



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Peletizovaný materiál v HÚ

ČVUT FSv – CEG

Jiří Svoboda, Jiří Štástka, Radek Vašíček

29.9.2020



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Kde bude použit bentonit v HÚ?

- **Ukládací místa (těsnění okolo UOS)**
- **Výplň chodeb, šachet, štol, tunelů,...**
- **Hydraulické zátky**
- **Těsnění vrtů**
- **...**



Kde se bere bentonit a jak se zpracovává pro použití?

Bentonit je přírodní jíl, který vznik před miliony let rozpadem horniny (konečný produkt = stabilní)

- **Těžba**
- **Skládkování**
- **Technologická úprava**
 - Mletí
 - Sušení
 - Aditiva (např. natrifikace)
 - Lisování
 - ...



Co od bentonitu požadujeme? Proč?

- **Hydraulické vlastnosti – těsnicí funkce**
- **Bobtnání – vyplnění diskontinuit, spar, samohojení, ...**
- **Mechanické vlastnosti – ochrana UOS, prostorová stabilita,...**
- **Sorpční vlastnosti - retence polutantů**
- **Tepelné vlastnosti – odvod tepla od UOS**
- **...**

Konkrétní požadavky se liší dle způsobu/místa použití

Na čem vlastnosti závisí?

Vlastnosti konstrukce z bentonitu jsou závislé na:

- **Objemové hmotnosti** (sušiny) a jejím rozložení
- **Typu bentonitu**
- **Příměsích**
- **Diskontinuitách**

Obecně – vyšší objemová hmotnost (sušiny) znamená lepší vlastnosti

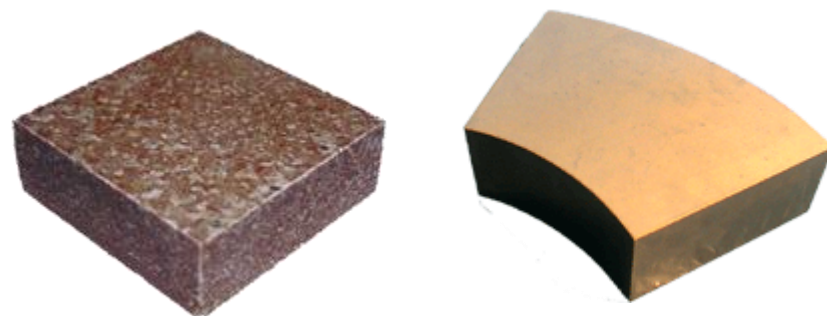
→ **Nižší propustnost**

→ **Vyšší bobtnací tlak a schopnost samohojení**

Formy bentonitu

- **Prášek**
- **Tvárnice**
- **Pelety**

A kombinace druhů...



Co jsou to pelety?

- **Typy pelet**

- Pravidelné

- Koule
 - Válec
 - Čočka
 - „Pilulka“

- Nepravidelné

- Destičky
 - Drť/úlomky

- **Zrnitost**

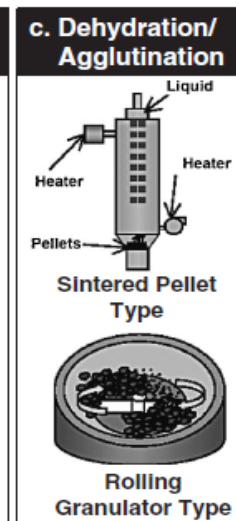
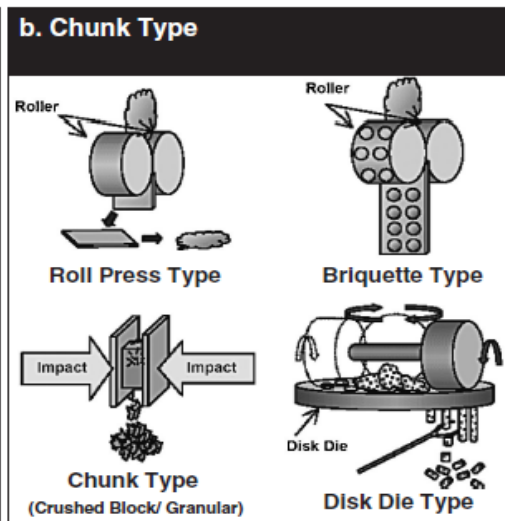
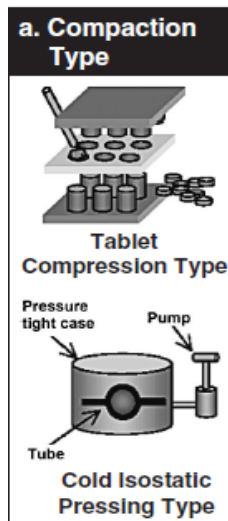
- Všechny pelety stejné
 - Různé velikosti a směsi velikostí/typů





ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Způsoby výroby pelet



MASUDA, Ryoichi, Hidekazu ASANO, Satohito TOGURI, Takuo MORI, Tomoyuki SHIMURA, Takeshi MATSUDA, Masao UYAMA a Masaru NODA. Buffer Construction Technique Using Granular Bentonite. *Journal of Nuclear Science and Technology*. 2007, 44(3), 448-455. DOI: 10.1080/18811248.2007.9711307. ISSN 0022-3131. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/18811248.2007.9711307>

- **Lisování do forem**
- **Lisování stlačeným plynem (izostatické lisování)**
- **Lisování mezi válci**
 - S hladkou stěnou
 - S perforovanou stěnou
- **Drcení větších bloků bentonitu**
- **Lisování bentonitu protlačováním skrz matici**
- **Sušení bentonitové pasty**
- **Shlukování menších bentonitových zrn do větších agregátů**



Proč použít pelety?

- **Kombinují výhodné vlastnosti prášku a tvárnic**
- **Flexibilita použití**
 - Snadné skladovaná a manipulace
 - Lze použít pneumatické nanášení/ukládání (vyplnění těžko přístupných prostor, nepravidelných tvarů,...)
 - Lze je použít jak samostatně, tak v kombinaci s ostatními typy/materiály
 - Vyplní i nepravidelný tvar a těžko přístupná místa
- **Vysoká objemová hmotnost**

Srovnání pelet s ostatními typy

	Prášek	Tvárnice	Pelety
+	- Snadno skladovatelný (pytle, sila) - Snadná manipulace - Lze hutnit (částečně) - Vyplní jakýkoliv tvar	- Vysoká objemová hmotnost - Stabilní tvar - Nepráší	- Střední až vysoká objemová hmotnost - Vyplní jakýkoliv tvar - Snadno skladovatelné (pytle, sila) - Lze hutnit - Lze pneumaticky nanášet - Snadná doprava (šnekové podavače, etc.)
-	- Malá objemová hmotnost - Nestabilní tvar - Velmi prašný	- Náročné na výrobu (formy, lisy) - Pouze pravidelný tvar (problém s vyplněním nepravidelných prostor) - Náročná manipulace (hmotnost, „uchopitelnost“) - Pracovní a technologické spáry - Hůře skladovatelný (nutnost balení/kontroly vlhkosti) - Citlivé na poškození (relativně křehké)	- Nehomogenní - Nepříliš stabilní tvar (sypké) - Dle typu může prášit (ale podstatně méně než prášek)



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

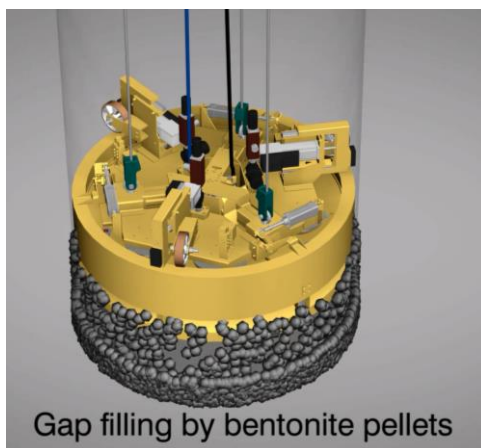
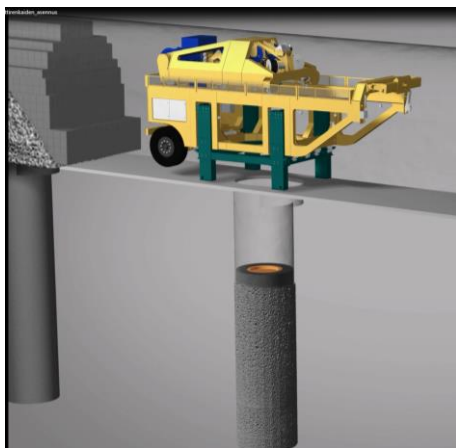
Kde mohou pelety pomoci v HÚ a proč?

- Ukládací místa (těsnění okolo UOS) ✓
- Výplň chodeb, šachet, štol, tunelů, ... ✓
- Hydraulické zátky ✓
- Těsnění vrtů ✓
- ...



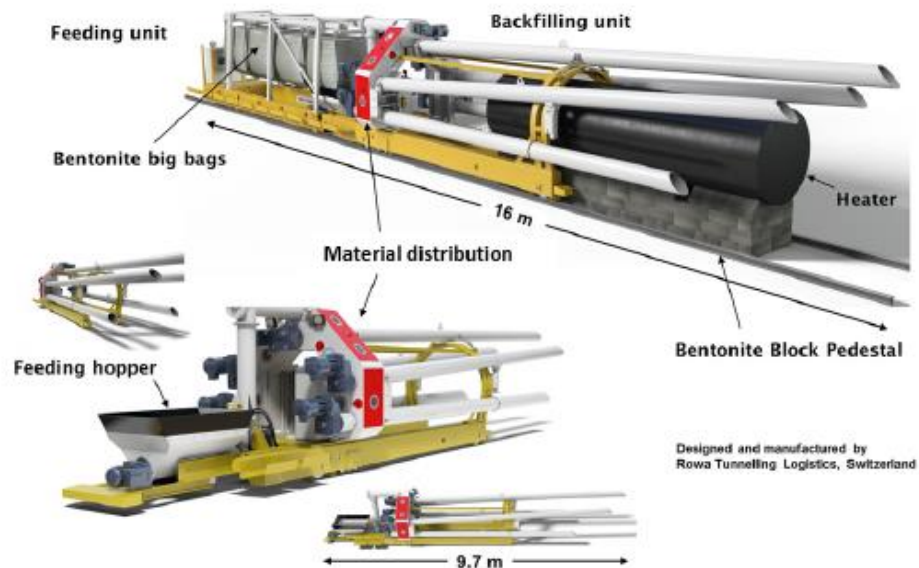
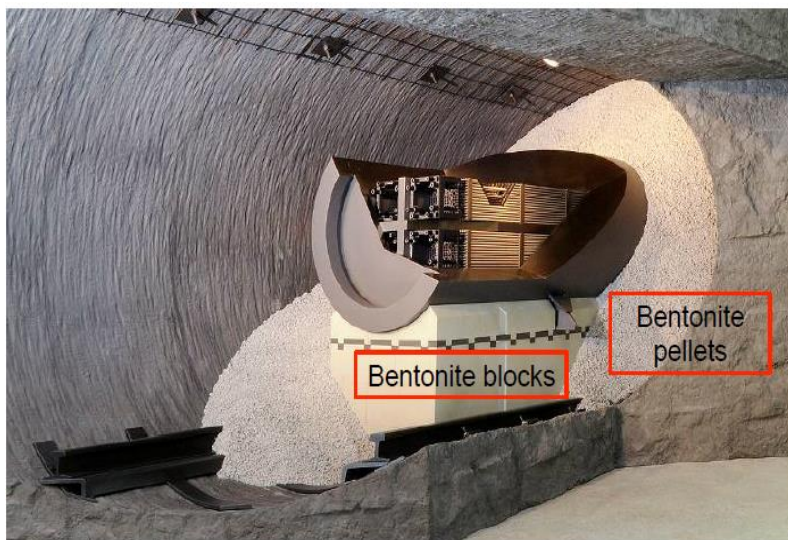
Kde mohou pelety pomoci v HÚ

- **Ukládací místa (těsnění okolo UOS)**
 - Vlastní těsnění
 - Spára okolo tvárnic



Kde mohou pelety pomoci v HÚ

- Ukládací místa (těsnění okolo UOS)
- Zaplnění chodeb

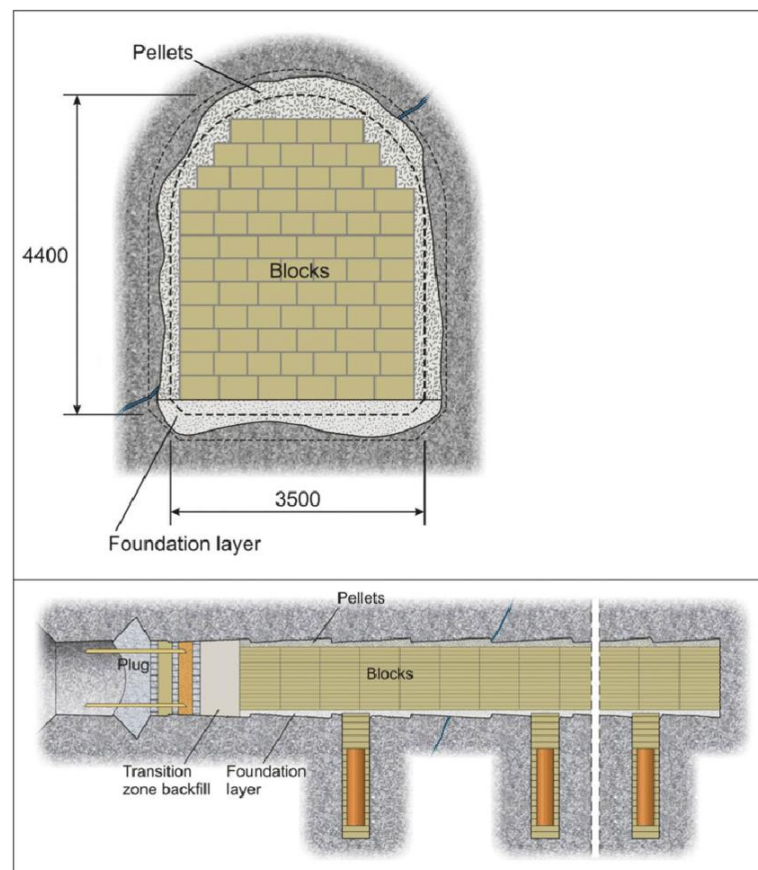


Kde mohou pelety pomoci v HÚ

- **Zaplnění chodeb**



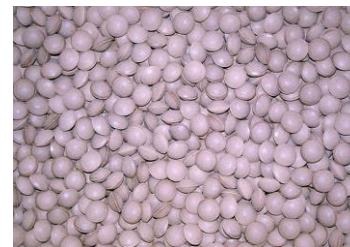
ČVUT 2007 Technologie střihaného backfillu (SÚRAO)



Způsoby ukládání bentonitu na místě

- **Manuální**
- **Mechanizované**
 - Dopravníky (sypání, vtláčení)
 - Pásové
 - Šnekové
 - Pneumatické
 - Nakladač, buldozer
 - Pneumatické nanášení
 - Robotické (tvárnice)
 - Specializované stroje
- **Superkontejnery**
- **Hutnění**

Vývoj pelet v ČR (ČVUT)



- **2000: MOCK-UP-CZ (lisováno matricí, pelety použity pro další testy, nikoliv ve vlastním experimentu)**
- **2007: SÚRAO Technologie stříkaného backfillu**
- **2012: DOPAS EPSP (lisováno protlačováním, pelety použity v těsnicím jádře)**
- **2017: SÚRAO PP ZL10 (vývoj peletové směsi, stávající průmyslová technologie)**
- **2019: SÚRAO Pelety II (vývoj směsi, úprava průmyslové technologie)**

Vývoj pelet v ČR

SÚRAO PP ZL10 + Pelety II (2017-2020)

- **ČVUT + Keramost a.s.**
- **Průmyslový vývoj**
- **Cíl:**
 - Příprava pelet v průmyslovém měřítku (poloprovoz)
 - Dosažení vysoké objemové hmotnosti (vlastních pelet)
 - Nalezení vhodné směsi (zrnitostního složení) pro co nejvyšší objemovou hmotnost uložené směsi



Vývoj pelet v ČR

SÚRAO PP ZL10 + Pelety II (2017-2020)

- **Příprava bentonitu**
- **Lisování**
- **Drcení**
- **Sítování**



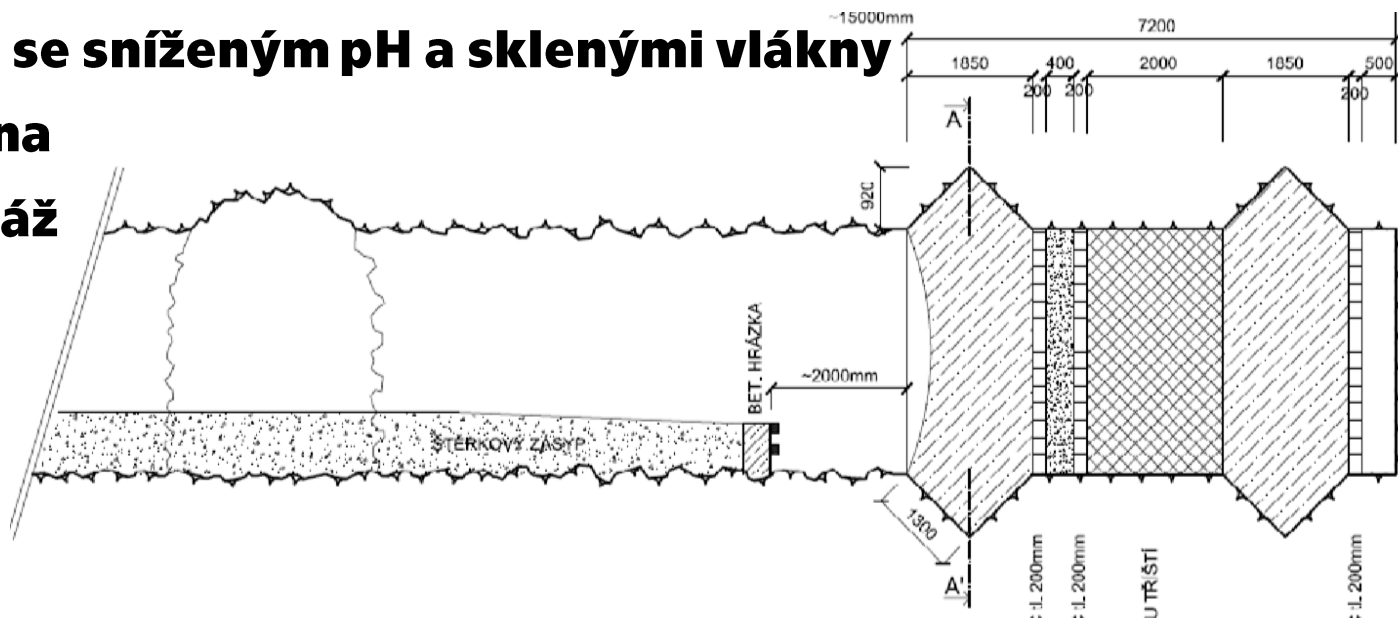
Příklady využití a výzkumu pelet v ČR

- **FP7 DOPAS EPSP – Těsnicí tlaková zátka pro HÚ**
- **H2020 BEACON - Bentonite mechanical evolution**
- **TA ČR IB200C – Inženýrská bariéra ukládacího místa**
- **TA ČR SWICAS – Těsnění vrtů**

Experimentální tlaková a těsnicí zátka

2012-2016 EC FP7 DOPAS - Full Scale Demonstration of Plugs and Seals (ČVUT, ÚJV, SÚRAO)

- **7m dlouhá zátka**
- **Bentonitové pelety – hutněné a pneumaticky nanášené**
- **Beton se sníženým pH a sklenými vlákny**
- **Hornina**
- **Injektáž**



Experimentální tlaková a těsnicí zátka

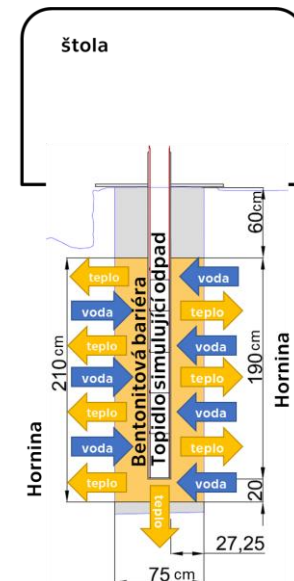
2012-2016 EC FP7 DOPAS - Full Scale Demonstration of Plugs and Seals (ČVUT, SÚRAO, ÚJV)



Inženýrská bariéra 200C

TA ČR TK01030031

2018-2025 ČVUT, ČGS, UK, Teramed + SÚRAO



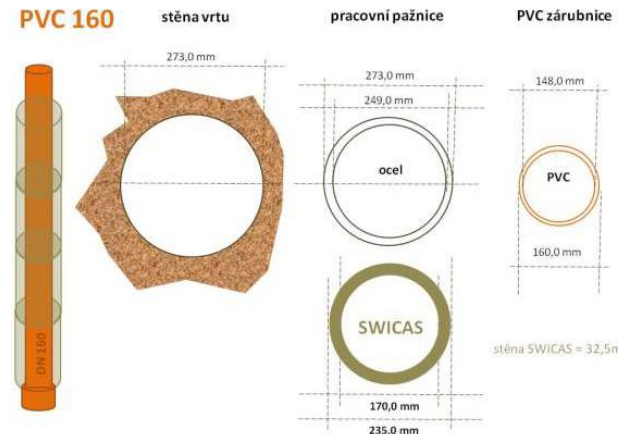
Projekt chce pomocí dlouhodobého in-situ experimentu a doprovodného výzkumu kriticky zhodnotit odolnost bariér při vyšších teplotách.

- **Použití vyšší teploty může přinést výrazné finanční úspory díky snížení nároku na potřebnou velikost úložiště a díky vyšší hustotě ukládání.**
- **Dojde ke zvýšení bezpečnosti prostřednictvím lepších vstupů do bezpečnostní analýzy-budou získány důležité poznatky o chování jak systému, tak materiálů inženýrské bariéry. Tyto poznatky budou relevantní jak pro současný design, tak pro vysokoteplotní.**

Inženýrská bariéra 200C

- In-situ fyzikální model úložného místa – **pelety použity jako konstrukce těsnicí vrstvy**
- Laboratorní výzkum
- Modelování
- ...





TA ČR SWICAS TH02030622

2017-2020 CHEMOCOMEX, ČVUT

Integrované bentonitové těsnění pro zamezení negativního vlivu hydrogeologických vrtů na podzemní vody

Pelety použity jako konstrukční prvek těsnicího prstence mezi zárubnicí a stěnou vrtu



Závěr

Hlavní výhody použití pelet jsou:

- **Schopnost vyplnit nepravidelné a těžko přístupné prostory**
- **Možnost „naladit“ vlastnosti pelet pro konkrétní použití volbou typu pelet a jejich zrnitostního složení**
- **Snadné skladování, manipulace a ukládání**

Pelety jsou flexibilním nástrojem, který umožňuje konstruovat těsnicí a výplňové prvky v HÚ.

Díky svým vlastnostem pomáhají řešit (nejen) technické problémy při výstavbě konstrukcí z bentonitu.