
**NÁVRH A VÝROBA SMĚSI
BENTONITOVÝCH PELET**

2. PRŮBĚŽNÁ ZPRÁVA

Autoři:

prof. Ing. Jaroslav Pacovský, CSc.; Ing. Jiří Šťástka,
Ph.D.
a kolektiv

Poskytovatel:

Společnost „ČVUT-SATRA-Mott MacDonald CZ“

Zastoupena:

České vysoké učení technické v Praze,
Veřejná vysoká škola

Sídlo:

Zikova 1903/4, 160 00 Praha 6

Praha, srpen 2018

Název projektu: Výzkumná podpora pro projektové řešení HÚ

Název dílčího projektu: Návrh a výroba směsi bentonitových pelet

Název dílčí zprávy: 2. Průběžná zpráva - Výroba pelet + laboratorní ověření

Evidenční číslo: SURAO 2017-3842

Číslo smlouvy zadavatele: SO2016-017

č. zakázky: Z2013-0122/010

Poskytovatel:

Společnost „ČVUT-SATRA-Mott MacDonald CZ“

Zastoupena:

České vysoké učení technické v Praze,

Veřejná vysoká škola

Sídlo:

Zikova 1903/4, 160 00 Praha 6

	Funkce	Jméno	Datum	Podpis
Za Objednatele	Osoba pověřená k jednání ve věcech smluvních a technických	Ing. Ilona Pospíšková Ing. Jaromír Augusta, Ph.D.		
	Osoba odpovědná za technickou část	Ing. Lucie Hausmannová, PhD.		
Za Poskytovatele	Osoba pověřená k jednání ve věcech smluvních	doc. RNDr. Vojtěch Petráček, CSc.		
	Osoba pověřená k jednání ve věcech technických	Ing. Alexandr Butovič, Ph.D.		
	Vedoucí expertního týmu	prof. Ing. Jaroslav Pacovský, CSc.		

Obsah

1	Úvod	8
2	Způsob vyhodnocení	9
2.1	Objemová hmotnost sušiny	9
2.2	Objemová hmotnost	10
2.3	Hmotnostní vlhkost	10
2.4	Stupeň nasycení (saturace)	10
2.5	Zrnitostní složení	11
2.6	Objemová hmotnost bentonitové vrstvy	11
3	Technologie kompaktoru	11
3.1	Kapacita a technické údaje	13
3.2	Vlastnosti materiálu během provozu linky	13
3.3	Výsledky ze zkoušek materiálů M181 a M182	15
3.3.1	Čočka - materiál M 181	15
3.3.2	Drť - materiál M 182	16
3.3.2.1	Zrnitostních rozbory	17
3.3.2.2	Zhutnění vrstvy	17
3.3.3	Vliv tloušťky pelety na objemovou hmotnost sušiny (M181 a M182)	18
4	Technologie kolového mlýna	19
4.1	Kapacita a technické údaje	20
4.2	Výsledky ze zkoušek materiálu M180	20
5	Technologie kompaktoru s odlišnou maticí	21
6	Porovnání výsledků ze zkoušek a diskuse	23
7	Popis dalších prací	25
8	Závěr	26
9	Bibliografie	26
10	Přílohy	27
10.1	Výsledky z výroby od 1. 10. 2017 do 31. 1. 2018	27
10.2	Výsledky ze zkoušek lisování pelet pro M 180 a M 181	29
10.3	Výsledky ze zkoušek lisování pelet pro M 182	34

Seznam obrázků

Obr. 1 – Vlevo je 3D schéma lisovacích válců s perforací, které jsou umístěny v kompaktoru, viz obrázek vpravo.	12
Obr. 2 – Obrázky slisovaných materiálů – vlevo materiál vylisovaný kompaktozem (tzv. čočka, označení zkratkou M181) a vpravo materiál vylisovaný kompaktozem a podrcený kladivovým drtičem (tzv. drť, označení M182).	12
Obr. 3 – Vlevo na obrázku je kladivový drtič (KDV 630) a vpravo je stroj (SH 1036 -D6809) pro zrnitostní třídění vylisovaného a drceného peletizovaného bentonitu.	13
Obr. 4 – Grafické znázornění průběhu vlhkostí (surového bentonitu a aktivovaného bentonitu po lisování v kompaktoru) v úpravně bentonitů v období 1. 10. 2017 až 31. 1. 2018.	14
Obr. 5 – Grafické zobrazení průměrné zrnitosti lisovaného bentonitu v období 1. 10. 2017 až 31. 1. 2018 (červená čára) a srovnání s čarou zrnitosti podle Fullerova výpočtu.	14
Obr. 6 – Graf shrnující výsledky objemové hmotnosti sušiny v závislosti na vlhkosti lisovaného bentonitu pro materiál M181 (aktivovaný, neaktivovaný a neaktivovaný z velkoobjemové zkoušky VZK z 24. 7. 2018).	15
Obr. 7 – Graf zobrazuje výsledky průměrné objemové hmotnosti sušiny v závislosti na vlhkosti lisovaného bentonitu pro materiál M181 (aktivovaný, neaktivovaný a neaktivovaný z velkoobjemové zkoušky VZK z 24. 7. 2018).	16
Obr. 8 – Graf shrnující výsledky objemové hmotnosti sušiny v závislosti na vlhkosti lisovaného bentonitu pro materiál M182 (aktivovaný a neaktivovaný z velkoobjemové zkoušky z 24. 7. 2018).	16
Obr. 9 – Křivky zrnitosti pro vybraný materiál (drť, M182 – aktivovaný bentonit, výroba 10. 4. 2018, hmotnostní vlhkost 4,03 %, průměrná objemová hmotnost sušiny pelety $\rho_d=2,062 \text{ g/cm}^3$) a porovnání s křivkou zrnitosti dle Fullerova výpočtu (modrá čára).	17
Obr. 10 – Graf s vybranými výsledky zkoušek hutnění peletizovaného materiálu (M182, drť) pro různé způsoby hutnění.	18
Obr. 11 – Graf zobrazující vliv tloušťky pelety na objemovou hmotnost sušiny, černou čarou je v grafu zobrazený trend vývoje hodnot – s klesající tloušťkou čočky roste objemová hmotnost sušiny.	19
Obr. 12 – 3D grafické zobrazení a foto kolového mlýnu ve výrobě – pohled na válec ve stroji (vpravo).	19
Obr. 13 – Aktivovaný bentonit po úpravě v kolovém mlýnu (materiál označený zkratkou M 180 – kolový mlýn).	20
Obr. 14 – Grafické vyjádření závislosti slisování materiálu M180 z kolového mlýna na jeho vlhkosti pro všechny provedené zkoušky.	21
Obr. 15 – Fotky z návštěvy technologické zkušebny – vlevo obrázek ze zkušebny a vpravo je ukázka matrice pro lisování pelet ve zkušebním „kompaktoru“.	22
Obr. 16 – Vlevo na obrázku jsou různé peletizované materiály, které byly zkušebně ve zkušebně firmy Köppern GmbH & Co v minulosti (mýdla, kovy, síra, atd.); vpravo je ilustrační obrázek vylisované pelety.	23
Obr. 17 – Výsledky shrnující dosažené slisování (objemovou hmotnost sušiny) vybraných peletizovaných materiálů a porovnání s křivkou plného nasycení pórů.	24

Seznam tabulek:

Tabulka 1- Shrnutí výsledků testů objemových hmotností a vlhkostí pelet lisovaných v technologické zkušebně	22
Tabulka 2 – Orientační stanovení objemové hmotnosti bentonitové vrstvy v závislosti na způsobu hutnění v laboratořích poskytovatele.....	22

Seznam textových příloh:

- 10.1 Výsledky z výroby od 1.10 2017 do 31. 1. 2018
- 10.2 Výsledky ze zkoušek lisování pelet pro M 180 a M 181
- 10.3 Výsledky ze zkoušek lisování pelet pro M 182

Seznam elektronických příloh:

Seznam použitých zkratk:

CEG – Centrum experimentální geotechniky – katedra na Fakultě stavební, ČVUT v Praze; jedno z pracovišť poskytovatele

M 180 – peletizovaný materiál vyrobený kolovým mlýnem

M 181 – peletizovaný materiál vyrobený kompaktořem (čočka)

M182 - peletizovaný materiál vyrobený kompaktořem a podrcený v kladivovém drtiči (drť)

M 193 – pelety vyrobené v technologické zkušebně výrobce kompaktořů

Vymezení pojmů:

Buffer - tlumící materiál, který je použitý jako bariéra umístěná okolo UOS s radioaktivním odpadem, pro omezení průniku podzemní vody k UOS a pro omezení potenciální migrace radionuklidů z UOS sorpcí materiálu bufferu [1]

Backfill – výplňový materiál použitý pro vyplnění tunelů v úložišti po uložení radioaktivních odpadů [1]

Fullerova studie (výpočet) – práce, jejímž výsledkem je početní vztah, kterým lze najít tzv. plynulou zrnitost sypkých materiálů, tzn., že se jedná o ideální čáru zrnitosti, která řeší zaplnění mezizrných prostorů menšími zrny

Abstrakt

Hlavním cílem projektu výzkumu a vývoje bentonitových pelet je návrh směsi a výroba pelet s co nejvyšší objemovou hmotností. Rešerše prokázala, že bentonitové pelety mohou být velice vhodné pro použití v konstrukci hlubinného úložiště např. pro zaplnění technologických spár. Požadavkem výzkumu také je, aby materiál bylo možné vyrobit v průmyslovém měřítku, tzn. v kapacitě výroby okolo 1 tuny za hodinu. V této zprávě jsou popsány zkoušené technologie pro lisování bentonitu. Dále jsou ve zprávě popsány vlastnosti lisovaného bentonitu z provozních zkoušek obou technologií za druhou etapu projektu, od 11/2017 až do 8/2018. Souhrnně lze říci, že došlo po optimalizaci technologií ke zlepšení vlastností lisovaného materiálu, tzn. ke zvýšení objemové hmotnosti sušiny jednotlivých pelet. Mimo zkoušek zaměřených na lisování pelet (granulátů, destiček) také probíhají zkoušky zaměřené na vývoj směsi s optimalizovanou zrnitostí podle Fullerova výpočtu. V lednu 2018 proběhly konzultace v technologické zkušebně výrobce lisovacích strojů.

Klíčová slova


Bentonit, pelety, lisování, český bentonit, hlubinné úložiště, vlhkost, objemová hmotnost, zhutnění

Abstract

The main objective of the research of bentonite pellets is to design and manufacture a mixture of pellets with the highest possible dry density. The latest "state of the art" knowledge indicates that bentonite pellets are well suited for use in deep geological repositories, e.g. for the filling of technological gaps. Moreover, one of the demands of the research of this material is that it be available at the industrial scale (with a production capacity of around 1 tonne per hour). Therefore, the report provides a description of the testing of technologies to be used for the compaction of bentonite pellets performed in the second stage of the project from October 2017 to August 2018. The report subsequently describes the results of the operational testing of compacted bentonite in pellet form performed via the application of two technological approaches. In conclusion, the optimisation of the two types of technology led to an improvement in the properties of the compressed material and an increase in the dry density of individual pellets. In addition to the testing of pellet compaction (granules, plates), other tests are underway aimed at developing a mixture with a granularity optimised according to Fuller's calculation. It is also important to note that consultations have been held and development work has commenced in cooperation with the technology centre of a compression machine manufacturer.

Keywords

Bentonite, pellets, compaction, Czech bentonite, Deep Geological Repository, water content, density, compaction

 SÚRAO	Návrh a výroba směsi bentonitových pelet 2. Průběžná zpráva	Evidenční označení:
		312/2018

1 Úvod

Cílem výzkumu je navržení a výroba bentonitových pelet z průmyslově dodávaného materiálu – neaktivovaného Ca-Mg bentonitu z ložiska Černý vrch (BCV 2017). Prvním dílčím cílem projektu bylo shrnutí stávajícího stavu problematiky bentonitových pelet a návrh dalších prací. Tento dílčí cíl byl již splněn a objednatelem výzkumu byla přijata zpráva v lednu 2018. Dalším dílčím cílem je „Výroba pelet a laboratorní ověření vlastností pelet (Receptura a popis výroby pelet, II. Dílčí zpráva)“, který byl rozdělen v zadávacím listu na dvě části:

Výroba pelet (průmyslová) a laboratorní ověření:

1. Výroba pelet (ve větším než laboratorním měřítku).
2. Ověření vlastností pelet na reprezentativním počtu vzorků (vlhkost, objemová hmotnost a objemová hmotnost sušiny).

Oproti plánu projektu se už od počátku řešily i zrnitosti peletizovaných materiálů a probíhaly i zkoušky zhutnění vyrobeného materiálu.

Dále byly oproti plánu projektu realizovány zkoušky v technologické zkušebně výrobce lisovacích strojů (tzv. kompaktorů). Provedené zkoušky byly realizovány s cílem odzkoušet jiný typ lisovacích válců, než který je dostupný v úpravně. Jedním z požadavků objednatele je navržení a odzkoušení vhodného postupu existující průmyslové výroby. Proto se výzkum zabývá hlavně optimalizací technologií výroby v existující úpravně bentonitů. V úpravně bentonitů jsou zkoušeny dvě technologie:

1. Technologie kompaktoru (dva materiály)
2. Technologie kolového mlýnu (jeden materiál)

V této dílčí zprávě jsou obě technologie popsány. Popis technologií je proveden tak, aby objednatel výzkumu mohl v budoucnosti využít získané poznatky z tohoto projektu a případně mohl připravit stejnou technologii lisování pro potřeby HÚ. Vzhledem k tomu, že obě technologie jsou používány několik let, předpokládá se a je potvrzeno od subdodavatele, že obě technologie budou s velkou pravděpodobností používány i v dalších letech. V průběhu 2. etapy projektu byl také zorganizován interní kontrolní den v úpravně bentonitů. Zástupci objednatele se seznámili s technologickým vybavením v úpravně bentonitů a byly konzultovány dílčí výsledky.

Při zadání projektu bylo definováno, že navržené a odzkoušené bentonitové pelety musí mít objemovou hmotnost sušiny po tzv. volném sypání co možná nejvyšší. Z rešerše a z předchozích prací je zřejmé, že je důležité zabývat se i zrnitostí pelet, a proto se jedna část výzkumu zabývá zrnitostmi zkoušeného bentonitu.

Koncem října a v průběhu listopadu 2017 proběhly konzultační práce, podrobné seznámení se s výrobou a byly odebírány vzorky pro vyhodnocení tzv. normálního provozu. Dále pak byly zahájeny první provozní zkoušky lisování a optimalizace obou vybraných technologií při plném využití kapacity linky. Samotná zkouška trvala několik hodin a byly zhutněny desítky tun bentonitu. Práce pak pokračovaly dalším provozním testováním a snahou o lisování neaktivovaného bentonitu s vlhkostí zhruba 4 - 5%. Právě toto rozmezí vlhkostí je z technologického hlediska limitní, protože při nižší vlhkosti než 4% se materiál téměř nelisuje (dochází k jeho propadávání skrz lisovací matrice) a výrazně se zvyšuje prašnost v lince.

Podle výsledků ze zkoušek rostla objemová hmotnost sušiny s klesající vlhkostí lisovaného materiálu a i právě proto bylo cílem lisovat materiál s vlhkostí okolo 4-5%.

Nejdříve byl testován aktivovaný bentonit, protože ten je zpracováván v normálním provozu. Před zkouškou s jiným druhem bentonitu by musela být linka vyčištěna, což nebylo možné z finančních a z časových důvodů. Po zkouškách s aktivovaným bentonitem byly připraveny i vzorky lisovaného neaktivovaného bentonitu. Při zkouškách na přelomu května a června (na neaktivovaném bentonitu) bylo dosaženo o něco málo nižší zhutnění než u nejlepších výsledků aktivovaného bentonitu. Nižší zhutnění nebylo nejspíše způsobeno lisováním neaktivovaného bentonitu, protože při srovnávací zkoušce lisování aktivovaného bentonitu také vykazalo nižší objemové hmotnosti než v některých předešlých zkouškách. Na základě toho proběhly další provozní zkoušky v průběhu června, července a srpna s cílem zlepšit slisování neaktivovaného bentonitu a po domluvě se zadavatelem bylo posunuto odevzdání této dílčí zprávy. Prodloužené testování umožnilo vylisovat desítky tun bentonitu a byly odebrány stovky kilogramů vzorků pro laboratorní vyhodnocení. Vše probíhalo za účasti vedoucího provozu, vedoucí laboratoře a technologa provozu Obrnice. Dále se účastnil zástupce ČVUT.

Od října 2017 do července 2018 bylo provedeno několik zkoušek. Při maloobjemových testech do června 2018 byly odebírány vzorky v množství okolo 60 kg a při velkoobjemovém testu (24. 7. 2018) byly odebrány vzorky v množství okolo 300 kg.

2 Způsob vyhodnocení

Hlavním cílem projektu je dosažení co nejvyšší objemové hmotnosti sušiny bentonitové vrstvy z pelet. Klíčovými faktory jsou objemová hmotnost vlastních pelet a jejich zrnitost, resp. zrnitost výsledné vrstvy z těchto pelet. Vhodná zrnitost je taková, kdy se zrnitostní křivka materiálu blíží křivce definované tzv. Fullerovým výpočtem. Vzhledem k výše uvedenému byly v průběhu zkoušek sledovány:


1. Objemová hmotnost sušiny
2. Objemová hmotnost
3. Hmotnostní vlhkost
4. Stupeň nasycení
5. Zrnitostní složení
6. Objemová hmotnost bentonitové vrstvy

2.1 Objemová hmotnost sušiny

Objemová hmotnost vysušené zeminy (sušiny) ρ_d [Mg/m³; kg/m³; g/cm³] je definována jako podíl hmotnosti pevné fáze materiálu (sušeno při teplotě 105 – 110 °C) a celkového objemu vzorku. Určuje se dle ČSN EN ISO 17892-2 [2]:

$$\rho_d = \frac{m_d}{V} \quad \text{Rovnice 1,}$$

kde m_d – hmotnost vysušeného vzorku [kg],
 V – celkový objem vzorku [m³]

 SÚRAO	Návrh a výroba směsi bentonitových pelet 2. Průběžná zpráva	Evidenční označení:
		312/2018

2.2 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost ρ [kg/m³] je definována jako podíl hmotnosti materiálu a celkového objemu vzorku. Určuje se dle ČSN EN ISO 17892-2 [2]

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{Rovnice 2,}$$

kde m – hmotnost vzorku [kg], V – celkový objem vzorku [m³]

Vztah mezi hmotnostní vlhkostí, objemovou hmotností a vysušenou objemovou hmotností je:

$$\rho = \rho_d \left(1 + \frac{w}{100}\right) \quad \text{Rovnice 3,}$$

kde: w – vlhkost [%],

2.3 Hmotnostní vlhkost

Obsah vody v zemině je možno popsat hmotnostní vlhkostí w [%] jako podíl hmotnosti vody v zemině a hmotnosti vysušené zeminy. Určuje se dle ČSN EN ISO 17892-1 [3]:

$$w = \frac{m_w}{m_d} * 100\% \quad \text{Rovnice 4,}$$

kde: m_w – hmotnost vody ve vzorku [g], m_d – hmotnost vysušeného vzorku [g]


2.4 Stupeň nasycení (saturace)

Stupeň nasycení je poměr mezi objemem vody v pórech k celkovému objemu pórů vzorku. Určuje se výpočtem. Nemá jednotky a udává se v procentech nebo prostým číslem.

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot (\rho - \rho_d)}{\rho_w \cdot (\rho_s - \rho_d)} * 100\% \quad \text{Rovnice 5,}$$

kde: ρ_s - měrná hmotnost zeminy (zrna)¹, ρ_w - objemová hmotnost vody

¹ Do výpočtu stupně nasycení bylo dosazeno za $\rho_s = 2,823$ g/cm³ pro Bentonit 75 (ložisko Černý Vrch) z projektu Mock-up Josef, například pro zahraniční sodný bentonit MX 80 je uváděná měrná hmotnost (grain density) okolo 2,750 g/cm³, např. [6],

 SÚRAO	Návrh a výroba směsi bentonitových pelet 2. Průběžná zpráva	Evidenční označení:
		312/2018

2.5 Zrnitostní složení

Zrnitostní složení se stanovuje podle normy ČSN EN ISO 17892- 4 [4]. Výsledkem je zrnitostní křivka, což je součtová čára, jejíž každý bod udává, kolik procent z celkové hmotnosti vzorku činí hmotnost všech zrn menších než určitý průměr zrna d . Pro její stanovení existují dva nejčastěji používané laboratorní způsoby:

- síťový rozbor - prosévání na sítích standardizované řady pro písčité až šterkovité frakce
- hustoměrná metoda - pro jemnozrnnou frakci, vychází ze Stokesova zákona udávajícího vztah mezi průměrem zrn a rychlostí jejich usazování v kapalině.

V tomto projektu je využit pouze síťový rozbor, protože zrnitost prachových zrn není z pohledu celkového zhutnění těsnicí vrstvy z bentonitu důležitá. Určitou roli však hraje celkový obsah prachových (jemnozrnných) zrn v hutněné směsi (těsnicí vrstvě). V projektu je využívána tato řada sít s průměry ok 30; 15; 8; 4; 2; 1; 0,5; 0,2 a 0,1 mm. Materiál propadnutý sítím 0,1 se nazývá podsítné a má tedy frakci v rozpětí 0 až 1 mm.

2.6 Objemová hmotnost bentonitové vrstvy

Pro určení objemové hmotnosti bentonitové vrstvy se využívá některých metod z normy [5] pro sypání kameniva. Peletizovaný materiál je nejdříve nasypán do odměrného válce o známém objemu a hmotnosti, poté je zvážen celý válec i s bentonitovou náplní. Pomocí odečtu objemu na stupnici válce a hmotnosti je dopočítána objemová hmotnost. Tím je stanovena tzv. sypná hmotnost bentonitové vrstvy. Dále je pak ručním setřesením získána objemová hmotnost bentonitové vrstvy „po setřesení“. Poslední hodnotou je získání objemové hmotnosti bentonitové vrstvy po tzv. strojovém setřesení. Strojové setřesení je zkoušeno na vibračním stole (VSB 40 – výrobce BRIO Hranice) pro hutnění betonových vzorků a pro všechny zkoušky je nastavena stejný čas a rychlost otáček (amplitudu vibrací).

3 Technologie kompaktoru

Technologie tzv. „kompaktoru“ vychází z válcových lisů. Do úpravny firmy Keramost a.s. tento stroj dodala firma Köppern GmbH & Co, která má nejenom dlouhodobé zkušenosti s provozem a výrobou lisovacích strojů, ale také provozuje technologickou zkušebnu. Zástupce dodavatele prací inicioval konzultace v technologické zkušebně a podle časových možností bylo naplánováno odzkoušení lisování s jiným druhem válců (lisovacích matic), než jsou dostupné v úpravně bentonitů v Keramostu a.s., více v kapitole 5.

Kompaktor (Obr. 1) je schopný lisovat bentonitové pelety o rozměrech destiček s tloušťkou od 5 mm do 20 mm a s hranou až cca 15 cm (viz Obr. 1 vlevo). Lisování je plně automatické a zařízení je při lisování nastaveno na stálý tlak, aby dosahovalo optimálních podmínek – ideální poměr výkonu a tlaku. Při lisování v kompaktoru je bentonit stlačován mezi dvěma protiběžně rotujícími profilovanými válci (maticemi). K protiběžným válcům se zavádí částicový materiál pomocí svíslého šnekového dopravníku, který je také graficky naznačen modře na Obr. 1. Výsledný pás materiálu, v úpravně označovaný jako „čočka“, je meziproduct, ze kterého se vyrábí granulát. Granulát vzniká drcením v tzv. kladivovém drtiči. Drtič se nachází pod

kompaktorem a na Obr. 1 vlevo je drtič naznačený jako modré zubaté válce pod perforovanými válci, které lisují bentonit. V úpravně bentonitů lze odebrat materiál za lisovacími válci, ze slisovaného materiálu je možné materiál zrnitostně třídit ve stroji zobrazeném na Obr. 3 vpravo. V rámci druhé etapy se tedy zkoušely dva materiály vyrobené technologií kompaktoru a to materiál za kompaktorem (Obr. 2 vlevo, označený jako M181) a drcený materiál z kompaktoru (Obr. 2 vpravo, označený jako M182).

Kompaktor byl v provozu Obrnice instalován v roce 2008. Celkový rozsah investice přesáhl částku 20 mil. Kč. Stejně zařízení bylo instalováno v provozu Pruněv v roce 2013 s obdobným investičním rozpočtem. V současnosti jsou tedy u subdodavatele k dispozici dva kompaktory. Pro tento výzkum se využívá zařízení v úpravně v Obrnicích.

Pro lisování v kompaktoru je nejprve surový přirozeně vlhký bentonit homogenizován v kolovém mlýnu, kam je podle potřeby přidávána soda (uhlíčan sodný - Na_2CO_3). Po homogenizaci v kolovém mlýnu se bentonit suší v rotační plynové sušárně. Po úpravě vlhkosti v sušárně je materiál zrnitostně tříděný a jemnozrné frakce jsou pak lisovány v kompaktoru a podrceny v kladivovém drtiči. Po drcení je materiál opět zrnitostně tříděn a poté je expedován.



Obr. 1 – Vlevo je 3D schéma lisovacích válců s perforací, které jsou umístěny v kompaktoru, viz obrázek vpravo.



Obr. 2 – Obrázky slisovaných materiálů – vlevo materiál vylisovaný kompaktorem (tzv. čochka, označení zkratkou M181) a vpravo materiál vylisovaný kompaktorem a podrcený kladivovým drtičem (tzv. drť, označení M182).



Obr. 3 – Vlevo na obrázku je kladivový drtič (KDV 630) a vpravo je stroj (SH 1036 -D6809) pro zrnitostní třídění vylisovaného a drceného peletizovaného bentonitu.

3.1 Kapacita a technické údaje

Kapacitně technologie kompaktoru vyhovuje podmínkám projektu.

Technické údaje kompaktoru:

Hrubý výkon: 1 - 4 t/hod

Průměr lisovacího válce: 750 mm

Pracovní šíře lisovacího válce: 310 mm

Otáčky lisovacího válce: 15,2 ot/min.

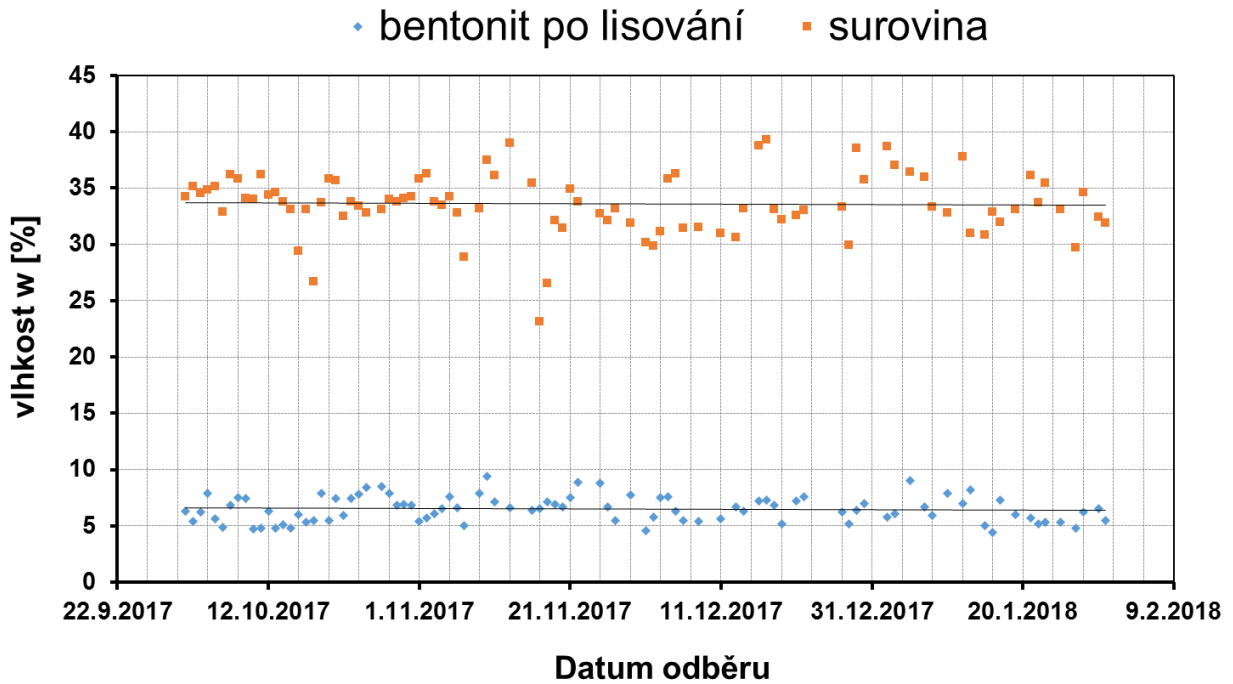
Rozsah otáček: 7,6 – 20 ot/min.

Specifická lisovací síla: 50 kN/cm

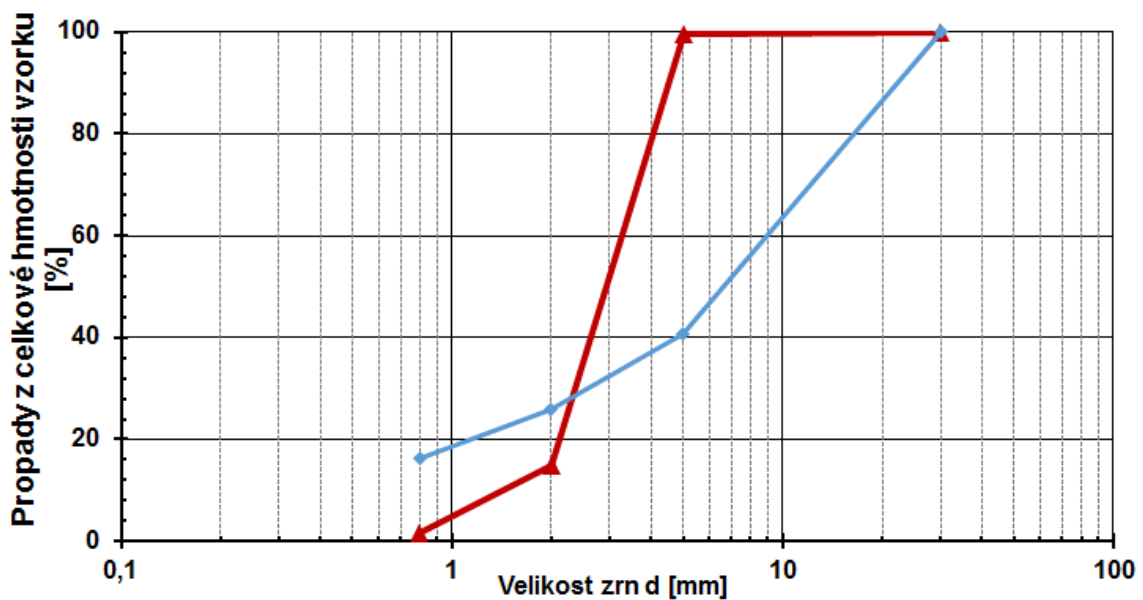
Celková lisovací síla: 1550 kN

3.2 Vlastnosti materiálu během provozu linky

V průběhu normálního provozu byly sledovány vlhkosti v různých fázích výroby. Výsledky ze zkoušek ukazují na rozptyl hodnot vlhkostí při normálním provozu linky. Rozdíly jsou patrné i ve výsledcích vlhkosti dodávané suroviny. Dle subdodavatele jsou výkyvy vlhkosti suroviny způsobeny mj. také počasím, protože deponie bentonitu není zastřešená. Podle posledních zkušeností a informací od subdodavatele má zároveň na výslednou vlhkost suroviny vliv tzv. kusovitost těženého bentonitu. Bentonit má po vysoušení na povrchu nižší vlhkost než uvnitř hroudy. Po následném rozbití suroviny před lisováním v kompaktoru může část lisovaného bentonitu vykazovat nižší vlhkost než zbylý bentonit. Tento jev se bohužel, dle informací od subdodavatele, nedá sušicím procesem ovlivnit. Na Obr. 4 jsou graficky zobrazeny průběhy průměrných vlhkostí suroviny (těženého bentonitu) při vstupu do úpravárenského procesu a dále jsou v obrázku zobrazeny průběhy průměrných vlhkostí bentonitu po slisování v kompaktoru. Z průběhu hodnot lze vyčíst, že ve sledovaném období (1. 10. 2017 až 31. 1. 2018) se vlhkost suroviny pohybovala okolo 34% a vlhkost bentonitu po lisování v kompaktoru byla zhruba 6%. Na Obr. 5 je grafické zobrazení průměrných hodnot zrnitostí materiálu po lisování v kompaktoru, drcení v kladivovém drtiči a zrnitostním třídění při běžné výrobě granulovaného bentonitu v úpravně Všechna data pro grafy jsou uvedena v příloze této zprávy, viz kapitola 10.1.



Obr. 4 – Grafické znázornění průběhu vlhkostí (surového bentonitu a aktivovaného bentonitu po lisování v kompaktoru) v úpravně bentonitů v období 1. 10. 2017 až 31. 1. 2018.



Obr. 5 – Grafické zobrazení průměrné zrnitosti lisovaného bentonitu v období 1. 10. 2017 až 31. 1. 2018 (červená čára) a srovnání s čarou zrnitosti podle Fullerova výpočtu.

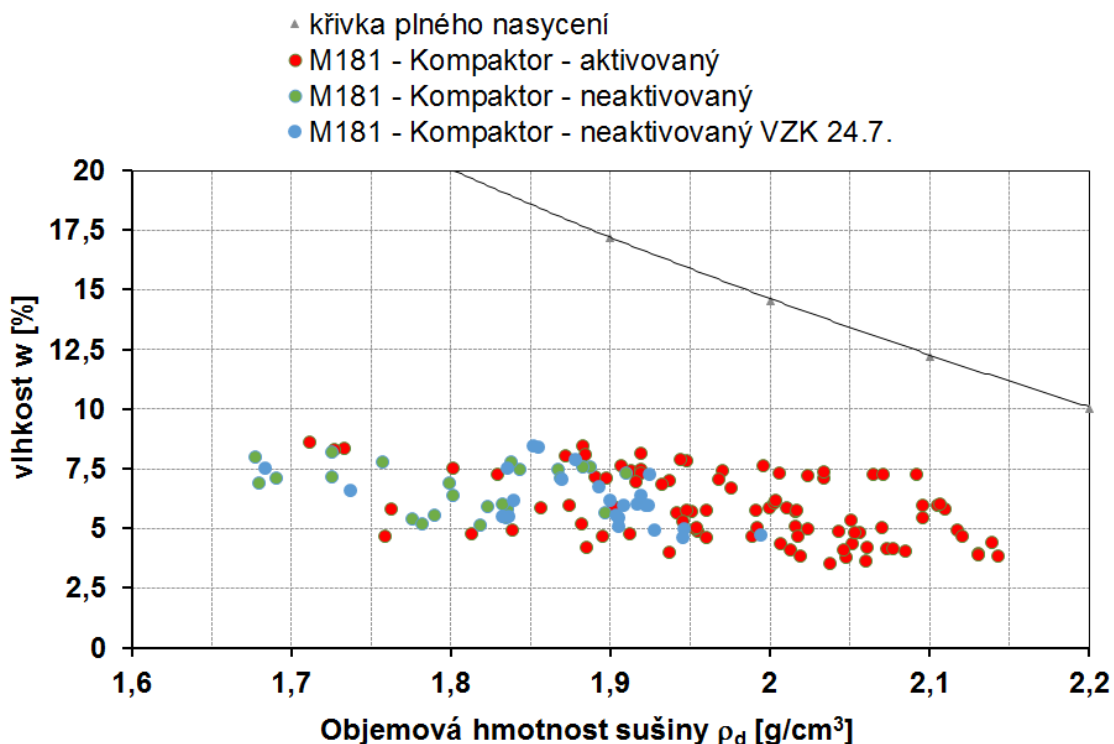
3.3 Výsledky ze zkoušek materiálů M181 a M182

Hlavním cílem v této etapě bylo vylisování peletizovaného materiálu s co nejvyšší objemovou hmotností. Vždy bylo provedeno laboratorní stanovení vlhkosti a objemové hmotnosti. Dále pak byly sledovány zrnitosti a zhutnění v definovaném objemu při různém způsobu aplikace. Také bylo domluveno, že budou sledovány tloušťky materiálu z kompaktoru a jejich vliv na výslednou objemovou hmotnost sušiny bentonitové pelety (čočky).

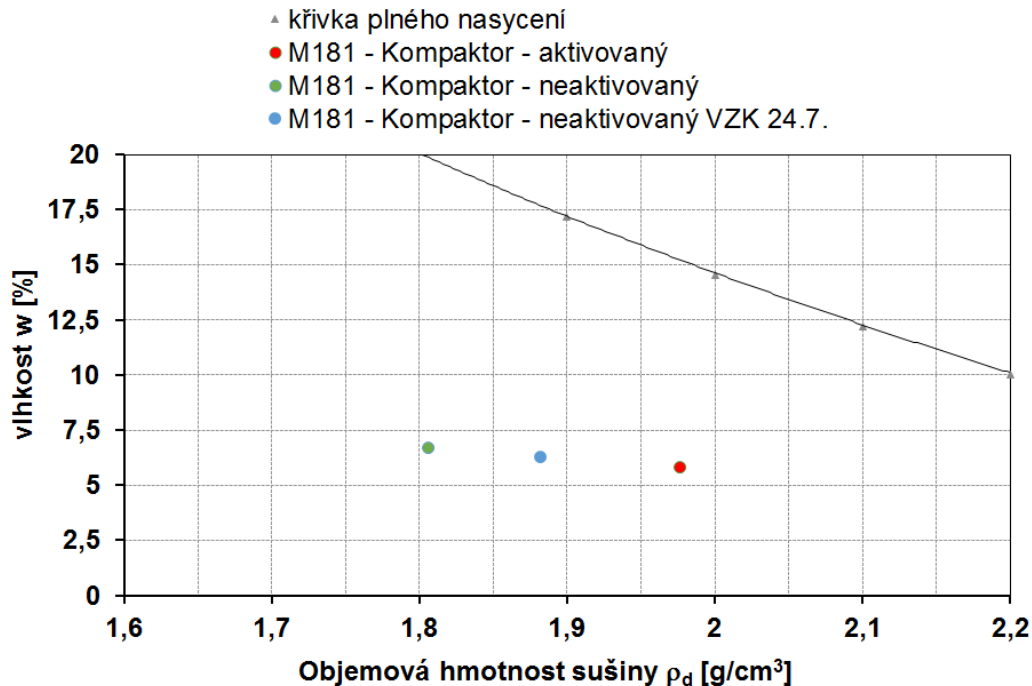
Zkoušky a odběry byly realizovány za plného provozu ve vytižené úpravně bentonitu. Nejdříve probíhalo lisování aktivovaného bentonitu. Po dosažení limitní vlhkosti bylo přistoupeno k lisování neaktivovaného bentonitu. Limitní vlhkost byla stanovená na základě informací z výroby na cca 4 %. Pro vlhkosti bentonitu nižší než 4 % je z technologických důvodů nemožné bentonit v kompaktoru hutnit (dochází k neúměrnému propadávání bentonitu a v lince je technologicky nepřijatelná prašnost).

3.3.1 Čočka - materiál M 181

Pro lisovaný bentonit označený M181 bylo, v souladu s projektem, sledováno slisování pelety. Výsledky ze všech zkoušek jsou shrnuty v grafu na Obr. 6. V grafu jsou porovnány výsledky ze všech zkoušek pro aktivovaný bentonit, neaktivovaný bentonit a pro neaktivovaný bentonit lisovaný při velkoobjemové zkoušce lisování ze dne 24. 7. 2018. V grafu na Obr. 7 jsou zobrazeny průměrné hodnoty pro výše uvedené materiály.



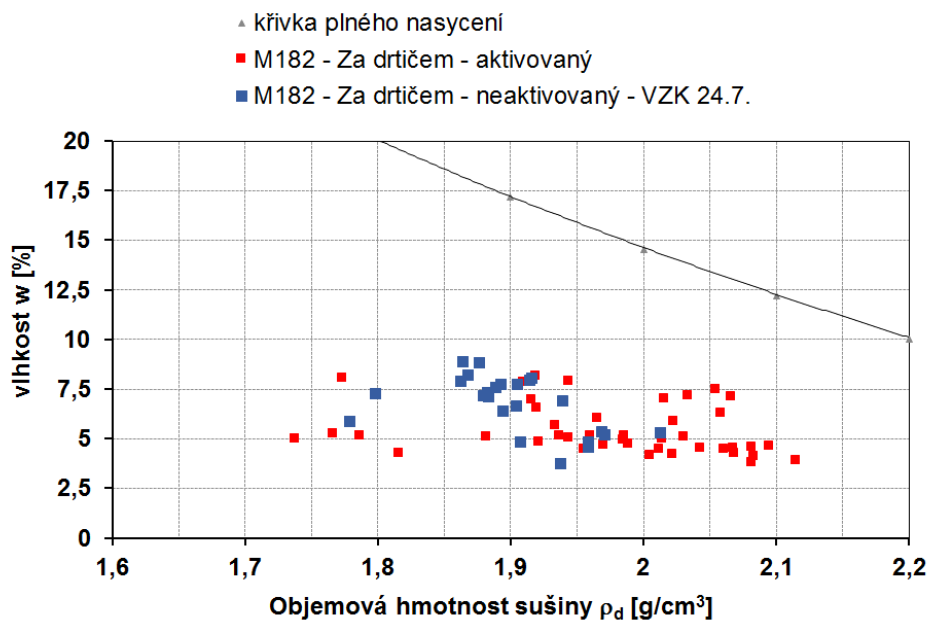
Obr. 6 – Graf shrnující výsledky objemové hmotnosti sušiny v závislosti na vlhkosti lisovaného bentonitu pro materiál M181 (aktivovaný, neaktivovaný a neaktivovaný z velkoobjemové zkoušky VZK z 24. 7. 2018).



Obr. 7 – Graf zobrazuje výsledky průměrné objemové hmotnosti sušiny v závislosti na vlhkosti lisovaného bentonitu pro materiál M181 (aktivovaný, neaktivovaný a neaktivovaný z velkoobjemové zkoušky VZK z 24. 7. 2018).

3.3.2 Drť - materiál M 182

Stejně jako pro materiál M181 bylo i pro materiál M182 sledováno dosažené slisování, které je vyjádřeno objemovou hmotností sušiny v grafu na Obr. 8. Hodnoty objemové hmotnosti sušiny pro M181 a M182 se téměř neliší, protože M182 (drť) vzniká drcením M181 (čočka).

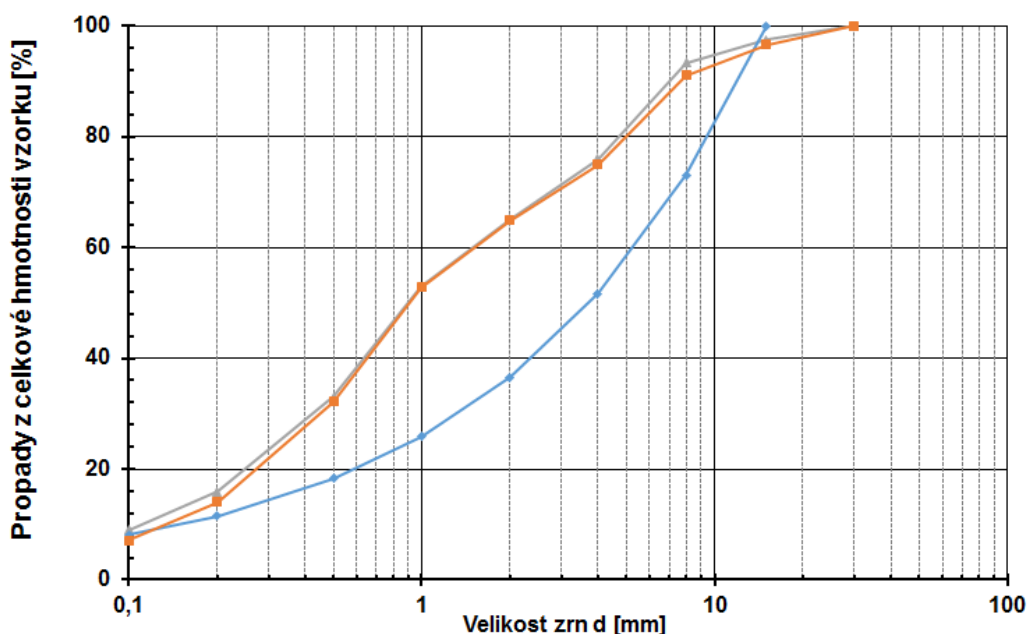


Obr. 8 – Graf shrnující výsledky objemové hmotnosti sušiny v závislosti na vlhkosti lisovaného bentonitu pro materiál M182 (aktivovaný a neaktivovaný z velkoobjemové zkoušky z 24. 7. 2018).

Dále byly pro materiál M182 sledovány zrnitosti a možné zhutnění bentonitové vrstvy složené z materiálu M182 při různých způsobech aplikace.

3.3.2.1 Zrnitostních rozborů

Podrobnější analýza zrnitostních křivek byla naplánovaná na třetí etapu projektu, ale vzhledem k tomu, že materiál z kladivového drtiče (M182, drť) má různou zrnitost, byly provedeny zrnitostní rozborů pro vybrané materiály i v této etapě. Na Obr. 9 jsou zobrazeny jako příklad dvě křivky zrnitosti pro pelety (drť) s nejvyšším průměrným zhutněním $\rho_d=2,062 \text{ g/cm}^3$. Z křivek na obrázku je patrné, že zrnitost materiálu M182 (drť) se blíží zrnitostní křivce podle Fullerova výpočtu.



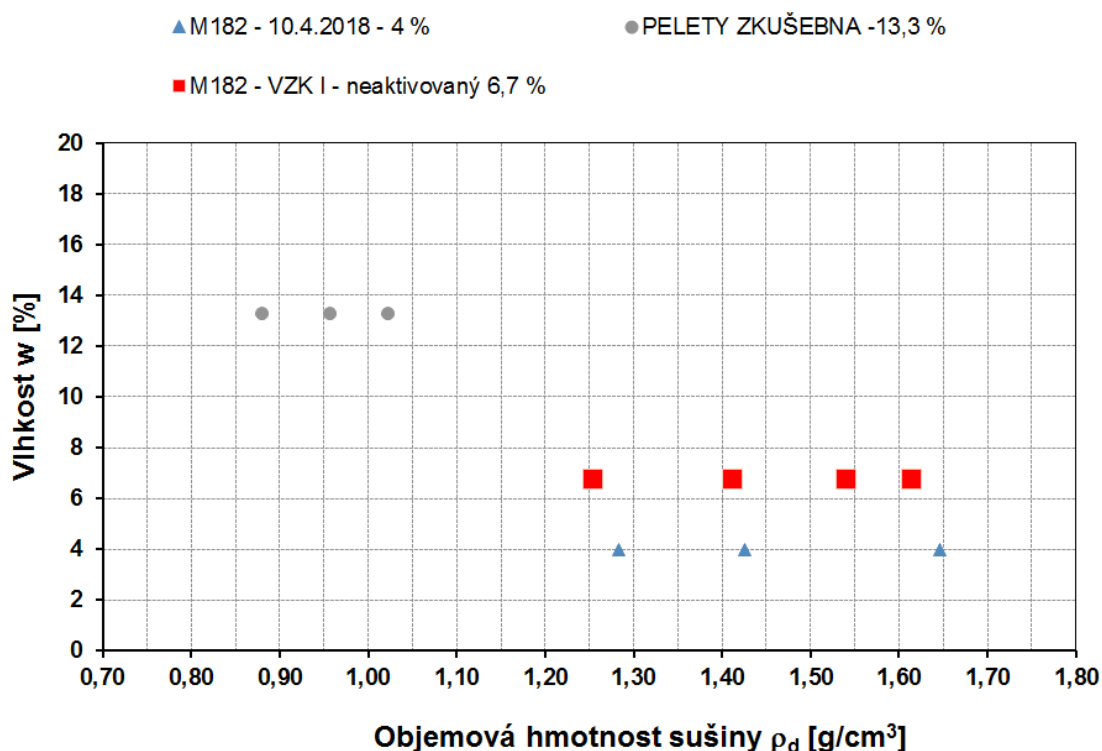
Obr. 9 – Křivky zrnitosti pro vybraný materiál (drť, M182 – aktivovaný bentonit, výroba 10. 4. 2018, hmotnostní vlhkost 4,03 %, průměrná objemová hmotnost sušiny pelety $\rho_d=2,062 \text{ g/cm}^3$) a porovnání s křivkou zrnitosti dle Fullerova výpočtu (modrá čára).

3.3.2.2 Zhutnění vrstvy

Stejně jako u zrnitostních odběrů byly i práce zaměřené na zhutnění bentonitové vrstvy původně naplánovány na další etapy, ale vzhledem k poměrně dobré zrnitosti a výsledkům z lisování pelet byly realizovány orientační zkoušky zhutnění bentonitové vrstvy i v této etapě.

Pro bentonitovou vrstvu z peletizovaného materiálu M182 byly zkoušeny tři způsoby aplikace, a to volné sypání, ruční setřesení a strojové setřesení za použití vibračního stolu VSB 40 (výrobce Brio Hranice). Výsledky zkoušek jsou shrnuty v grafu na Obr. 10. V grafu jsou zobrazeny tři hodnoty objemové hmotnosti sušiny v závislosti na vlhkosti materiálu pro pelety ze zkušebny (viz kapitola 5) a pro aktivovaný bentonit s nejlepšími výsledky slisování pelety. Pro neaktivovaný bentonit (M182- VZK I) jsou uvedeny čtyři hodnoty. Nejnižší objemová hmotnost sušiny je pro každý materiál z tzv. volného sypání (sypání lopatkou z co nejnižší výšky do válce o objemu 5 dm^3 , druhá nejnižší objemová hmotnost sušiny je po ručním střešení

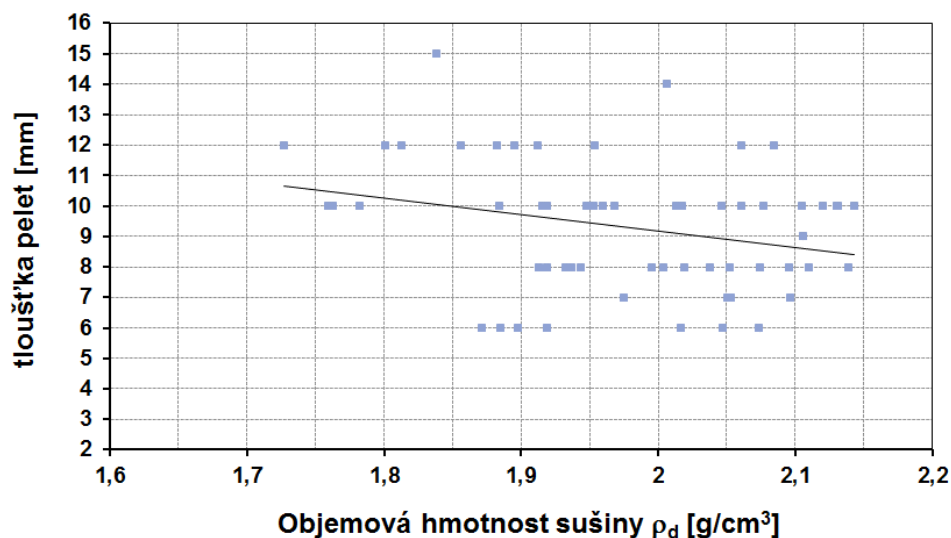
vzorku (ruční třesení válcem po dobu cca 10 sekund) a třetí je po strojovém setřesení vzorku na vibračním stolku po dobu 1 minuty. U neaktivovaného bentonitu (M182 – VZK I) bylo ještě provedeno po strojovém setřesení dodatečné hutnění (dynamicky – údery) pro zjištění maximálního možného zhutnění s použitým ručním nářadím (kladivo, hranol). Oproti strojovému setřesení bylo dosaženo dalšího zhutnění (zvýšení objemové hmotnosti sušiny) bentonitové vrstvy, viz Obr. 10.



Obr. 10 – Graf s vybranými výsledky zkoušek hutnění peletizovaného materiálu (M182, drť) pro různé způsoby hutnění.

3.3.3 Vliv tloušťky pelety na objemovou hmotnost sušiny (M181 a M182)

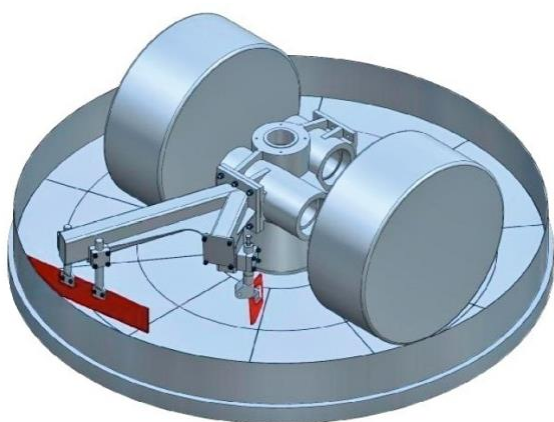
Lisováním bentonitu v kompaktoru vzniká peleta tzv. čočka. Ta vzniká tím, že bentonit je lisován mezi dvěma protiběžnými válci s perforací. To způsobuje, že čočka nemá konstantní tloušťku. Z grafu na Obr. 11 je zřejmé, že průměrná tloušťka zkoušených vzorků čočky byla od 15 mm do 6 mm. Z výsledků je také zřejmé, že tloušťka čočky má nepatrný vliv na objemovou hmotnost sušiny, viz Obr. 11. V grafu na Obr. 11 jsou zobrazeny objemové hmotnosti sušiny čoček nejenom pro různé tloušťky, ale i pro různé vlhkosti.



Obr. 11 – Graf zobrazující vliv tloušťky pelety na objemovou hmotnost sušiny, černou čarou je v grafu zobrazený trend vývoje hodnot – s klesající tloušťkou čochy roste objemová hmotnost sušiny.

4 Technologie kolového mlýna

Kolový mlýn má označení KMKH 1800 a v provozu v Obrnicích jsou umístěny dva. Kolový mlýn KMKH 1800 je složen ze dvou kotoučů (kol), které jsou spojeny vodorovnou osou, viz Obr. 12. Tato kola se otáčejí příslušnou rychlostí po pevném sítu. Protože jsou kola široká, odvalují se s výrazným prokluzem na okrajích perforované základní desky, kterou se bentonit protlačuje. Tímto způsobem dochází k drčení a stlačování jak tlakem, tak i smykem. Cíle úpravy kolovým mlýnem v úpravně jsou tři, a to rozbití velkých kusů natěženého bentonitu, promíchání se sodou a stlačení na příslušný tvar. Díky správným otáčkám a velikosti spodních sítí dochází k optimální přípravě suroviny před samotným vstupem do rotační sušárny. Robustní kolový mlýn je schopen zpracovat různé druhy bentonitů, a to jak více jílovité, tak i více zapískované. Aktivovaný bentonit po stlačení v kolovém mlýnu je zobrazený na Obr. 13.



Obr. 12 – 3D grafické zobrazení a foto kolového mlýnu ve výrobě – pohled na válec ve stroji (vpravo).



Obr. 13 – Aktivovaný bentonit po úpravě v kolovém mlýnu (materiál označený zkratkou M 180 – kolový mlýn).

Tato technologie byla vybrána pro zkoušky i z toho důvodu, že se jedná o robustní stroj a úprava bentonitu tímto strojem je jednoduchá a není potřeba slisovanou surovinu dále upravovat oproti lisování bentonitu kompaktořem (viz popis v kapitole 3).

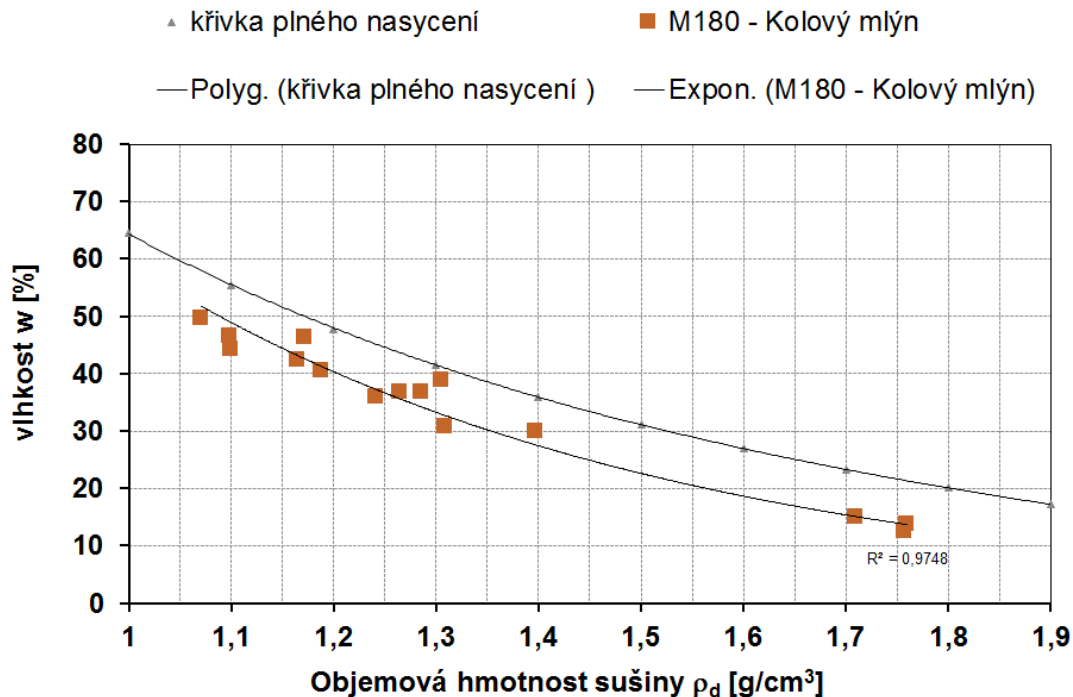
4.1 Kapacita a technické údaje

Technické údaje:

Výkon:	10 t/hod
Průměr běhounů:	1 800 mm
Šířka běhounů vnější:	4 310 mm
vnitřní:	6 735 mm
Max. zdvih běhounů:	200 mm
Elektromotor:	40 kW
Rychlost otáček:	20 ot/min

4.2 Výsledky ze zkoušek materiálu M180

Cílem zkoušek v kolovém mlýnu bylo také slisovat bentonit co možná nejvíce. Už po prvních zkouškách bylo zřejmé, že s technologií kolového mlýna nebude dosaženo takového slisování jako s technologií kompaktořu (materiály M181 a M182). S objednatelem bylo domluveno, že výzkum se bude více soustředit na lisování bentonitu technologií kompaktořu. Výsledky ze zkoušek v kolovém mlýnu (materiál M 180) jsou shrnuty na Obr. 14.



Obr. 14 – Grafické vyjádření závislosti slisování materiálu M180 z kolového mlýna na jeho vlhkosti pro všechny provedené zkoušky.

5 Technologie kompaktoru s odlišnou maticí

Oproti plánu projektu byly připraveny i zkoušky v technologické zkušebně výrobce lisovacích strojů (kompaktoru). Na Obr. 15 jsou fotky z úpravy a na Obr. 16 jsou fotky peletizovaného materiálu ze zkušebny. Po návštěvě zkušebny byly domluveny zkoušky lisování s jinou lisovací maticí, než která je dostupná v úpravně bentonitu. Pro zkoušky byl do úpravy dodán neaktivovaný bentonit v množství 0,5 tuny. Zkoušky byly realizovány v dubnu 2018 a pro lisování pelet byla vybrána matrice (průměr 300 mm), která vylisuje peletu o objemu cca 5 cm³. Celkem bylo provedeno 8 testů a při každém testu byl bentonit jinak vlhký. Výsledky z testů jsou shrnuty v Tabulka 1. V testech byly sledovány hlavně vlhkosti a objemové hmotnosti vylisovaných pelet. Vyhodnocení vlhkostí ve zkušebně se provádí jiným způsobem, a proto se výsledky nepatrně liší od laboratorních zkoušek provedených v CEG.

Informace o existenci technologické zkušebny získal řešitel v průběhu projektu a prozatím nebylo možné provést více testů. Testy jsou finančně a organizačně náročné a zkušebna je také velice vytížena. Výsledky z prvních testů jsou uvedeny v tabulce níže a lze předpokládat, že při intenzivnějším zkoušení se zhutnění pelet zlepší. Vzhledem k absenci jemné frakce nelze předpokládat, že po zvýšení objemové hmotnosti pelety by byla výrazně zvýšena i objemová hmotnost bentonitové vrstvy z těchto pelet. Orientační výsledky zhutnění bentonitové vrstvy po třech způsobech hutnění jsou zobrazeny v Tabulka 2.

Tabulka 1- Shmutí výsledků testů objemových hmotností a vlhkostí pelet lisovaných v technologické zkušebně

Pořadí testu	Vlhkost v %	Objemová hmotnost pelety v g/cm ³	Objemová hmotnost sušiny pelety v g/cm ³	Kapacita výroby v t/hod
1	3,6	1,48	1,43	0,71
2	7,1	1,67	1,56	0,72
3	10,2	1,8	1,63	0,74
4	10,3	1,76	1,60	0,71
5	10,29	1,8	1,63	0,77
6	10,31	1,74	1,58	0,74
7	11,29	1,83	1,64	0,77
8	11,54	1,83	1,64	0,75
Zkoušky CEG pro pelety z testu číslo 8	13,3	1,92	1,69	

Tabulka 2 – Orientační stanovení objemové hmotnosti bentonitové vrstvy v závislosti na způsobu hutnění v laboratořích poskytovatele.

Způsob hutnění pelet ze zkušebny	Objem v cm ³	Vlhkost v %	Objemová hmotnost v g/cm ³	Objemová hmotnost sušiny v g/cm ³
volně sypaný	5000	13,3	1,09	0,88
setřepaný	4600	13,3	1,18	0,96
strojově setřepaný	4300	13,3	1,26	1,02

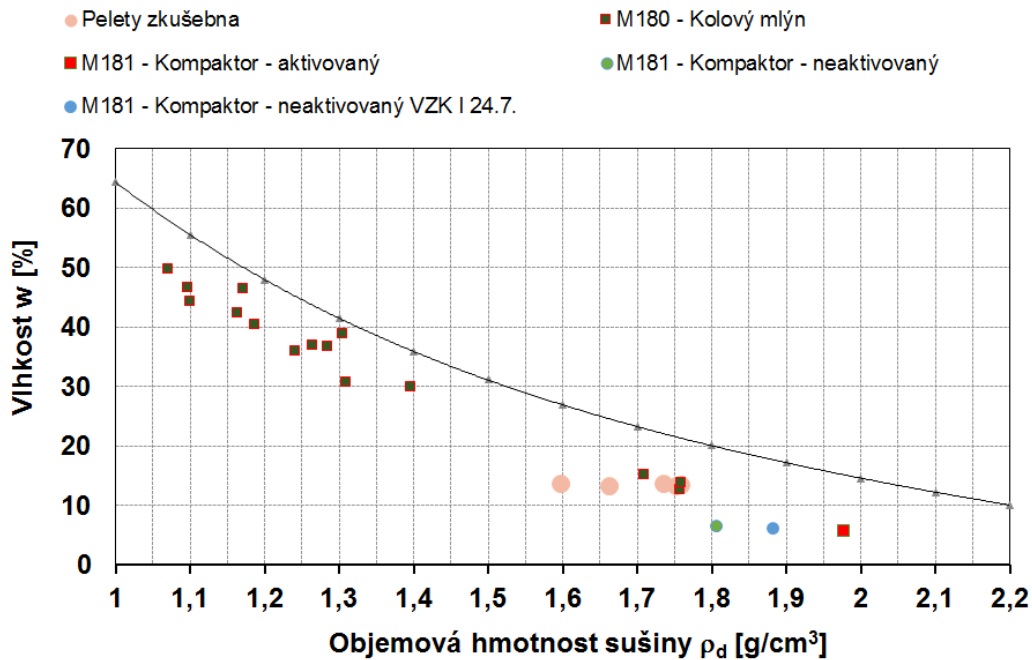

Obr. 15 – Fotky z návštěvy technologické zkušebny – vlevo obrázek ze zkušebny a vpravo je ukázka matrice pro lisování pelet ve zkušebním „kompaktoru“.



Obr. 16 – Vlevo na obrázku jsou různé peletizované materiály, které byly zkušeny ve zkušebně firmy Köppern GmbH & Co v minulosti (mýdla, kovy, síra, atd.); vpravo je ilustrační obrázek vylisované pelety.

6 Porovnání výsledků ze zkoušek a diskuse

Na Obr. 17 jsou vykresleny vybrané výsledky získané z odebraných vzorků pro zkušeny materiály (M180, M181 a M193 – pelety ze zkušebny). Nejvyšší průměrné objemové hmotnosti sušiny bylo dosaženo při lisování technologií kompaktoru. Toto lisování proběhlo 10. 4. 2018, vylisovaný peletizovaný aktivovaný bentonit měl průměrnou vlhkost 4 % a průměrnou objemovou hmotnost sušiny $\rho_d=2,06 \text{ g/cm}^3$ (M182 - drť). Po této zkoušce začaly přípravy na lisování neaktivovaného bentonitu, které proběhlo v květnu a červnu. V porovnání s předchozími zkouškami byly hodnoty slisování nízké, a proto se lisování neaktivovaného bentonitu znovu opakovalo. Byla připravena velkoobjemová zkouška, která byla provedena dne 24. 7. 2018. Neaktivovaný bentonit byl při velkoobjemové zkoušce více slisovaný (průměrná objemová hmotnost sušiny $\rho_d=1,90 \text{ g/cm}^3$ pro M182 při průměrné vlhkosti 6,7 %). Pro M181 z 24. 7. 2018 byla průměrná objemová hmotnost sušiny o něco nižší, viz Obr. 17 (průměrná objemová hmotnost sušiny $\rho_d=1,88 \text{ g/cm}^3$ pro M182 při průměrné vlhkosti 6,3%). Po vyhodnocení výsledků koncem července bylo v úpravně domluveno další lisování bentonitu s důrazem na snížení vlhkosti. Další zkouška je naplánována na 17. 8. 2018.



Obr. 17 – Výsledky shrnující dosažené slisování (objemovou hmotnost sušiny) vybraných peletizovaných materiálů a porovnání s křivkou plného nasycení pórů.

V průběhu projektu jsou sledovány i zrnitosti materiálu z kladivového drtiče (M182). Tento materiál, podle výsledků z posledních zkoušek, má čáru zrnitosti blížíci se Fullerově křivce. Toto zjištění je velice cenné i pro budoucí práce, protože při přípravě materiálu by odpadlo zrnitostní mísení. Z předchozích prací je zřejmé, že zrnitost má podstatný vliv na velikost zhutnění bentonitové vrstvy a čím více se blíží čára zrnitosti peletizovaného materiálu Fullerově křivce, tím je dosaženo vyššího zhutnění. Cílem probíhajících laboratorních prací je návrh optimálního složení peletizovaného materiálu a porovnání se získanými výsledky ze zkoušek v úpravně.

Dále byly provedeny zkoušky zhutnění materiálu M182 ve válci o objemu 5 dm³. Nejvyššího zhutnění bylo dosaženo pro aktivovaný materiál M182 vyrobeného 10. 4. 2018, který měl i nejvyšší objemovou hmotnost sušiny čocky a jehož čára zrnitosti se blížila „ideální“ čáře zrnitosti, viz Obr. 9.

Materiál z kolového mlýna (M180) nedosáhl takového zhutnění pelet jako materiál z kompaktoru. Ale na základě zkušeností z předchozích prací je možné, že by tento materiál mohl být vhodný např. pro backfill, při jehož výstavbě by bylo vhodné využít klasické vibrační prostředky (např. hutnicí desky). Je vhodný především proto, že pro použití klasických hutních prostředků je mnohem vhodnější vlhký materiál (vyšší než cca 15 % než materiál sušší). Pro stanovení „ideálních“ vlhkostí pro hutnění je nutné znát konkrétní hutnicí technologii.

Byly provedeny pilotní testy lisování v technologické zkušebně výrobce kompaktorů. Testy byly provedeny na jiném typu lisovacích válců, než které jsou dostupné u subdodavatele výzkumu. Výsledky slisování pelet byly nižší než při lisování s matricí dostupnou u subdodavatele. Je pravděpodobné, že při rozsáhlejší testování by bylo možné dosáhnout lepších výsledků. Pilotní testování v technologické zkušebně bylo provedeno nad rámec projektu a intenzivnější testování nebylo možné provést, a to z ekonomických a časových důvodů.


7 Popis dalších prací

II. Etapa projektu - Výroba pelet + laboratorní ověření byla po domluvě s poskytovatelem prodloužena vzhledem k nižšímu zhutnění bentonitu v květnu. Bylo domluveno další testování v úpravně. II. Etapa byla tedy ukončena na konci července a další etapou je Návrh směsi v laboratoři. Tato etapa začala podle plánu projektu, a to začátkem července. Pro návrh směsi byla poskytovatelem domluvena maximální velikost zrna 8 mm. Podle toho byla i připravena linka v úpravně. Bylo nutné vyrobit nové zařízení (síta) a linku technicky upravit. V laboratoři probíhají hlavně zrnitostní rozbory s cílem optimalizace zrnitostního složení peletizovaného materiálu vzhledem k dosažení co nejvyššího zhutnění směsi po volném sypání. Předpokládá se přenesení výsledků a zkušeností z laboratoře do provozu v úpravně.

Mimo prací naplánovaných v laboratoři také dále probíhají zkoušky v úpravně. Cílem těchto dalších zkoušek je další zvýšení objemové hmotnosti sušiny pelety. Výsledky těchto zkoušek budou diskutovány na kontrolních dnech a výsledky budou také publikovány v dílčí zprávě za III. Etapu.

Harmonogram projektu:

	Popis etapy	T0 = zahájení prací	Cíl					
1	Shrnutí stávajícího stavu řešené problematiky + návrh prací	T0+1 měs. (start 10/2017)	Rešerše, 1. průběžná zpráva					
2	Výroba pelet + laboratorní ověření	T0+9 měs.	Receptura a popis výroby pelet, – tato zpráva					
3	Návrh směsi v laboratoři	T0+12 měs.	Popis směsi, 3. průběžná zpráva					
4	Produkce směsi (min. 4 tuny) + test většího měřítka	T0+13 měs.	Demonstrace produkce a test, 4. průběžná zpráva					
5	Experimentální zkoušky hutnění	T0+14 měs.	Experimentální zkoušky hutnění na ČVUT					
6	Závěrečné zhodnocení a závěrečná zpráva	T0+15 měs.	Závěrečné zhodnocení, závěrečná zpráva					
HMG		2017			2018			
		II	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
Rešerše + návrh prací								
Výroba pelet + laboratorní ověření								
Návrh směsi v laboratoři								
Produkce směsi + test většího měřítka								
Experimentální zkoušky hutnění								
Zhodnocení a závěrečná zpráva								

 SÚRAO	Návrh a výroba směsi bentonitových pelet 2. Průběžná zpráva	Evidenční označení:
		312/2018

8 Závěr

Z provedené rešerše v minulé fázi projektu je zřejmé, že pelety resp. peletizovaný bentonit může mít velice důležitou roli v konstrukci HÚ. Projekt je za polovinou průběhu řešení a přinesl velice důležité zkušenosti a poznatky o možnostech úpravy bentonitu v existující průmyslové výrobě v ČR. Doposud nebyly tyto možnosti úpravy bentonitu v ČR dostatečně popsány a nebyly známy možnosti jejich optimalizace s ohledem na možnost peletizace bentonitu pro HÚ.

V úpravě bentonitů byly odzkoušeny dvě technologie pro úpravu bentonitu, a to technologie kolového mlýnu a technologie kompaktoru. Obě technologie jsou ve zprávě popsány.

Z výsledků zkoušek je zřejmé, že vyššího zhutnění lze dosáhnout v kompaktoru. Kolový mlýn je vhodný pro úpravu bentonitu, pokud je požadavkem i vyšší vlhkost bentonitu. Materiál z kolového mlýna by mohl být vhodný pro bentonitové vrstvy, které se budou vytvářet klasickými vibračními prostředky (hutnicí desky a pěchy, apod.).

I nadále probíhají zkoušky lisování v kompaktoru s cílem o další zvýšení objemové hmotnosti pelet. Výsledky těchto zkoušek budou shrnuty v další dílčí zprávě.

9 Bibliografie

- [1] IAEA, . *IAEA Safety Glossary, 2016 Revision*, [online]. Vienna, 2016 [cit. 2017-10-30]. Dostupné z: <https://www-ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/iaea-safety-glossary-rev2016.pdf>
- [2] ČSN EN ISO 17892-2: *Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 2: Stanovení objemové hmotnosti*. ARCADIS Geotechnika, a. s, 2014.
- [3] ČSN EN ISO 17892-1: *Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 1: Stanovení vlhkosti*. ARCADIS Geotechnika, a. s, 2014.
- [4] ČSN CEN ISO/TS 17892- 4. *ČSN CEN ISO/TS 17892- 4: Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 4: Stanovení zrnitosti zemin*. Český normalizační institut, 2005.
- [5] ČSN EN 1097-3 (721194) *Zkoušení mechanických a fyzikálních vlastností kameniva - Část 3: Stanovení sypané hmotnosti a mezerovitosti volně sypaného kameniva*. Český normalizační institut, 1999.
- [6] KARNLAND, Ola. *Chemical and mineralogical characterization of the bentonite buffer for the acceptance control procedure in a KBS-3 repository* [online]. Clay Technology AB, 2010 [cit. 2015-10-20]. Dostupné z: <http://www.skb.se/publication/2137257/TR-10-60.pdf>

10 Přílohy

10.1 Výsledky z výroby od 1. 10. 2017 do 31. 1. 2018

Datum odběru	Vstupní vlhkost suroviny do koláku (%)	Výstupní vlhkost z rotač.sušárny (%)	Vstupní vlhkost do kompaktoru (%)	Výstupní vlhkost z kompaktoru (%)	Granulometrie (%)			
					>5,0	>2,0	>0,8	<0,8
1.10.2017	34,2	6,5	6,3	6,3	0,45	77,70	20,54	1,31
2.10.2017	35,1	5,6	5,5	5,4	0,44	88,98	9,84	0,73
3.10.2017	34,5	6,6	6,3	6,2	0,55	76,35	19,49	3,59
4.10.2017	34,8	8,4	8,0	7,9	0,52	76,09	18,63	4,76
5.10.2017	35,1	5,9	5,7	5,6	0,45	83,15	12,83	3,57
6.10.2017	32,85	5,0	4,9	4,9	0,45	83,88	15,10	0,57
7.10.2017	36,2	7,3	7,0	6,8	0,75	74,20	22,25	2,77
8.10.2017	35,85	8,0	7,7	7,5	0,73	84,84	12,70	1,73
9.10.2017	34,1	7,8	7,5	7,4	0,62	71,28	23,17	4,93
10.10.2017	34,0	5,0	4,9	4,7	0,85	84,11	13,48	1,56
11.10.2017	36,2	5,1	4,9	4,8	0,73	86,63	12,07	0,57
12.10.2017	34,4	6,6	6,5	6,3	1,02	81,29	15,64	2,05
13.10.2017	34,6	5,0	4,8	4,8	0,71	87,09	10,92	1,28
14.10.2017	33,8	5,4	5,2	5,1	0,84	82,58	15,85	0,73
15.10.2017	33,1	5,1	5,0	4,8	0,76	68,46	27,75	3,03
16.10.2017	29,4	6,4	6,2	6,0	0,69	76,79	19,13	3,39
17.10.2017	33,1	5,5	5,4	5,3	1,03	86,36	11,44	1,17
18.10.2017	26,7	5,8	5,7	5,5	0,59	84,51	12,98	1,92
19.10.2017	33,7	8,2	7,9	7,9	0,58	87,61	11,24	0,58
20.10.2017	35,8	5,8	5,6	5,5	0,71	82,10	15,48	1,70
21.10.2017	35,7	7,5	7,3	7,4	0,45	63,99	29,91	5,65
22.10.2017	32,5	6,3	6,0	5,9	1,12	80,87	16,84	1,17
23.10.2017	33,8	7,7	7,6	7,4	0,58	77,37	18,10	3,94
24.10.2017	33,4	8,1	7,8	7,8	0,29	75,29	23,26	1,16
25.10.2017	32,8	8,7	8,6	8,4	0,58	78,79	17,75	2,89
27.10.2017	33,1	8,9	8,6	8,5	0,57	71,71	25,02	2,70
28.10.2017	34,0	8,2	7,8	7,9	0,58	79,91	16,59	2,91
29.10.2017	33,75	7,2	7,0	6,8	0,59	83,26	15,12	1,03
30.10.2017	34,05	7,2	7,0	6,9	0,28	78,17	19,80	1,75
31.10.2017	34,2	7,1	6,8	6,8	0,73	80,88	16,78	1,59
1.11.2017	35,8	5,9	5,5	5,4	0,38	75,57	21,75	2,28
2.11.2017	36,3	6,0	5,7	5,7	0,56	79,87	15,97	3,60
3.11.2017	33,8	6,4	6,1	6,1	0,65	84,77	13,06	1,52
4.11.2017	33,45	7,0	6,7	6,5	0,28	86,61	11,84	1,24

Datum odběru	Vstupní vlhkost suroviny do koláku (%)	Výstupní vlhkost z rotač.sušárny (%)	Vstupní vlhkost do kompaktoru (%)	Výstupní vlhkost z kompaktoru (%)	Granulometrie (%)			
					>5,0	>2,0	>0,8	<0,8
5.11.2017	34,2	7,9	7,7	7,6	0,44	90,10	8,60	0,86
6.11.2017	32,8	7,0	6,6	6,6	0,39	88,88	10,18	0,55
7.11.2017	28,9	5,8	5,1	5,0	0,45	91,88	7,24	0,41
9.11.2017	33,15	8,2	7,9	7,9	0,54	92,76	6,26	0,43
10.11.2017	37,45	9,9	9,5	9,4	0,47	85,65	11,62	2,24
11.11.2017	36,1	7,3	7,0	7,1	0,34	91,00	8,02	0,64
13.11.2017	39	7,1	6,6	6,6	0,67	94,47	4,60	0,26
16.11.2017	35,4	7,2	6,5	6,4	0,81	87,18	8,89	3,12
17.11.2017	23,1	7,1	6,5	6,5	0,65	91,24	7,68	0,43
18.11.2017	26,5	7,8	7,0	7,1	0,53	87,77	10,91	0,79
19.11.2017	32,1	7,7	7,0	6,9	0,33	93,27	6,07	0,33
20.11.2017	31,4	7,7	6,7	6,7	0,54	89,60	8,90	0,96
21.11.2017	34,9	8,1	7,6	7,5	0,57	88,30	10,23	0,91
22.11.2017	33,8	9,4	8,9	8,9	0,78	94,27	4,30	0,63
25.11.2017	32,7	9,4	9,0	8,8	0,65	91,31	7,47	0,54
26.11.2017	32,1	7,2	6,6	6,7	0,66	94,37	4,73	0,24
27.11.2017	33,2	6,0	5,6	5,5	0,34	81,16	12,99	5,51
29.11.2017	31,9	8,1	7,7	7,7	0,36	90,76	8,47	0,38
1.12.2017	30,15	5,2	4,5	4,6	0,43	90,79	8,45	0,33
2.12.2017	29,85	6,3	5,8	5,8	0,34	92,06	7,26	0,34
3.12.2017	31,1	7,9	7,4	7,5	0,25	89,32	9,92	0,49
4.12.2017	35,8	8,3	7,7	7,6	0,65	88,52	10,26	0,56
5.12.2017	36,3	6,9	6,3	6,3	0,67	86,90	11,10	1,33
6.12.2017	31,4	6,2	5,7	5,5	0,30	88,97	10,39	0,32
8.12.2017	31,5	6,2	5,5	5,4	0,48	92,11	7,01	0,40
11.12.2017	31	6,1	5,6	5,6	0,21	81,56	16,51	1,71
13.12.2017	30,6	7,1	6,6	6,7	0,55	89,39	9,41	0,65
14.12.2017	33,15	6,9	6,4	6,3	0,52	91,59	6,43	1,45
16.12.2017	38,75	7,5	7,2	7,2	0,69	87,76	11,10	0,43
17.12.2017	39,3	7,6	7,2	7,3	0,23	87,65	11,27	0,85
18.12.2017	33,1	7,4	6,9	6,8	0,34	86,95	10,46	2,25
19.12.2017	32,2	5,6	5,2	5,2	0,24	85,57	12,78	1,39
21.12.2017	32,6	8,0	7,3	7,2	0,36	73,29	24,21	2,14
22.12.2017	33	8,4	7,6	7,6	0,34	76,64	22,01	1,02
27.12.2017	33,3	6,9	6,3	6,2	0,23	76,50	22,52	0,75
28.12.2017	29,9	5,7	5,1	5,2	0,55	83,91	14,72	0,82
29.12.2017	38,5	6,9	6,5	6,4	0,47	79,15	18,07	2,31
30.12.2017	35,75	7,8	7,0	7,0	0,34	86,78	12,32	0,56
2.1.2018	38,65	6,3	5,9	5,8	0,27	86,03	12,63	1,05
3.1.2018	37	6,7	6,1	6,1	0,58	86,18	10,99	2,25
5.1.2018	36,4	10,0	9,1	9,0	0,17	92,95	6,43	0,43

Datum odběru	Vstupní vlhkost suroviny do koláku (%)	Výstupní vlhkost z rotač.sušárny (%)	Vstupní vlhkost do kompaktoru (%)	Výstupní vlhkost z kompaktoru (%)	Granulometrie (%)			
					>5,0	>2,0	>0,8	<0,8
7.1.2018	36	7,2	6,6	6,7	0,33	87,25	11,11	1,31
8.1.2018	33,3	6,4	5,9	5,9	0,22	86,65	11,84	1,29
10.1.2018	32,8	8,8	7,9	7,9	0,09	92,31	6,77	0,83
12.1.2018	37,8	7,5	6,9	7,0	0,28	85,49	12,49	1,73
13.1.2018	31	8,9	8,4	8,2	0,34	90,89	7,81	0,96
15.1.2018	30,8	5,6	5,0	5,0	0,32	86,85	11,79	1,04
16.1.2018	32,9	5,0	4,5	4,4	0,34	61,22	30,56	7,86
17.1.2018	32	7,8	7,3	7,3	0,40	85,27	13,24	1,09
19.1.2018	33,1	6,6	5,9	6,0	0,22	85,12	13,03	1,63
21.1.2018	36,1	6,4	5,8	5,7	0,25	84,97	13,70	1,06
22.1.2018	33,7	6,0	5,2	5,2	0,36	86,61	12,30	0,73
23.1.2018	35,45	6,0	5,4	5,3	0,69	85,24	13,23	0,82
25.1.2018	33,1	5,9	5,3	5,3	0,36	84,62	14,30	0,72
27.1.2018	29,7	5,5	4,8	4,8	0,74	86,16	12,37	0,74
28.1.2018	34,6	6,6	6,3	6,2	0,88	87,80	10,74	0,58
30.1.2018	32,4	7,0	6,4	6,5	0,30	85,84	13,20	0,66
31.1.2018	31,9	6,2	5,6	5,5	0,36	84,99	12,30	2,35

10.2 Výsledky ze zkoušek lisování pelet pro M 180 a M 181


datum zkoušky výroba	Označení materiálu výroba	Označení materiálu ve zprávě	Vlhkost pelety - w [%]	Objemová hmotnost sušiny pelety pd [g/cm ³]
10.10.2017	Extra mokrá - zkouška I	M180 - Kolový mlýn	12,6	1,758
10.10.2017	Extra mokrá - zkouška I	M180 - Kolový mlýn	13,7	1,759
10.10.2017	Extra mokrá - zkouška I	M180 - Kolový mlýn	15,0	1,710
10.1.2018	Extra mokrá - zkouška II	M180 - Kolový mlýn	49,7	1,071
10.1.2018	Extra mokrá - zkouška II	M180 - Kolový mlýn	40,4	1,187
10.1.2018	Extra mokrá - zkouška II	M180 - Kolový mlýn	46,5	1,098
10.1.2018	Extra mokrá - zkouška II	M180 - Kolový mlýn	44,3	1,100
15.2.2018	Extra mokrá - zkouška III	M180 - Kolový mlýn	35,9	1,241
15.2.2018	Extra mokrá - zkouška III	M180 - Kolový mlýn	36,7	1,286
15.2.2018	Extra mokrá - zkouška III	M180 - Kolový mlýn	46,4	1,171
10.5.2018	Extra mokrá - zkouška IV	M180 - Kolový mlýn	29,8	1,397
10.5.2018	Extra mokrá - zkouška IV	M180 - Kolový mlýn	30,7	1,309
10.5.2018	Extra mokrá - zkouška IV	M180 - Kolový mlýn	38,8	1,305
10.5.2018	Extra mokrá - zkouška IV	M180 - Kolový mlýn	42,3	1,165

datum zkoušky výroba	Označení materiálu výroba	Označení materiálu ve zprávě	Vlhkost pelety - w [%]	Objemová hmotnost sušiny pelety pd [g/cm ³]
10.5.2018	Extra mokrá - zkouška IV	M180 - Kolový mlýn	36,8	1,264
9.11.2017	Kompaktor - zkouška I	M181 - Kompaktor	8,4	1,733
9.11.2017	Kompaktor - zkouška I	M181 - Kompaktor	8,4	1,883
9.11.2017	Kompaktor - zkouška I	M181 - Kompaktor	8,6	1,712
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,3	2,065
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,2	2,071
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,0	1,937
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,3	2,006
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,1	2,034
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,4	1,970
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,2	2,092
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,7	1,907
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,4	2,034
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,3	1,829
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,2	2,023
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M181 - Kompaktor	7,2	1,891
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M181 - Kompaktor	5,9	2,000
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M181 - Kompaktor	5,7	2,016
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M181 - Kompaktor	5,7	1,951
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M181 - Kompaktor	5,9	1,902
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M181 - Kompaktor	5,7	1,960
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M181 - Kompaktor	5,7	1,941
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M181 - Kompaktor	5,8	1,991
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M181 - Kompaktor	6,1	2,002
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M181 - Kompaktor	6,0	1,874
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M181 - Kompaktor	5,8	1,948
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M181 - Kompaktor	5,9	2,011
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M181 - Kompaktor	4,7	1,989
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M181 - Kompaktor	5,0	2,023
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M181 - Kompaktor	5,0	2,070
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M181 - Kompaktor	5,0	1,992
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M181 - Kompaktor	4,9	2,043
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M181 - Kompaktor	5,3	1,945
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M181 - Kompaktor	4,8	2,056
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M181 - Kompaktor	4,9	2,117

datum zkoušky výroba	Označení materiálu výroba	Označení materiálu ve zprávě	Vlhkost pelety - w [%]	Objemová hmotnost sušiny pelety pd [g/cm ³]
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M181 - Kompaktor	4,9	1,954
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M181 - Kompaktor	5,1	2,016
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M181 - Kompaktor	4,3	2,007
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M181 - Kompaktor	4,2	2,073
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M181 - Kompaktor	4,4	2,139
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M181 - Kompaktor	5,0	1,953
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M181 - Kompaktor	4,2	2,060
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M181 - Kompaktor	4,4	2,052
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M181 - Kompaktor	4,8	2,053
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M181 - Kompaktor	4,6	1,960
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M181 - Kompaktor	4,7	2,018
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M181 - Kompaktor	5,0	1,838
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M181 - Kompaktor	4,7	1,895
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M181 - Kompaktor	6,2	2,003
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M181 - Kompaktor	5,5	2,095
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M181 - Kompaktor	5,8	2,110
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M181 - Kompaktor	5,4	2,051
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M181 - Kompaktor	6,0	2,096
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M181 - Kompaktor	5,8	2,017
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M181 - Kompaktor	5,9	1,856
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M181 - Kompaktor	5,9	2,105
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M181 - Kompaktor	6,7	1,975
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M181 - Kompaktor	6,0	2,106
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M181 - Kompaktor	3,9	2,143
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M181 - Kompaktor	4,1	2,013
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M181 - Kompaktor	3,6	2,060
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M181 - Kompaktor	3,8	2,047
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M181 - Kompaktor	3,9	2,131
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M181 - Kompaktor	3,9	2,131
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M181 - Kompaktor	3,9	2,019
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M181 - Kompaktor	4,0	1,937
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M181 - Kompaktor	4,1	2,046
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M181 - Kompaktor	3,5	2,037
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M181 - Kompaktor	4,1	2,085
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M181 - Kompaktor	4,2	2,077
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M181 - Kompaktor	5,2	1,882

datum zkoušky výroba	Označení materiálu výroba	Označení materiálu ve zprávě	Vlhkost pelety - w [%]	Objemová hmotnost sušiny pelety pd [g/cm ³]
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M181 - Kompaktor	4,7	2,120
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M181 - Kompaktor	4,2	1,885
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M181 - Kompaktor	5,1	1,954
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M181 - Kompaktor	4,8	1,912
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M181 - Kompaktor	4,7	1,759
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M181 - Kompaktor	4,8	1,813
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M181 - Kompaktor	5,8	1,763
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	6,9	1,932
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	7,4	1,913
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	8,3	1,727
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	8,1	1,884
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	7,1	1,968
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	7,6	1,996
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	7,5	1,919
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	7,1	1,897
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	7,5	1,801
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	7,3	1,919
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	7,8	1,948
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	7,0	1,916
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	7,9	1,943
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	8,2	1,919
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M181 - Kompaktor	8,1	1,872
20.5.2018	Kompaktor - zkouška X neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,4	1,775
20.5.2018	Kompaktor - zkouška X neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,6	1,790
20.5.2018	Kompaktor - zkouška X neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,5	1,835
20.5.2018	Kompaktor - zkouška X neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,6	1,897
20.5.2018	Kompaktor - zkouška X neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,4	1,801
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XI neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,1	1,725
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XI neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	8,0	1,677
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XI neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	8,2	1,725
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XI neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,9	1,679
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XII neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,1	1,690
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XII neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,5	1,843
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XII neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,8	1,838
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XII neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,9	1,799
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XII neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,3	1,909

datum zkoušky výroba	Označení materiálu výroba	Označení materiálu ve zprávě	Vlhkost pelety - w [%]	Objemová hmotnost sušiny pelety pd [g/cm ³]
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XIII neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,5	1,867
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XIII neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,8	1,757
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XIII neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,6	1,887
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XIII neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,1	1,869
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XIV neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,6	1,882
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XIV neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,9	1,823
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XIV neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,8	1,835
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XIV neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,1	1,818
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XIV neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,2	1,782
12.6.2018	Kompaktor - zkouška XIV neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,0	1,832
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,3	1,924
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,0	1,916
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,0	1,946
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,6	1,835
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,5	1,904
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,0	1,921
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,6	1,903
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,5	1,832
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,0	1,908
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	8,5	1,851
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,6	1,736
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,4	1,919
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,1	1,869
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,8	1,893
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	4,8	1,994
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	4,6	1,945
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,2	1,839
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,0	1,923
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,0	1,927
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	6,2	1,899
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,9	1,878
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,5	1,836
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	7,5	1,683
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	8,5	1,854
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M181 - Kompaktor	5,1	1,905

 SÚRAO	Návrh a výroba směsi bentonitových pelet 2. Průběžná zpráva	Evidenční označení:
		312/2018

10.3 Výsledky ze zkoušek lisování pelet pro M 182

datum zkoušky výroba	Označení materiálu výroba	Označení materiálu ve zprávě	Vlhkost pelety - w [%]	Objemová hmotnost sušiny pelety pd [g/cm ³]
9.11.2017	Kompaktor - zkouška I	M182 - Za drtičem	5,2	1,786
9.11.2017	Kompaktor - zkouška I	M182 - Za drtičem	5,1	1,943
9.11.2017	Kompaktor - zkouška I	M182 - Za drtičem	5,3	1,766
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M182 - Za drtičem	7,1	2,034
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M182 - Za drtičem	7,5	2,054
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M182 - Za drtičem	7,1	2,066
20.1.2018	Kompaktor - zkouška II	M182 - Za drtičem	7,0	2,016
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M182 - Za drtičem	5,2	1,937
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M182 - Za drtičem	5,1	1,960
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M182 - Za drtičem	5,1	2,031
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M182 - Za drtičem	5,1	1,986
1.3.2018	Kompaktor - zkouška III	M182 - Za drtičem	5,1	1,882
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M182 - Za drtičem	4,5	2,068
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M182 - Za drtičem	4,5	2,012
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M182 - Za drtičem	4,6	2,082
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M182 - Za drtičem	4,5	2,043
15.3.2018	Kompaktor - zkouška IV	M182 - Za drtičem	4,6	2,095
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M182 - Za drtičem	5,0	2,014
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M182 - Za drtičem	4,7	1,970
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M182 - Za drtičem	4,8	1,922
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M182 - Za drtičem	4,9	1,985
3.4.2018	Kompaktor - zkouška V	M182 - Za drtičem	4,7	1,989
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M182 - Za drtičem	5,9	2,023
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M182 - Za drtičem	6,0	1,965
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M182 - Za drtičem	6,5	1,920
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M182 - Za drtičem	5,7	1,933
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M182 - Za drtičem	6,3	2,059
4.4.2018	Kompaktor - zkouška VI	M182 - Za drtičem	0,0	0,000
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M182 - Za drtičem	4,2	2,022
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M182 - Za drtičem	4,1	2,083
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M182 - Za drtičem	3,8	2,082
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M182 - Za drtičem	4,2	2,005

datum zkoušky výroba	Označení materiálu výroba	Označení materiálu ve zprávě	Vlhkost pelety - w [%]	Objemová hmotnost sušiny pelety pd [g/cm ³]
10.4.2018	Kompaktor - zkouška VII	M182 - Za drtičem	3,9	2,115
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M182 - Za drtičem	4,5	1,955
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M182 - Za drtičem	4,3	1,816
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M182 - Za drtičem	4,5	2,060
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M182 - Za drtičem	5,0	1,738
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M182 - Za drtičem	4,3	2,069
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M182 - Za drtičem	0,0	0,000
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M182 - Za drtičem	0,0	0,000
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M182 - Za drtičem	0,0	0,000
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M182 - Za drtičem	0,0	0,000
16.4.2018	Kompaktor - zkouška VIII	M182 - Za drtičem	0,0	0,000
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M182 - Za drtičem	7,8	1,910
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M182 - Za drtičem	7,0	1,916
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M182 - Za drtičem	7,9	1,943
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M182 - Za drtičem	8,2	1,919
10.5.2018	Kompaktor - zkouška IX pro srovnání	M182 - Za drtičem	8,1	1,773
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	7,7	1,905
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	5,3	2,013
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	3,8	1,937
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	6,9	1,939
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	4,8	1,958
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	5,9	1,779
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	4,6	1,958
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	6,4	1,894
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	8,2	1,868
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	5,2	1,971
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	7,3	1,882
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	7,8	1,893
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	4,8	1,907
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	7,1	1,884
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	7,9	1,863
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	5,3	1,969
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	6,6	1,904
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	7,9	1,914
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	7,3	1,798

datum zkoušky výroba	Označení materiálu výroba	Označení materiálu ve zprávě	Vlhkost pelety - w [%]	Objemová hmotnost sušiny pelety ρ_d [g/cm ³]
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	7,1	1,879
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	8,8	1,877
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	8,0	1,916
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	8,9	1,864
24.7.2018	Kompaktor - zkouška XV - VZK I neaktivovaný bentonit	M182 - Za drtičem	7,6	1,889

NAŠE BEZPEČNÁ BUDOUCNOST



SÚRAO

Správa úložišť radioaktivních odpadů

Dlážděná 6, 110 00 Praha 1

Tel.: 221 421 511, E-mail: info@surao.cz

www.surao.cz