

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Hornicko-geologická fakulta

Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin

# SANAČNÍ A VÝPLŇOVÉ SMĚSI PŘIPRAVENÉ PRO KOMPLEXNÍ ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY METANU VE VAZBĚ NA STARÁ DŮLNÍ DÍLA

---



Ing. Jiří Mališ, Ph.D.

Ing. Kristýna Černá, Ph.D.

# Obsah

---

1. Úvod do problematiky
2. Popis a charakteristika vstupních materiálů, základní parametry
3. Laboratorní testování, analýzy
4. Návrh a testování směsí
5. Výsledky, výběr vhodných vstupních materiálů
6. Závěr

# Úvod do problematiky

---

- Stará důlní díla = potenciálně riziková, únik metanu, vliv na životní prostředí
- Likvidace rizik = technicky a ekonomicky náročný úkol, zakládání volných prostor s ohledem na vysokou ochranu životního prostředí
- Výzkum zaměřen na ověření funkce směsí v reálných podmínkách výroby a na komplexní výzkum, sledování a studium interakce rekultivačně sanačních a výplňových směsí na bázi vedlejších produktů a eliminaci úniku metanu
- Charakteristika výzkumu směsí = stanovení kritérií pro výběr vedlejších produktů vhodných pro rekultivačně sanační a výplňové směsi
- Tj. vývoj metodiky, laboratorní testování, navržení receptur, odběry vzorků, testování použitých směsí in- situ apod.

# Popis a charakteristika vstupních materiálů, základní parametry

---

## ○ Slévárenské písky

- Tvořeny křemennými písky s obsahem jílového pojiva
- Materiál do formovacích směsí licích forem při odlévání kovů
- Zrnitost mezi 0,1 až 0,5 mm
- Část požitých písků zpět do výrobního procesu zbytek je nepoužitelný a je vyvážen na odvaly

## ○ Popílký

- Drobná frakce pevných zbytků po spalování tuhých paliv, z ohniště, kotle nebo pece, tvoří 75 – 85 % z celkového odpadu spalování fosilních paliv
- Heterogenní materiál, má rozdílné fyzikální, mineralogické, morfologické a chemické vlastnosti, je zpravidla v jemně mletém stavu
- Velikost popílkových částic mezi 0,001 až 0,2 mm
- Vlastnosti popílků ovlivňuje zejména chemické složení uhlí, konstrukce topeniště a řízení postupu spalování

# Laboratorní testování, analýzy

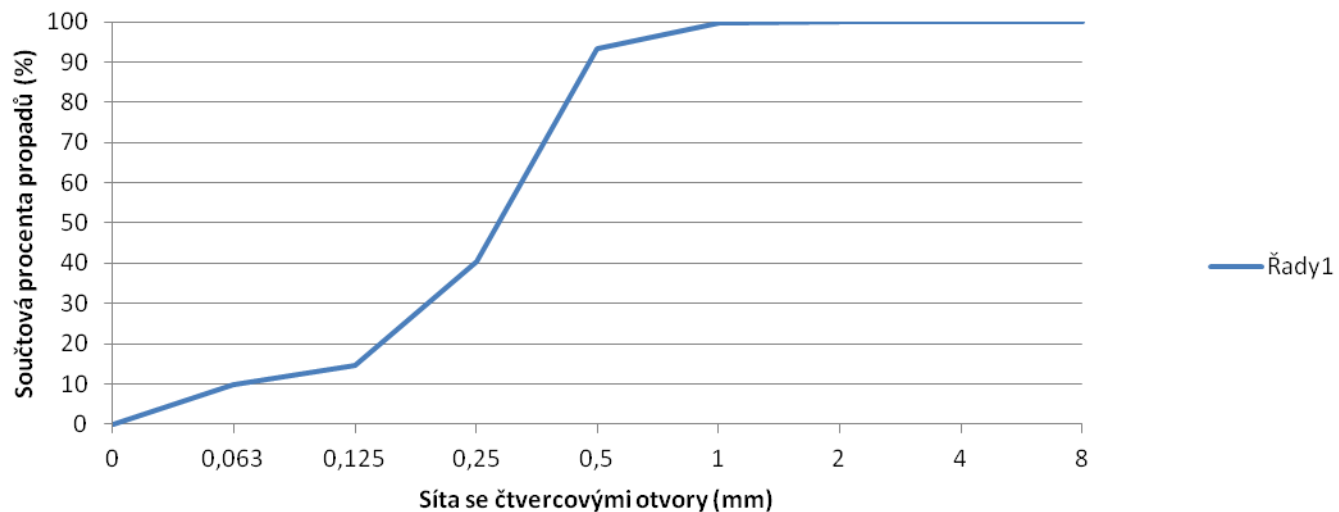
---

- Chemické složení – analýza vstupních materiálů a to popílků a odpadních písků prováděna v laboratořích VŠB – TUO  
Vodný výluh, sušina, analýza písků
- Zrnitostní analýza sítovou metodou – především analýza ostřiva, tzn. odpadní písky, slévárenský (PIS – BOH) a křemenný (PIS – Č a PIS – B) – interní označení

# Laboratorní testování, analýzy

## ZRNITOST ODPADNÍHO SLÉVÁRENSKÉHO PÍSKU **PIS-BOH**

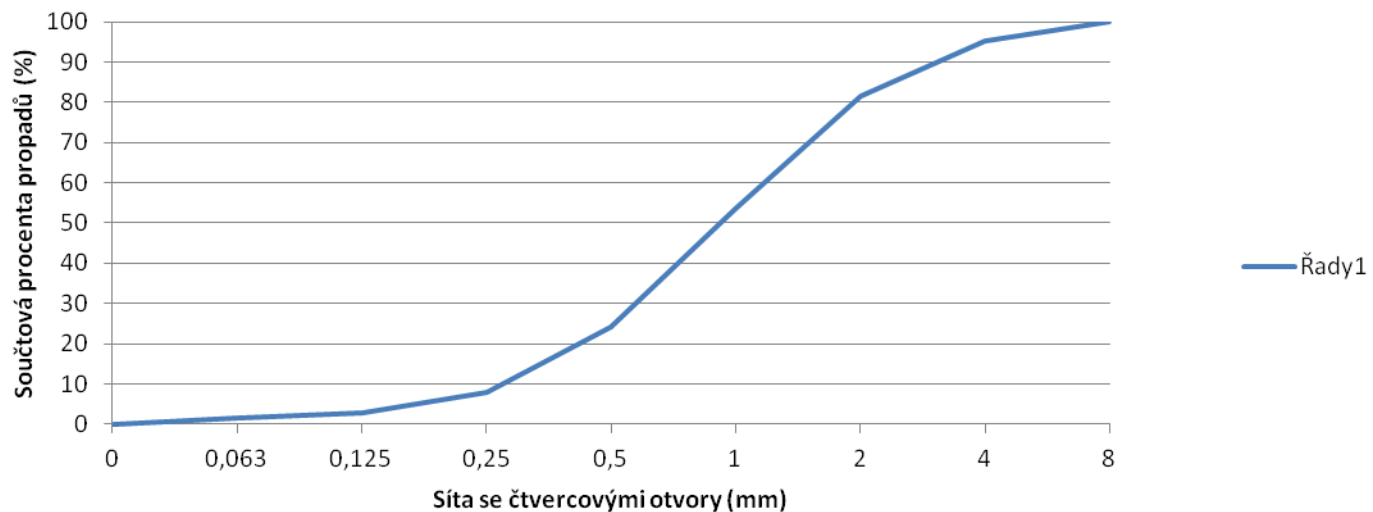
Křivka zrnitosti



# Laboratorní testování, analýzy

## ZRNITOST ODPADNÍHO KŘEMENNÉHO PÍSKU PIS-B

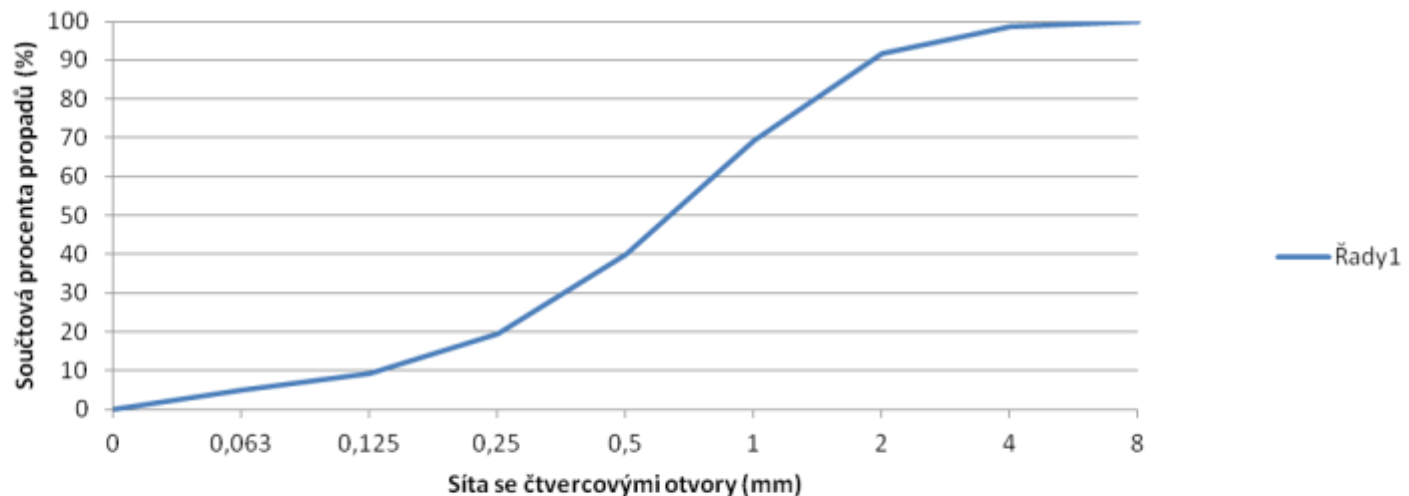
Křivka zrnitosti



# Laboratorní testování, analýzy

## ZRNITOST ODPADNÍHO KŘEMENNÉHO PÍSKU PIS-Č

Křivka zrnitosti





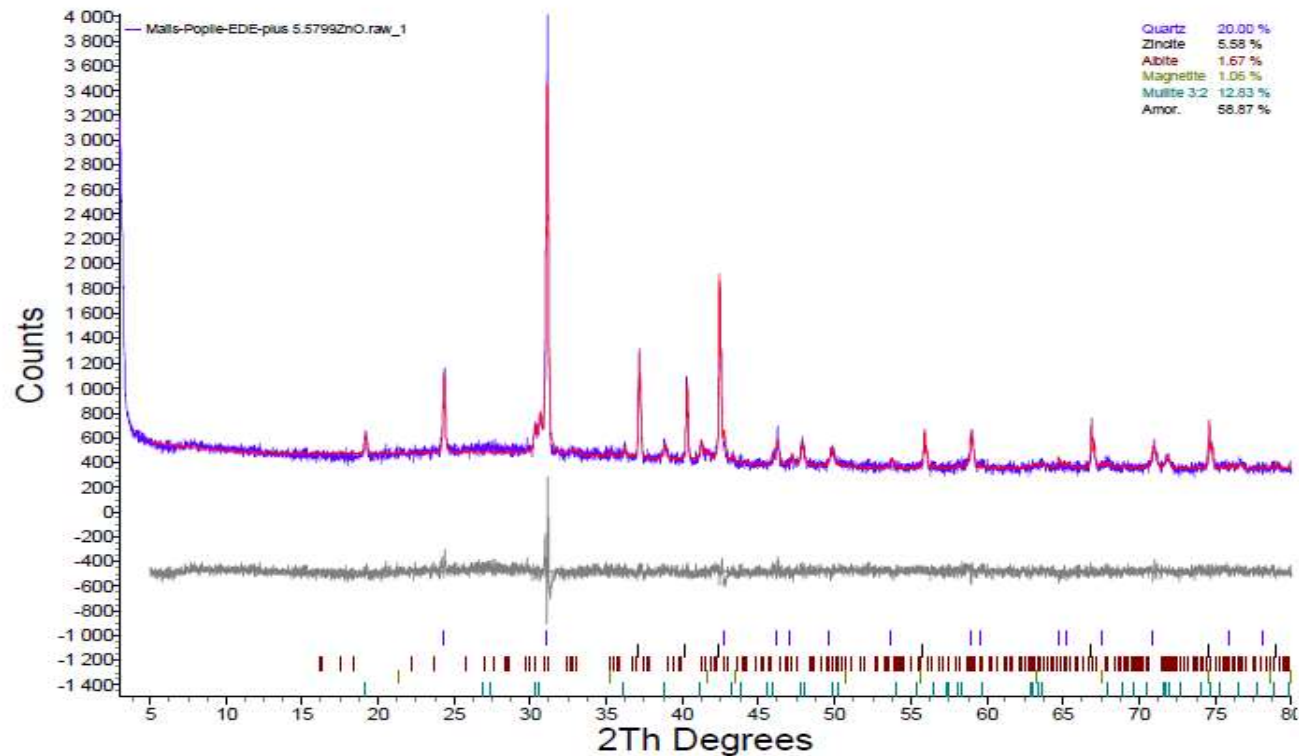
# Laboratorní testování, analýzy

---

- RTG difrakční analýza - analýza byla prováděna v Laboratoři petrografické analýzy na VŠB-TUO
- Zkoušení při práškové difrakční analýze probíhá na počítačově řízeném difraktometru Bruker D8 Advance
- Kvalitativní analýza je prováděna pomocí programu EVA porovnáváním hodnot mezivrstevních vzdáleností a jejich intenzit s tabelovanými hodnotami pro čisté minerály, z databáze difrakčních dat pro minerály a anorganické fáze PDF-2.
- Semikvantitativní analýza je prováděna pomocí programu TOPAS. Kvantifikace pomocí tohoto programu je založena na modelování difrakčního spektra s použitím známých strukturních dat pro jednotlivé minerály a následným porovnáním s naměřeným difrakčním záznamem pomocí vícerozměrné regrese.

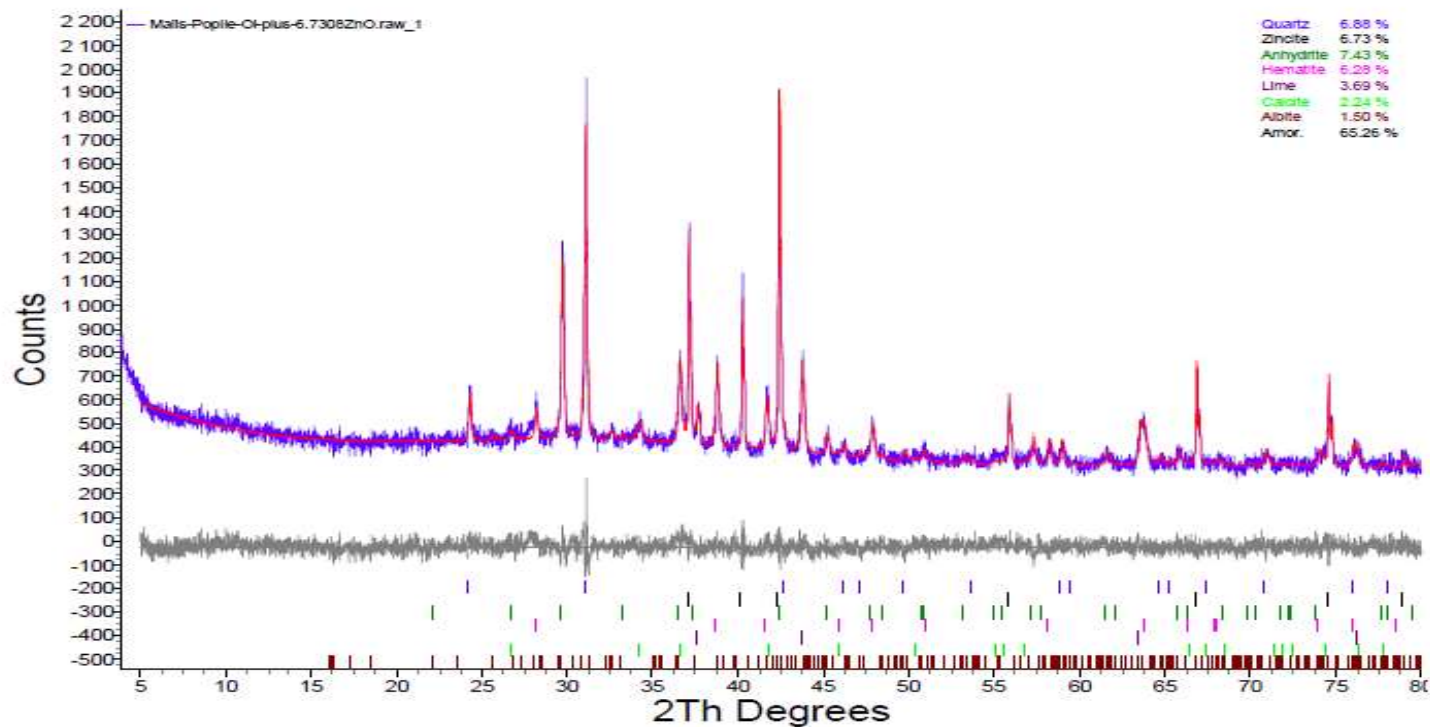
# Laboratorní testování, analýzy

## RTG DIFRAKTOGRAM POUŽITÉHO POPÍLKU – ROŠŤOVÝ KOTEL



# Laboratorní testování, analýzy

## RTG DIFRAKTOGRAM POUŽITÉHO POPÍLKU Z FLUIDNÍHO SPALOVÁNÍ



# Návrh a testování směsí

---

- Požadavek na tvorbu receptur – na bázi tekutých a polotekutých směsí
- Příprava směsi a tvorba receptur – teplota  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ , relativní vlhkost min. 50%, u vzorků byla stanovena vlhkost
- Dokonalá homogenizace jednotlivých komponent
- Kaly s menším množstvím komponent, poté zbylá množství a vodu v poměru voda/sušina 1,0

# Návrh a testování směsí

---

- Po smíchání směsí naplnění do plastových forem, rozměr 100x100x100 mm
- Zarovnání povrchu, zhutňování pomocí vibračního stolku ILM LABOR, typ THYR 1
- V průběhu zhutňování směs doplňována
- Po zhutnění uzavřena do igelitových obalů
- Doba zrání 1 týden, 14 dnů, 28 dnů

# Návrh a testování směsí

---



- Zkušební tělesa připravená na měření pevnosti v prostém tlaku.

# Návrh a testování směsí

---

- Pevností charakteristiky byly vyhodnocovány po daných dnech zrání na zařízení MTS 816 Rock Test Systém
- Maximální tlaková síla 1015 kN
- Maximální tahová síla 650 kN
- Tuhost lisu 26 108 N/m
- Vzorky zatěžovány konstantní silou 1250 N/s

# Návrh a testování směsí

---

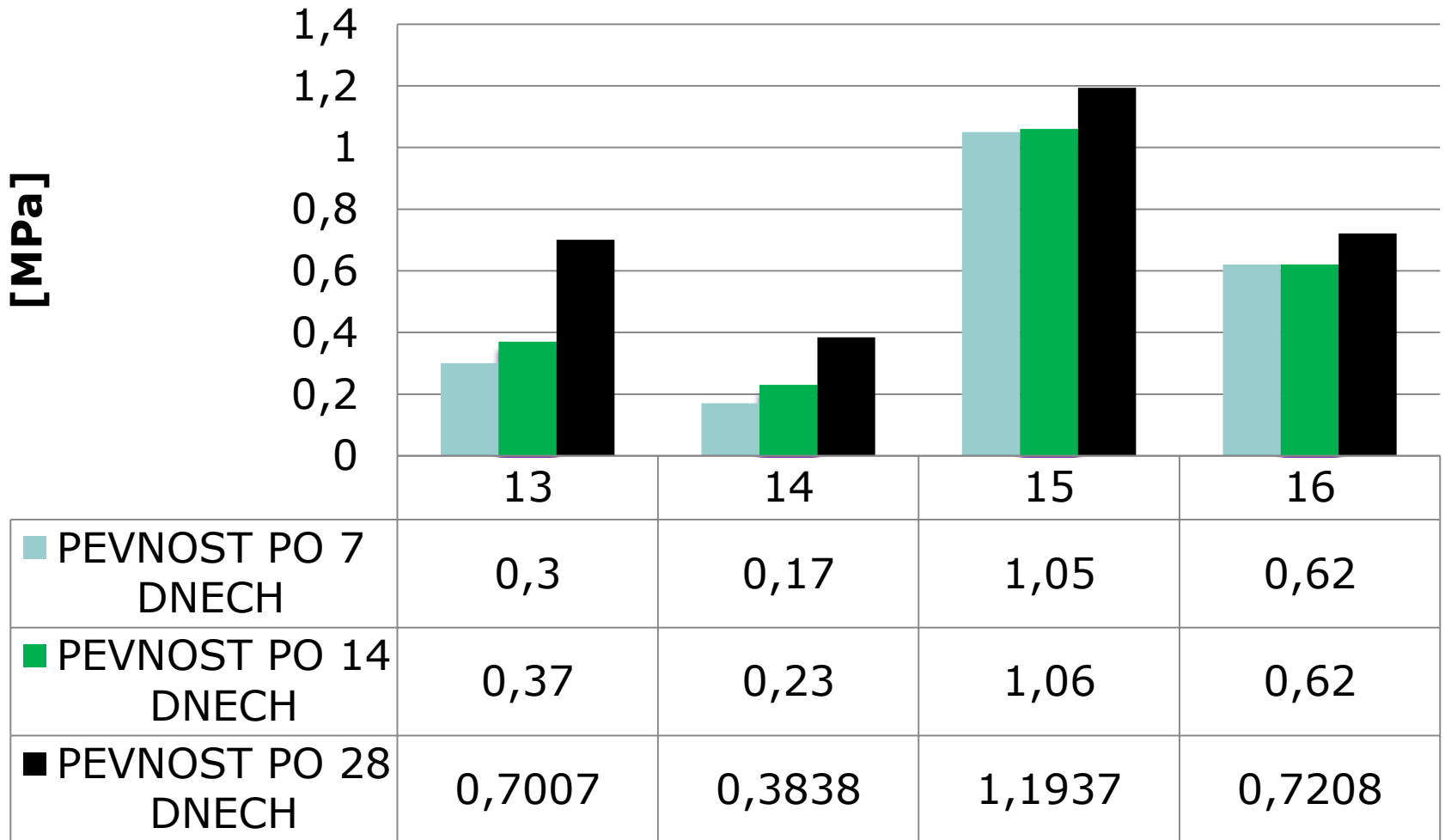


- Zkušební těleso po provedení měření pevnosti v prostém tlaku



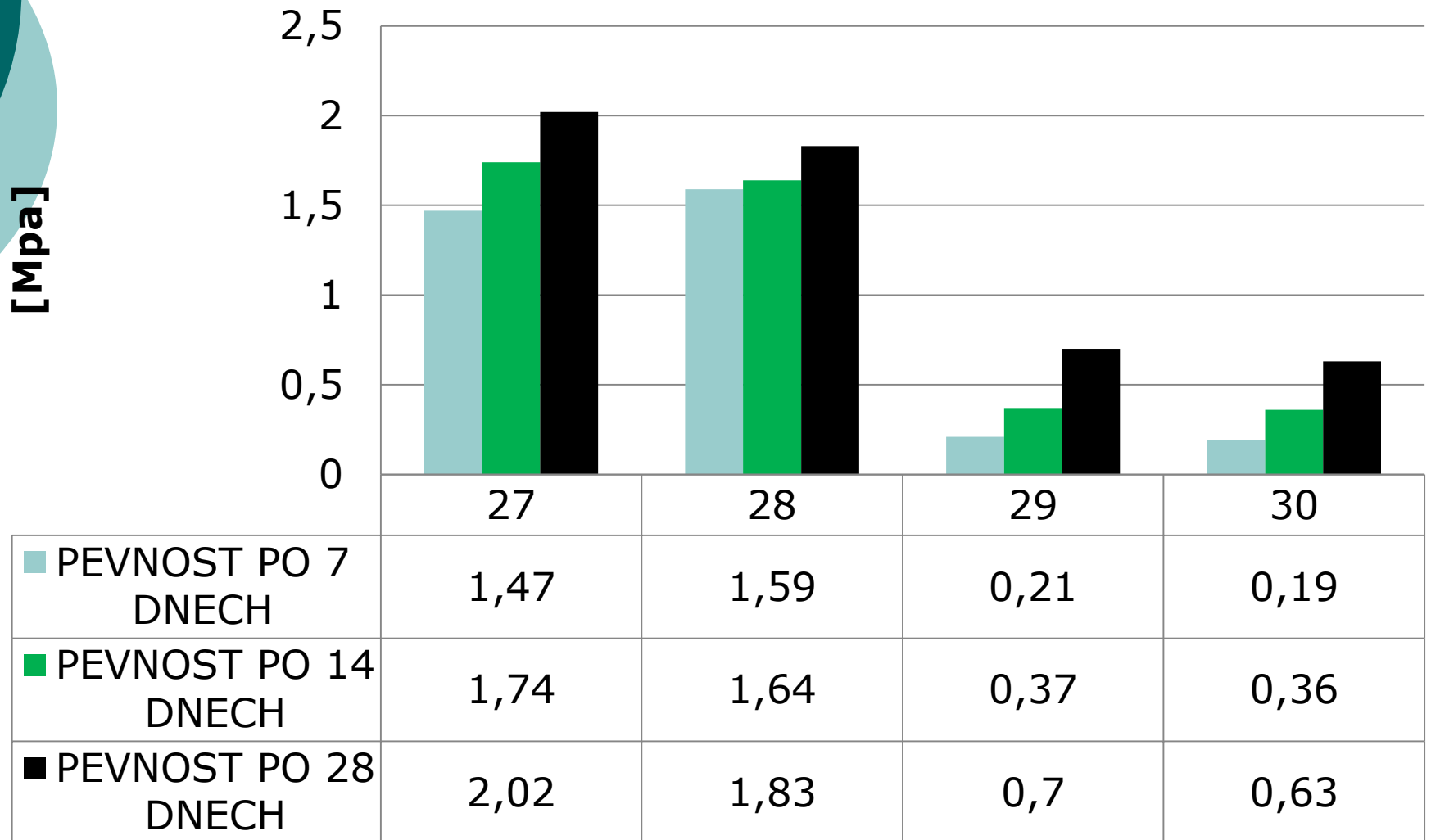
<b>Číslo vzorku</b>	<b>Pojiva / ostřivo</b>	<b>Podíly pojiv</b>	<b>Podíly ostřiv</b>	<b>Cement</b>	<b>Vodní součinitel</b>
13	PopR/PIS-BOH	60	40	5	1
14	PopR/PIS-BOH	40	60	5	1
15	PopF/PIS-BOH	60	40	5	1
16	PopF/PIS-BOH	40	60	5	1

## Pevnost v prostém tlaku



<b>Číslo vzorku</b>	<b>Pojiva / ostřivo</b>	<b>Podíly pojiv</b>	<b>Podíly ostřiv</b>	<b>Cement</b>	<b>Vodní součinitel</b>
27	PopF/PIS-BOH	40	60	10	1
28	PopF/PIS-BOH	60	40	10	1
29	PopR/PIS-BOH	40	60	10	1
30	PopR/PIS-BOH	60	40	10	1

## Pevnost v prostém tlaku



# Výsledky, výběr vhodných vstupních materiálů

---

- Vyhovují z hlediska vyluhovatelnosti = nebudou negativně ovlivňovat životní prostředí
- Vzhledem k pojivovým vlastnostem použití popílku z fluidního spalování =větší pevnost v prostém tlaku
- Ale při přidání cementu je možné zvýšit pojivové vlastnosti
- Z hlediska ekonomického je nutné přihlédnout ke konkrétním účelům a dodavatelským podmínkám

# Závěr

---

- Likvidace důlních prostor = vážné potencionální riziko
- Nekontrolovatelné výstupy metanu
- Sanace za pomoci materiálů z průmyslové činnosti = efektivní a levný způsob
- Ideální řešení = polotekuté a tekuté směsi na bázi pojiva z popílku a cementu a ostřiva z odpadních písků

# Závěr

---

- Otázka výzkumu, zda chování materiálu zůstává v dlouhodobém horizontu při vystavení účinku metanu
- Je možné některé z těchto účinků nasimulovat v laboratorních podmínkách, např. vystavením důlních agresivních vod
- V podmínkách reálného užití a chování směsí ve větších objemech
- Stavba opěrného komínu, viz. obrázky

# Závěr





# Závěr

---



# Závěr

---

- Tato konstrukce bude v nejbližších dnech zaplavena
- Výplňovou směsí připravenou na základě laboratorního zkoumání
- Poté v horizontu měsíců odběr vzorků metodou vrtání na jádro
- Následná analýza z hlediska pevnosti, struktury, pórozity, fázového složení apod.

# Děkuji za pozornost

---

## **Poděkování**

*Článek byl vypracován v rámci projektu Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin, reg. č. CZ.1.05/2.1.00/03.0082 podporovaného Operačním programem Výzkum a vývoj pro Inovace, financovaného ze strukturálních fondů EU a ze státního rozpočtu ČR.*