

ÚVOD

Pochopení a popis termo-hydro-mechanického (THM) chování jílových materiálů za zvýšených teplot, které by umožnilo ekonomičejší návrh hlubinného úložiště VJP a RAO, je v současnosti řešeno v rámci projektu EURAD (European Joint Programme on Radioactive Waste Management) a podprojektu HITEC (Influence of temperature on clay-based material behaviour). ÚJV Řez, a. s., se na tomto podprojektu experimentálně podílí studiem změn fyzikálních, chemických, hydraulických a mineralogických vlastností českého bentonitu z ložiska Černý vrch (BCV_2017) po tepelném zatížení.

EXPERIMENTÁLNÍ PLÁN

Bude charakterizován vstupní materiál. V definovaných časových intervalech (6, 12, 18 a 30 měsíců), budou postupně odebírány tepelně zatížené vzorky. Na všech vzorcích budou provedeny chemické, mineralogické a geotechnické analýzy. Cílem experimentů je kvantifikovat změny zkoumaných parametrů bentonitu v závislosti na délce a způsobu jeho tepelného zatěžování.

MATERIÁL

Bentonit BCV_2017

- bentonit z ložiska Černý vrch;
- obsah montmorillonitu 55-65 % hm.

BCV „HITEC INPUT“

- bentonit BCV_2017 používaný v URC Josef (CEG FSv ČVUT) jako vstupní materiál pro tepelné zatěžování.

BCV „DRY“

- bentonit BCV HITEC INPUT tepelně zatěžovaný v suchém stavu v otevřené nádobě při teplotě 150 °C;
- tepelné zatěžování je prováděno v URC Josef (CEG FSv ČVUT).



Obr. 1: Bentonit BCV „DRY“ 0,5Y

BCV „WET“

- bentonit BCV HITEC INPUT tepelně zatěžovaný ve vodou plně nasyceném stavu v uzavřené nádobě při teplotě 150 °C;
- tepelné zatěžování je prováděno v URC Josef (CEG FSv ČVUT).

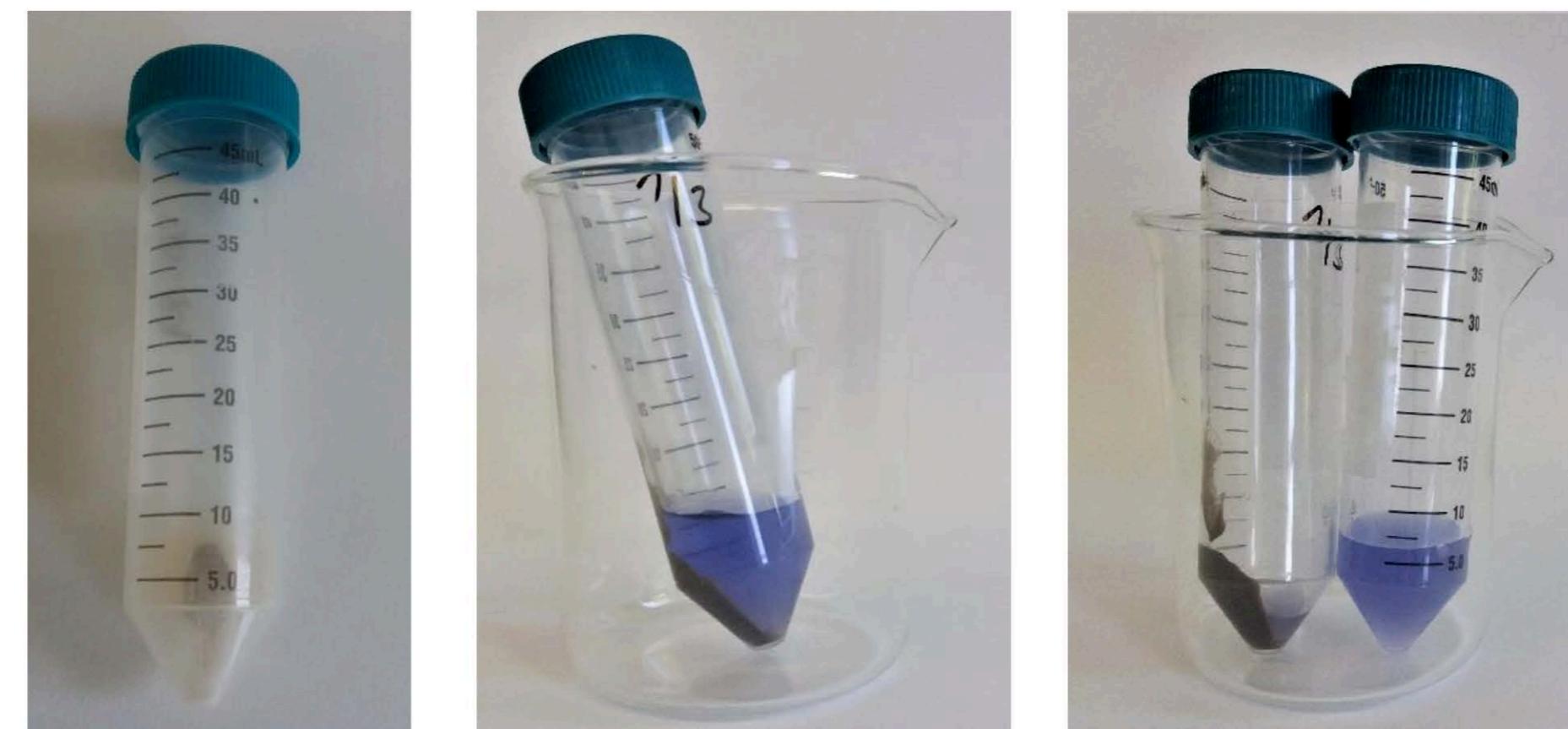
PLÁNOVANÉ ANALÝZY

- mineralogické složení: XRD;
- kationtová výmenná kapacita (CEC): certifikovaná metodika stanovení CEC a výmenných kationtů pomocí metody s Cu(II)-triethylentetraminem (Červinka, 2014);
- stanovení měrného povrchu: adsorpce monovrstvy molekul ethylene glycol monoethyl etheru (EGME, Carter et al., 1965, upraveno podle Brázda, 2019);
- nasycená hydraulická vodivost: metoda konstantního spádu dle ČSN EN ISO 17892-11;
- retenční čáry: zvlhčovací větev.

BCV „HITEC INPUT“

CEC a zastoupení vyměnitelných kationtů

- stanovení CEC metodou UV-VIS a sumy vyměnitelných kationtů a jejich zastoupení metodou AAS.



Obr. 2: Bentonit BCV_2017 před a po zreagování s Cu(II)-triethylentetraminem

Tab. 1: Bentonit BCV „HITEC INPUT“ – CEC a obsazení hlavních kationtů na výmenných pozicích jílových minerálů ze skupiny smektitu (mekv·100 g⁻¹)

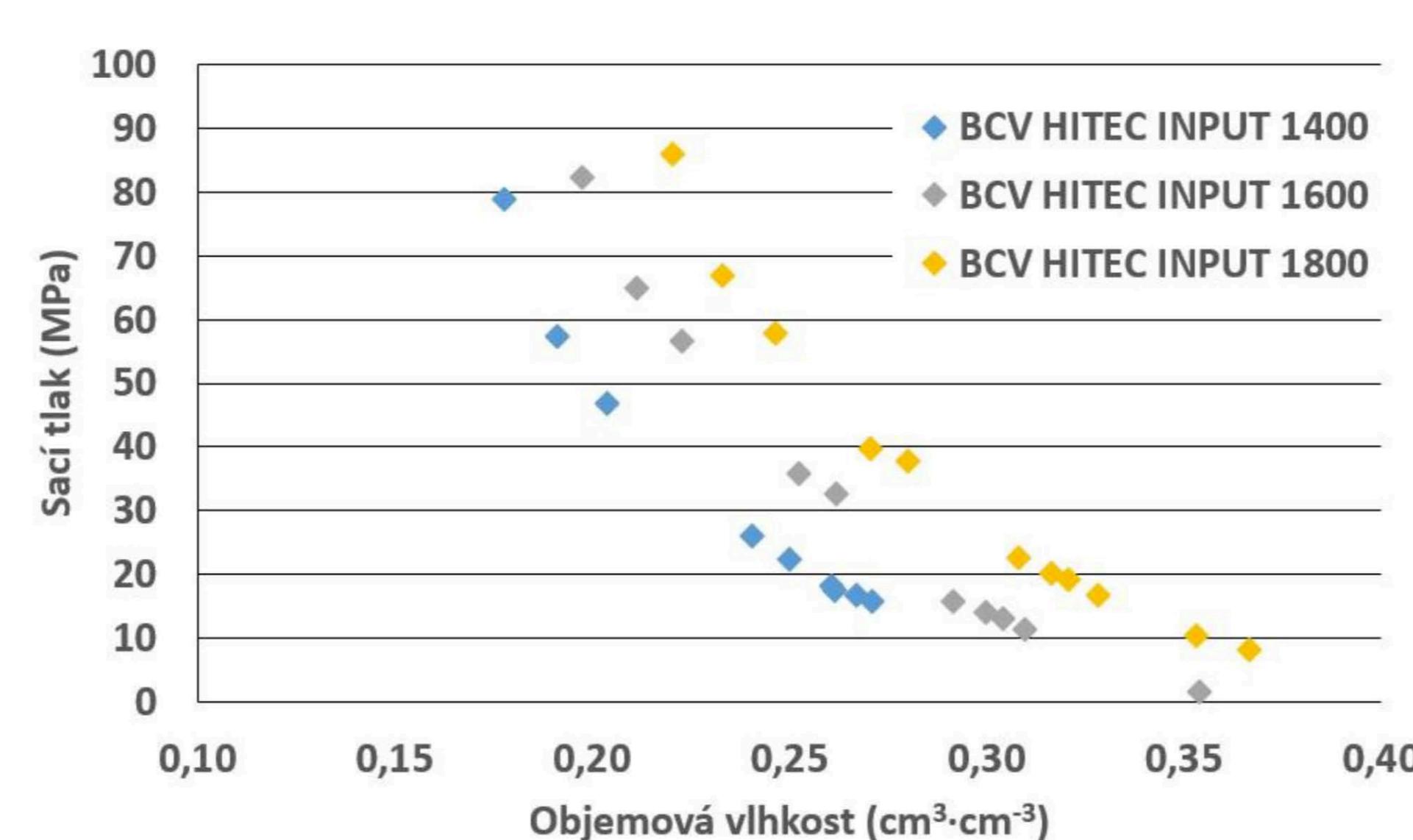
CEC _{UV-VIS}	CEC _{SUM}	Mg	Ca	Na	K
60,6	61,8	36,3	16,7	7,4	1,4

Retenční čáry

- odvození sacího tlaku z relativní vlhkosti.



Obr. 3: Cela s bentonitem BCV „HITEC INPUT“ se zapuštěným čidlem teploty a relativní vlhkosti



Obr. 4: Retenční čáry bentonitu BCV „HITEC INPUT“ při různých suchých objemových hmotnostech ($\rho_d \approx 1400, 1600$ a $1800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$)

ZÁVĚRY

- Byl charakterizován bentonit BCV HITEC INPUT jako vstupní materiál pro experimenty s tepelným zatěžováním.
- Byl odebrán první z řady tepelně zatížených vzorků (BCV „DRY“ 0,5Y) – tepelné zatížení po dobu 0,5 roku v suchém stavu.
- Z dosud provedených analýz se nedá jistě konstatovat, zda došlo ke změnám sledovaných parametrů.

DOSUD PROVEDENÉ EXPERIMENTY

Nasycená hydraulická vodivost



Obr. 5: Měření nasycené hydraulické vodivosti

Tab. 2: Nasycená hydraulická vodivost vzorků BCV „HITEC INPUT“ nalisovaných na různou suchou objemovou hmotnost

ρ_d (kg·m ⁻³)	k_{10} (m·s ⁻¹)
1440	$2,8 \cdot 10^{-13}$
1614	$9,7 \cdot 10^{-14}$
1794	$4,2 \cdot 10^{-14}$

Velikost měrného povrchu

- SA = $492 \pm 14 \text{ m}^2\cdot\text{g}^{-1}$.



Obr. 6: Stanovení měrného povrchu metodou za použití EGME

BCV „DRY“ 0,5Y

- tepelně zatěžován po dobu 0,5 roku.

CEC a zastoupení vyměnitelných kationtů

Tab. 3: BCV „DRY“ 0,5Y – CEC a obsazení hlavních kationtů na výmenných pozicích jílových minerálů ze skupiny smektitu (mekv·100 g⁻¹)

CEC _{UV-VIS}	CEC _{SUM}	Mg	Ca	Na	K
56,5	56,5	25,6	21,3	7,0	2,6

Nasycená hydraulická vodivost

Tab. 4: Nasycená hydraulická vodivost vzorků BCV „DRY“ 0,5Y nalisovaných na různou suchou objemovou hmotnost

ρ_d (kg·m ⁻³)	k_{10} (m·s ⁻¹)
1457	$3,8 \cdot 10^{-13}$
1625	$1,3 \cdot 10^{-13}$
1743	$6,5 \cdot 10^{-14}$