# Zdroje zatápění dolů a jejich charakteristika

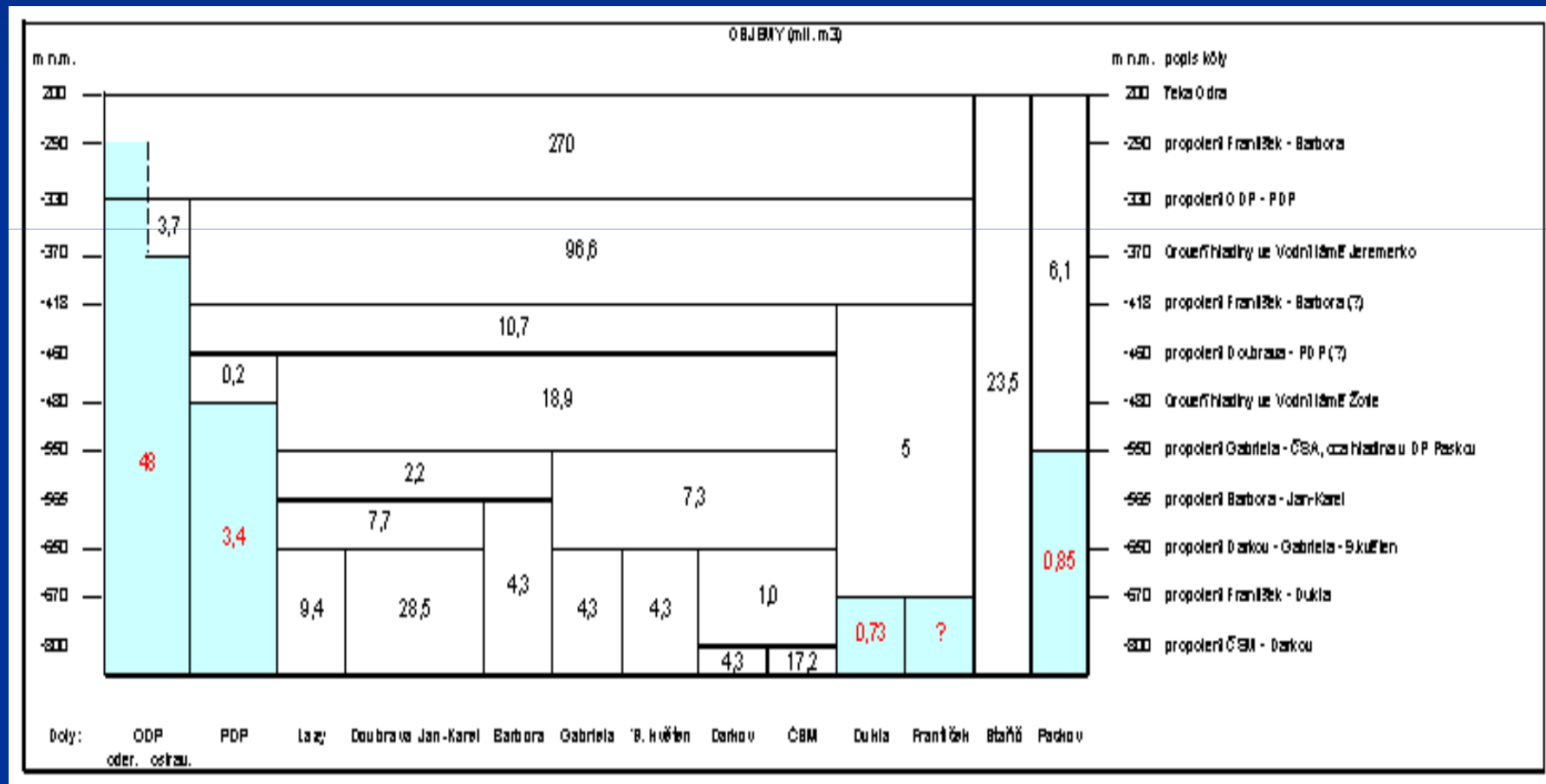
- **kvartérního původu:** lokální zdroje v místech bez miocénního pokryvu (karbonská okna, karbon v přímém podloží kvartéru)
  - podzemní voda mělkého oběhu (fluviální terasy řek) - významný zdroj;
  - povrchová voda (Lučina, Ostravice, Odra) - významný zdroj;
  - atmosférické srážky (infiltrace přes karbonská okna vystupující nad úrovní erozních bází) - méně významný zdroj;
  - ❖ přítoky budou z výškových kót nad +200 m n.m., charakter vody je totožný s „hydroprostředím“ na povrchu terénu (Ca – HCO<sub>3</sub>, M < 1 g/l)
- **terciérní zdroje:** fosilní mořská voda, regionální (detrit) až lokální (čočky) zdroj
  - bazální miocénní klastika (detrit) - významný zdroj, přítoky budou z výškových kót pod +170 m n.m. (9 mld m<sup>3</sup>, Na-Cl, M = 15-40 g/l)
  - miocénní písčité kolektory (čočky), přítoky budou z výškových kót pod +220 m n.m.; podružný zdroj (Na-Cl + J-Br, M = 40-50 g/l)
  - ❖ chemismus obou struktur je cizorodý „hydroprostředí“ na povrchu terénu (vysoké koncentrace chloridů, sodíku, event. jodidů a bromidů).
- **karbonský masiv:** malé množství vysoce mineralizované vody, málo významný zdroj (Na-Cl + Fe-SO<sub>4</sub>, M = 80-120 g/l)
  - ❖ karbonský masiv není rizikový jako zdroj přítoků vod, ale jako prostředí, měnící chemismus infiltrovaných vod (hlavně zdroj síranů a železa).

# Komunikace podzemí OKR

- Doly OKR považujeme za jeden hydraulicky propojený celek.
- Tento celek není beze zbytku propojen na principu spojených nádob; jsou zde části, propojené „bezodporově“ (spojené nádoby) i části, mezi nimiž jsou propojení se zvýšenými filtračními odpory, které budou fungovat na principu Darcyho.
- OKR dělíme na 5 dílčích bazénů, mezi nimiž je propojení se zvýšenými odpory proti přetékání vody, nebo není žádné propojení.
  - 1. Bazén Ostrava (doly ODP),
  - 2. Bazén Petřvald (doly PDP),
  - 3. Bazén Karviná (doly KDP, event. po propojení i Důl Morcinek),
  - 4. Bazén Paskov (lokality závodu Paskov),
  - 5. Bazén Staříč (lokality závodu Staříč).
- Princip vzájemného propojení těchto bazénů:
  - 1-2: Darcy (přes Michálkovickou poruchu), od úrovně cca –330 m n.m. výš.
  - 2-3: Darcy s malým odporem (snad až přechod k systému spojených nádob od úrovně cca –415 m n.m. přes pestré vrstvy na Orlovské vráse). Již od úrovně cca -460 m n.m. nelze vyloučit přetok vody z PDP do ODP v systému Darcyho.
  - 1-4: propojení není.
  - 4-5: propojení prakticky není.

# Objemy důlních prostor

- Nejobtížněji stanovitelný parametr – redukce objemu vytěženého materiálu stlačením
- Celkový objem navzájem hydraulicky komunikujících důlních prostor pro zatopení v podzemí OKR (tj. bez dolů Paskov, Staříč a Morcinek) je v současné době cca 500-530 mil. m<sup>3</sup>. Cca 10% tohoto objemu (cca 53 mil. m<sup>3</sup>) je již zatopena. Po započtení výhledů těžby do roku 2028 bude objem k zatopení cca 550-590 mil. m<sup>3</sup>.



# Velikost přítoků

- V současné době přitéká z hydrogeologických zdrojů do podzemí:
  - ODP cca 180-200 l/s,
  - PDP cca 40 l/s,
  - KDP cca 55 l/s,
  - závodu Paskov cca 3 l/s,
  - závodu Staříč cca 4 l/s vody.
- Se zvyšováním hladiny vody v podzemí se budou přítoky z předkvartérních zdrojů postupně redukovat až na nulu.
- V posledním kroku zatápění zůstanou zachovány pouze přítoky z kvartérních zdrojů, které můžeme odhadovat:
  - v ODP na cca 80-100 l/s,
  - v PDP na cca 15 l/s,
  - v KDP a v závodech Dolu Paskov zanedbatelné množství (v dlouhodobém výhledu lze uvažovat o přítocích z kvartéru jedině prostřednictvím starých důlních děl, resp. obecně prostřednictvím svislých důlních děl kontaktujících povrch).
- Sumárně: do 120 l/s vody z kvartérních podzemních a povrchových zdrojů.
- Po nastoupaní hladiny vody v důlním prostředí do úrovně erozních bází – tj. kóta cca +200 m n.m. (ODP) až +220 m n.m. (PDP) bude důlní prostředí prakticky zcela zatopeno (kromě malých objemů v karbonských elevacích nad úrovní erozních bází). Přítok do důlních prostor zanikne a o jeho hodnotu (120 l/s) vzroste průtok v erozních bázích (Ostravice, Odra, Lučina, podružně snad i Stružka). Část vody se do povrchových vodotečí dostane zprostředkovaně – prostřednictvím kvartérních zvodní (fluviální terasy) a zřejmě i formou pramenních vývěrů, přednostně situovaných do míst SDD nad úrovní erozních bází.
- Vlivem nestejnomyšernosti zatápění podzemí OKR bude průnik důlní vody do povrchových vodotečí a mělkých podzemních vod postupný.

# Časový postup zatápění

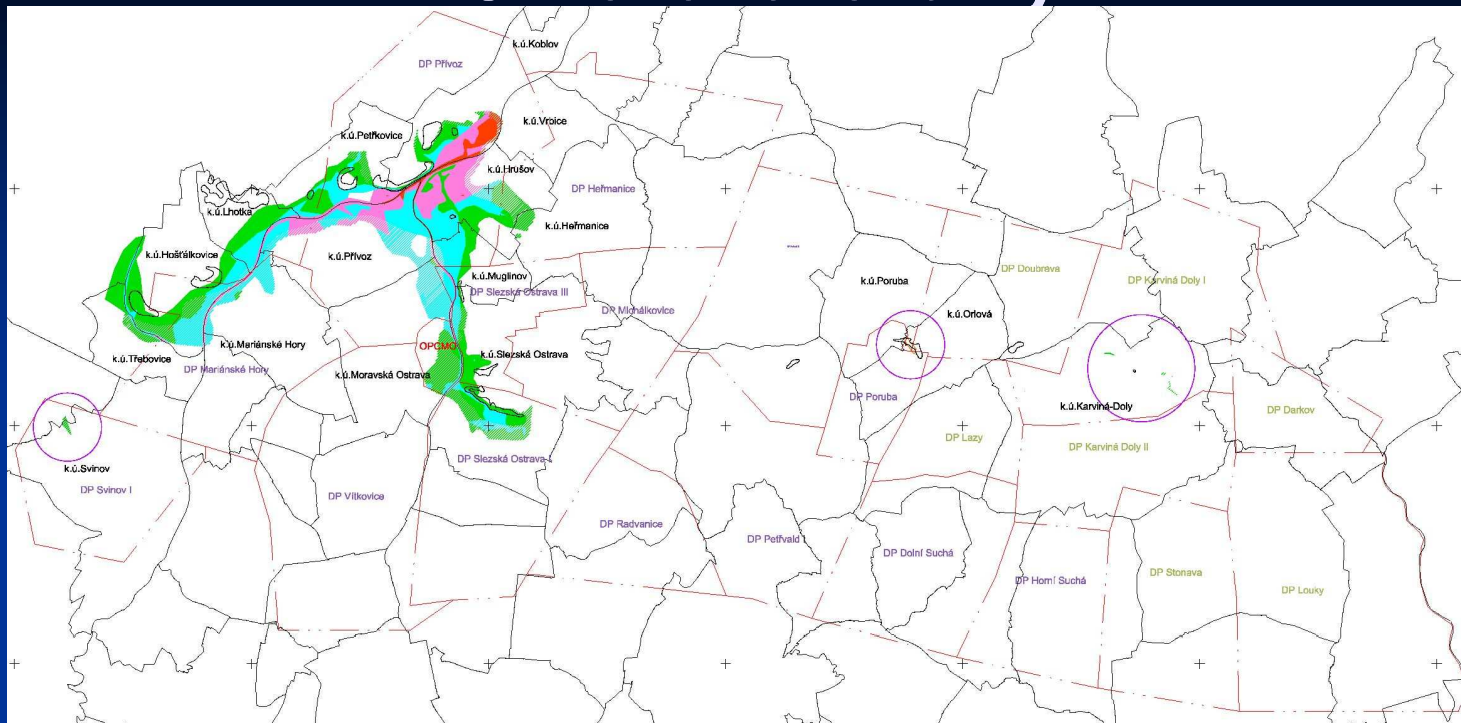
- Zatápění závodu Paskov Dolu Paskov: nejdříve v roce 2086.
- Závod Staříč Dolu Paskov: za cca 230 let po ukončení těžby. Hladina bude v obou případech na kótě cca +150 až +175 m n.m. (další zvýšení hladiny vody jen průnikem podzemní vody mělkého oběhu (terasa Ostravice) v případě porušení těsnosti ohlubně likvidovaných jam.
- Zatápění ODP, PDP a KDP: bude trvat cca 130 let od ukončení čerpání vody z vodních jam Jeremenko a Žofie a čerpacích stanic dosud činných dolů. Hladina dosáhne úrovně 200-210 m n.m.
- V úvahu rovněž připadá možnost přednostního zatopení ODP na kótu 200-210 m n.m v případě velmi vysokých hydraulických odporů na Michálkovické poruše mezi ODP a KDP. V tomto případě lze očekávat výstup hladiny vody do úrovně erozní báze v ODP za cca 70 let; zbylá část revíru bude zatápěna v řádu několika stovek let.
- Případné propojení Dolu Morcinek s podzemím OKR a jeho odvodnění urychlí následnou celkovou dobu zatápění o cca 3-4 roky.



# Hlavní faktory působící na výsledek procesu zatápění

- **Morfologie terénu** – nejvyšší stupeň ohrožení je v lokalitách s nejnižší úrovní terénu; hodnocené území je kategorizováno do 4 skupin:
  - <200 m n.m.
  - 200 - 205 m n.m.
  - 205 - 210 m n.m.
  - 210 - 220 m n.m.
- **Míra propojení karbonu s terénem** - nejvyšší stupeň ohrožení je v lokalitách s vysokou mírou propojení povrchu s karbonským masivem:
  - propojení přirozené: absence nebo nízká mocnost (do 50 m) miocénních jílu mezi kvartérem a karbonem;
  - propojení umělé: stará nebo opuštěná důlní díla (jámy, štoly);
- **Kóta nejvyšší významné zdrojové struktury**, z níž se realizují přítoky vody do dolů (na tuto úroveň se bude podzemí zatápět);
- **Hydrochemická interference** vod terciérních a kvartérních a alterace chemismu vod kontaktem s karbonským masivem (rozhoduje o výsledném chemismu vody);
- **Rozmístění, vodnost a chemismus erozních bází**, které mohou zajistit odvodnění ohrožených oblastí;
- **Stav hydrosystému** (místní hydrochemické pozadí) a **využití území** (v době výstupu vody).

# Ohrožené lokality



- Jsou vymezeny průnikem nejnižže položených ploch a lokalit s nejintenzivnějším kontaktem mezi karbonem a povrchem terénu (absence miocénu, důlní díla).
- Ohrožené lokality se přednostně vážou do okolí ostravsko-karvinského karbonského hřbetu.
- Největší rozsah ohrožených lokalit je v ODP (koridory Odry, Ostravice, Lučiny a přilehlé okolí).
- Hlavní riziková plocha je na soutoku Odry a Ostravice (Ostrava Hrušov).
- V PDP: oblast Orlovské Stružky u náměstí ve Staré Orlové (výchoz karbonu na den, navíc v pestrém vývoji). Riziko výstupu důlních vod je zde ale – ve srovnání s ODP – řádově nižší.
- V KDP: riziko prakticky zanedbatelné, okolí karbonského okna Dolu Jan-Karel.
- V ohrožených lokalitách není podzemní ani povrchová voda využívána jako pitná; hydrochemický charakter vody je zhoršený (průmyslová oblast)

# Dopady

## ■ Ohrožení terénu a objektů na něm

- Rozptýlené vývěry v karbonských elevacích nad úrovní erozní báze, možnost lokálních kolizí se stávající zástavbou (např. pod landeckým kopcem nebo na Bazalech). Vznik vývěrů nelze přesně prognózovat (bez prevence).
- Stabilita svahů nebude ohrožena (dobrá únosnost skalního podloží).
- Nepředpokládá se zvýšení hladiny podzemní vody ani vznik plošného zamokření nebo zátopy terénu (jen lokálně - terénní deprese s niveletou terénu blízko úrovní erozní báze – např. Wilczkova vila na Slezské Ostravě).
- Stabilita zásypů jam: reálné riziko

## ■ Rizika hydrochemická (kontaminace podzemních a povrchových vod)

- Hlavní rizikové polutanty s trvalejším účinkem: sírany a železo; chloridy přechodně.
- Současné obsahy těchto látek jsou v povrchovém hydrosystému dlouhodobě zvýšené – zvýšená místní úroveň pozadí (průmyslový charakter regionu, Ostravice, Stružka a Karvinský potok slouží k vypouštění slaných důlních vod).
- Ohrožené plochy bez zdrojů podzemních nebo povrchových vod, převážně mimo zástavbu, v zastavěných plochách zásobování vodou centrálním rozvodem.
- Zdravotní rizika vytipovaných polutantů jsou nízká, expoziční scénáře nevýznamné. Infiltrace důlní vody do Ostravice (a Odry) nebude mít negativní dopad na kvalitu vody v takové míře, aby došlo k rozporu se stávající legislativou. Výjimkou mohou být pouze krátkodobé deficitní stavy, kdy nebude možno vypouštění důlní vody v případě vodních deficitů řídit.
- Ukončení čerpání vody z podzemí bude přínosem pro Olši (skokové zlepšení kvality).

# Závěry

- Zkušenosti z jiných revírů: po zatopení důlních prostor dochází jak k výstupům vody na povrch terénu, tak k hydrochemickým změnám ve vystupující vodě. Je nutné zabývat se uvedenou problematikou v předstihu, minimálně v úrovni studií a monitoringu.
- Existence zonality důlní vody v zatopeném masivu (mineralizace vody klesá směrem k hladině): v podmínkách OKR bude do povrchového hydrosystému infiltrovat vyslazená voda z horních vrstev horského masivu. Mineralizaci budou zvyšovat především málo vydatné přítoky z karbonských oken.
- S ohledem na předpokládaný těžební výhled dosud činných dolů OKR (2030) a na následující časový postup zatápění, není řešení problematiky naléhavé.
- Po ukončení hornické činnosti v revíru bude nutno nechat doly zatopit na cílovou kótu +200 až +210 m n.m. (trvalé udržování hladiny důlních vod pod úrovní drenážní báze je ekonomicky náročné: provoz VJ Jeremenko = cca 80 mil. Kč/rok).
- Negativní projev, tj. skokový nárůst mineralizace, bude časově omezen a eliminován faktorem ředění.
- S přihlédnutím k místnímu hydrochemickému pozadí, charakteru prioritních kontaminantů a ke stávajícímu i výhledovému využití území budou rizika plynoucí z výstupu důlních vod společensky přijatelná.
- Není nutno realizovat před zatopením preventivní opatření na povrchu, s výjimkou kvalitního **monitoringu**. Je nutný dostatečný počet monitorovacích objektů pro sledování úrovně zatopení důlních děl a odběry vzorků vod. **Při likvidaci dalších dolů je nutno vybavit jámy pozorovacím potrubím.**
- Je důležité nevytvářet v podzemí umělé hydraulické odpory, způsobující následné komplikace v procesu zatápění (je potřebné, aby podzemní systém fungoval co nejvíce na principu spojených nádob).
- Využití **matematického modelu**: zpřesnění časového postupu zatápění a odhadu o procesu mísení důlních a kvartérních vod v připovrchové vrstvě, tj. v zóně, odkud bude docházet k průniku důlní vody do kvartérního a povrchového hydrosystému.

**DĚKUJI ZA POZORNOST**