

Expertní posouzení

Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice na uzavřenou skládku chemického odpadu společnosti OKK Koksozny a.s.

duben 2024

Objednatel:

DIAMO, státní podnik
Máchova 201, 471 27 Stráž pod Ralskem

Zpracovatel:

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Lumírova 630/13, 700 30 Ostrava - Výškovice

Vypracovali:

doc. Ing. Iva Janáková, Ph.D.
doc. Ing. Petr Kučera, Ph.D.
doc. Ing. Václav Zubíček, Ph.D.
Ing. Dana Chudová, Ph.D.
Ing. Hana Věžníková, Ph.D.
Ing. Jakub Klezla
prof. Dr. Ing. Aleš Dudáček



doc. Ing. Petr Kučera, Ph.D.
vedoucí Katedry požární ochrany

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	LOKALIZACE ÚLOŽNÉHO MÍSTA TĚŽEBNÍHO ODPADU (ÚMTO) HEŘMANICE/ ODVAL HEŘMANICE	8
3	ODDĚLOVACÍ VZDUŠNÁ STĚNA (OVS)	12
4	VZORKOVÁNÍ ODDĚLOVACÍ VZDUŠNÉ STĚNY (OVS)	14
5	NAVRŽENÉ MALOROZMĚROVÉ ZKOUŠKY	14
5.1	STANOVENÍ OBSAHU VODY, POPELA A ZTRÁTY ŽÍHÁNÍM	14
5.2	STANOVENÍ SPALNÉHO TEPLA	15
5.3	TERMICKÁ ANALÝZA	15
5.4	STANOVENÍ SKLONU K SAMOVZNÍCENÍ	15
6	PŘÍPRAVA VZORKŮ NA VŠB-TUO	16
6.1	VYBRANÉ POJMY Z OBLASTI VZORKOVÁNÍ:	17
7	STANOVENÍ OBSAHU VODY, POPELA A ZTRÁTY ŽÍHÁNÍM	18
7.1	POSTUP STANOVENÍ OBSAHU VODY V ANALYTICKÉM VZORKU	18
7.2	POSTUP STANOVENÍ OBSAHU POPELA	18
7.3	VÝSLEDKY A HODNOCENÍ	19
7.4	DÍLČÍ ZÁVĚR	20
8	STANOVENÍ SPALNÉHO TEPLA	21
8.1	POSTUP STANOVENÍ SPALNÉHO TEPLA	21
8.2	VÝSLEDKY A HODNOCENÍ	21
8.3	DÍLČÍ ZÁVĚR	22
9	TERMICKÁ ANALÝZA	23
9.1	POSTUP PROVEDENÍ TERMICKÝCH ANALÝZ.....	23
9.2	VÝSLEDKY A HODNOCENÍ	23
9.3	DÍLČÍ ZÁVĚR K LABORATORNÍM VZORKŮM	38
9.4	PODROBNÁ ANALÝZA VZORKŮ P3, P8 A P22	39
9.5	DÍLČÍ ZÁVĚR K PODROBNÉ ANALÝZE VZORKŮ P3, P8 A P22	43
10	STANOVENÍ SKLONU K SAMOVZNÍCENÍ	45
10.1	VÝBĚR VZORKŮ	45
10.2	POUŽITÝ POSTUP STANOVENÍ SKLONU K SAMOVZNÍCENÍ	49
10.3	VÝSLEDKY ZKOUŠEK	49
10.4	VÝSLEDKY TESTŮ U VZORKU P3	49
10.5	VÝSLEDKY TESTŮ U VZORKU P8	51
10.6	VÝSLEDKY TESTŮ U VZORKU P22	52
10.7	DÍLČÍ ZÁVĚR	54
11	ZÁVĚR	56
12	REFERENCE	58
	PŘÍLOHA 1: REALIZACE VRTŮ NA OVS A, PLÁNOVANÁ HLOUBKA 2023	61
	PŘÍLOHA 2: REALIZACE VRTŮ NA OVS A, SKUTEČNÁ HLOUBKA 2023	62
	PŘÍLOHA 3: TECHNICKÉ ÚDAJE PROVEDENÝCH VRTŮ	63
	PŘÍLOHA 4: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P1	64

PŘÍLOHA 5: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P2	66
PŘÍLOHA 6: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P3	68
PŘÍLOHA 7: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P4	70
PŘÍLOHA 8: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P5	72
PŘÍLOHA 9: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P6	74
PŘÍLOHA 10: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P7	76
PŘÍLOHA 11: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P8	78
PŘÍLOHA 12: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P9	80
PŘÍLOHA 13: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P10	82
PŘÍLOHA 14: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P11	84
PŘÍLOHA 15: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P12	86
PŘÍLOHA 16: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P13	88
PŘÍLOHA 17: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P14	90
PŘÍLOHA 18: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P15	92
PŘÍLOHA 19: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P16	94
PŘÍLOHA 20: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P17	96
PŘÍLOHA 21: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P18	98
PŘÍLOHA 22: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P19	100
PŘÍLOHA 23: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P20	102
PŘÍLOHA 24: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P21	104
PŘÍLOHA 25: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P22	106
PŘÍLOHA 26: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P23	108
PŘÍLOHA 27: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P24	110
PŘÍLOHA 28: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P25	112
PŘÍLOHA 29: PROTOKOL O PROVEDENÍ VRTU P26	114
PŘÍLOHA 30: PROTOKOL O ZKOUŠCE SKLONU K SAMOVZNÍCENÍ VZORKU P3	116
PŘÍLOHA 31: PROTOKOL O ZKOUŠCE SKLONU K SAMOVZNÍCENÍ VZORKU P8	119
PŘÍLOHA 32: PROTOKOL O ZKOUŠCE SKLONU K SAMOVZNÍCENÍ VZORKU P22	122

SEZNAM ZKRATEK

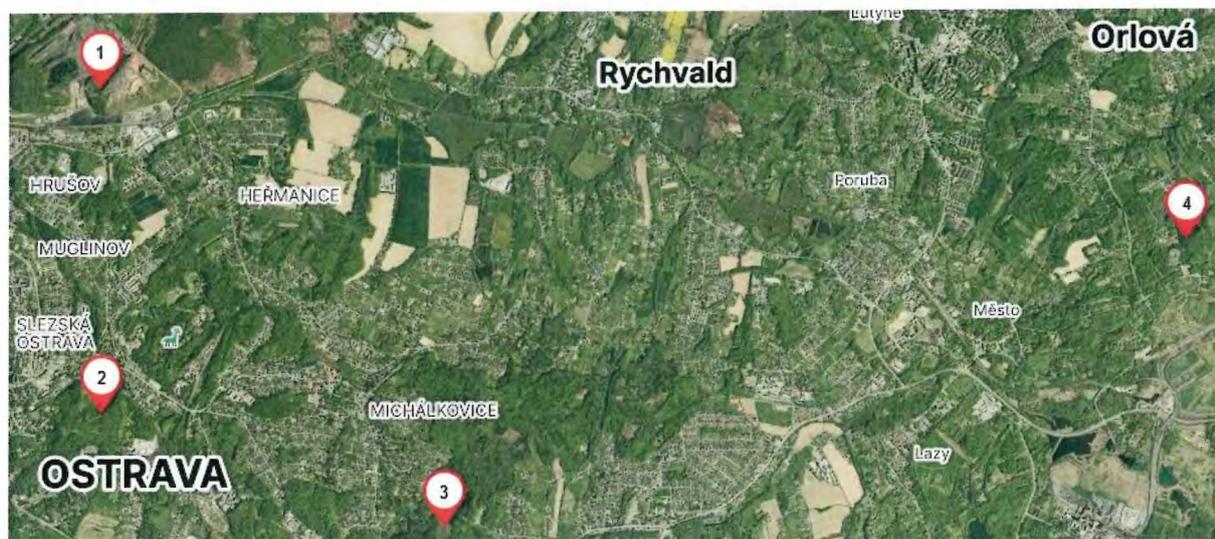
ČOV	čistírna odpadních vod
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DSC	diferenční skenovací kalorimetrie
FBI	Fakulta bezpečnostního inženýrství
HGF	Hornicko-geologická fakulta
KÚ MSK	Krajský úřad Moravskoslezského kraje
MV	Ministerstvo vnitra
OBÚ	Obvodní báňský úřad
OKR	Ostravsko-karvinský revír
OVS	Oddělovací vzdušná stěna
TGA	termogravimetrická analýza
ÚMTO	Úložné místo těžebního odpadu
VŠB-TUO	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

1 Úvod

Termická aktivita úložných míst těžebních odpadů je neustále v popředí zájmu z důvodu možného znečištění ovzduší následkem trvajících endogenního požáru (vznik a uvolňování nebezpečných látek, např. CO, CH₄, NO_x, CO₂), a následného zvýšení prašnosti. Původ a další vývoj termické aktivity závisí především na obsahu spalitelných látek obsažených v uhelné hmotě a na geometrických parametrech odvalů. Neméně závažným rizikem je také možnost přenosu termické aktivity na sousední pozemky a stavby v blízkosti termicky aktivních odvalů (Chaulya, Prasad, 2016; Vallero, Blight 2019).

Na území Ostravsko-karvinského revíru (OKR) jsou uloženy desítky miliónů tun hlušiny. Část leží na odvalech, část odvalových hlušin byla použita jako výplňový a korekční materiál ve velkoplošných a liniových stavbách. Dle komplexního katalogu hlušinových deponií z roku 1989 je umístěno na území okresu Ostrava celkem 116 hlušinových deponií, a na území okresu Karviná celkem 143 deponií. Nejméně hlušinových deponií je evidováno v okrese Frýdek-Místek, a to celkem 22 deponií (Jelínek, 2015).

Dle (Jelínek, 2015) z celkového počtu odvalů na území OKR byly hodnoceny jako termicky aktivní pouze tři. Jednalo se o odvaly Ema a Heřmanice (ostravská část) a Hedvika (petřvaldská část). Umístění těchto odvalů je znázorněno na Obrázku 1. V současné době termiku vykazuje i starý odval bývalého Dolu Doubrava (dnes Dinopark). Umístění těchto odvalů je znázorněno na Obrázku 1.



Legenda:

1 – odval Heřmanice

2 – odval Ema

3 – odval Hedvika

4 – odval Doubrava

Obrázek 1: Umístění termicky aktivních odvalů na území OKR (Mapy.cz, 2024)

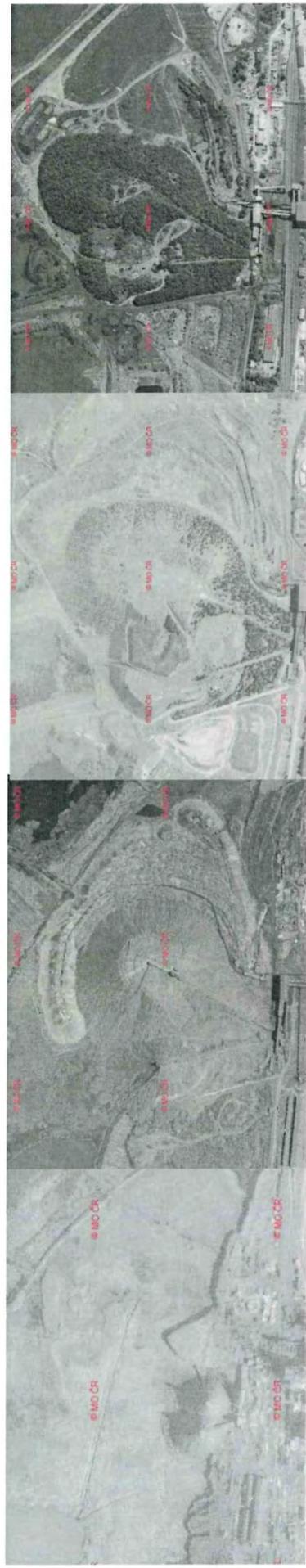
2 Lokalizace Úložného místa těžebního odpadu (ÚMTO) Heřmanice/ Odval Heřmanice

Jedná se o nejrozsáhlejší odvalový celek na území OKR. Odval Heřmanice se rozkládá na celkové ploše cca 103,4 ha na k.ú. městských částí Hrušov a Heřmanice. Má tvar nepravidelného mnohoúhelníku o délce cca 1 730 m (směr Z-V) a šířce dosahující 1 020 m (směr S-J), přičemž výška se pohybuje v rozmezí od 30 do 67 m nad úrovní hladiny sousedícího Heřmanického rybníku, Obrázek 2.



Obrázek 2: Odval Heřmanice (Kříž P., 2021)

Odval vznikl až po roce 1976, a to spojením dvou historicky samostatných celků – odvalu Karolína a odvalu Svoboda. První z odvalů začal vznikat pravděpodobně již v roce 1870 v době zahájení hloubení dolu Ida, zatímco druhý z odvalů je spojen se zahájením hloubení dolu Viktoria v roce 1942 a následným provozem lanové dráhy z úpravenského komplexu koksovny Svoboda v roce 1952. Součástí odvalu jsou také dva další celky: Autoodval a Provozní odval, které byly situovány na západní a východní straně odvalu Svoboda.



1954 1964 1974 1992



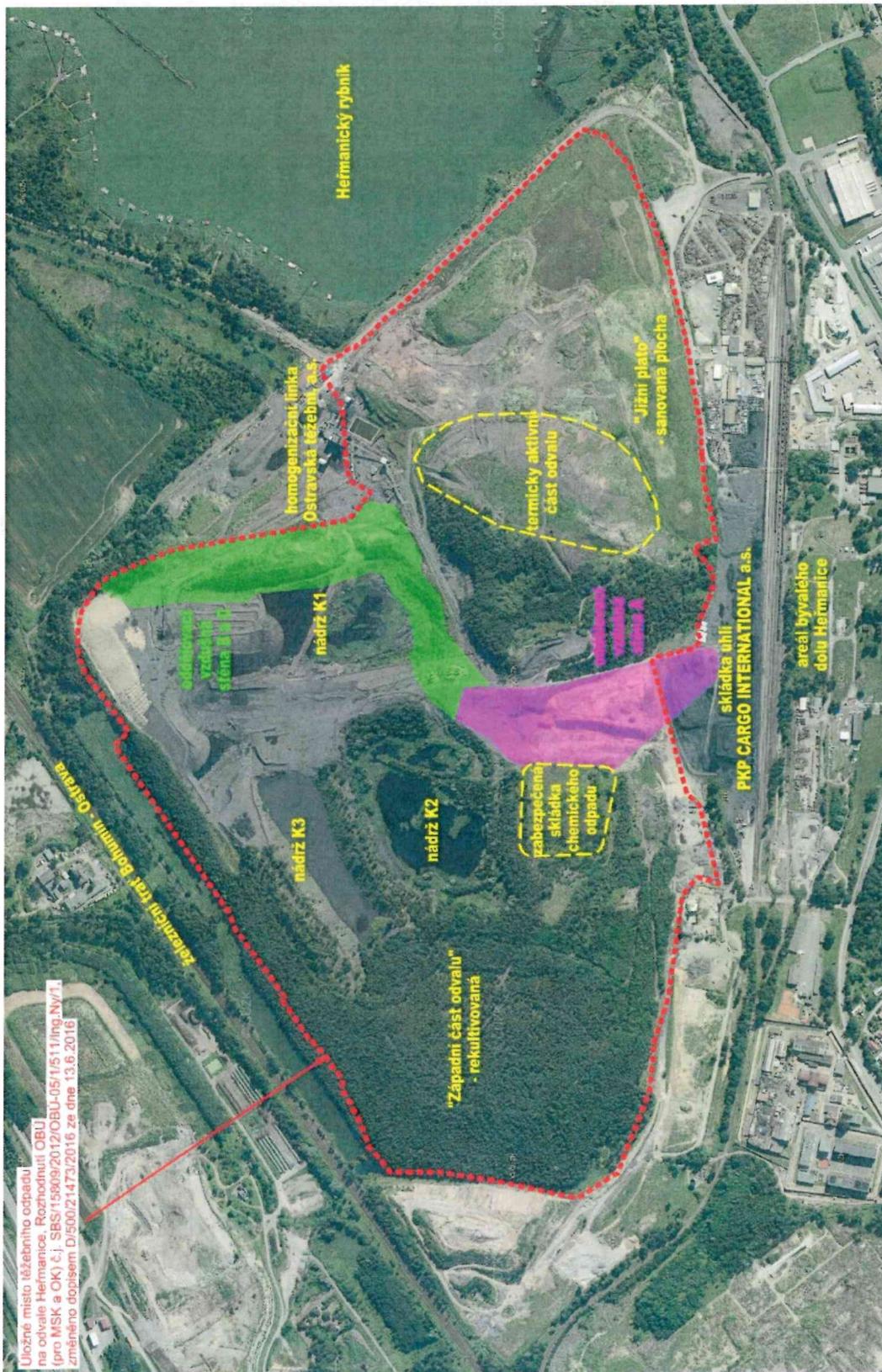
2003 2006 2014 2022

Obrázek 3: Odval Heřmanice - vývoj od roku 1954 do 2022 (ČÚZK, 2024)

K rozšíření odvalu o odkalovací nádrže došlo v roce 1970, kdy začala v severní části výstavba nádrží K1, K2 a rezerva K3, k jejichž vybudování byl využit těžební odpad z odvalu Karolína. Tyto nádrže byly využity také jako čistírna odpadních vod (ČOV). Poté byly využívány jako dočišťovací nádrže fenolčpavkových vod. Provoz ČOV byl ukončen v roce 1997 a poté došlo k odtěžení kalů z K2 a zřejmě jen k částečnému odtěžení kalů z K1. Na území odvalu Heřmanice nalezneme také uzavřenou skládku chemického odpadu, Obrázek 4. V rozmezí let 1980-1990 byla tato lokalita využívána jako skládka odpadů po chemické výrobě. Majitelem této uzavřené skládky je společnost OKK Koksovny, a. s., která má Odborem životního prostředí a zemědělství Krajského úřadu MSK stanovenou povinnost pečovat o uzavřenou skládku do 31. 12. 2036.

Odvalové hospodářství probíhalo po roce 1985 jen v severovýchodní části provozního odvalu, a to do ukončení činnosti dolu Heřmanice, ke kterému došlo v 90. letech 20. století.

V 90. letech 20. století došlo k postupnému rozvoji termických procesů v centrální části odvalu, které trvají dodnes. Tyto procesy měly devastující dopad na vegetaci a povrch této části, Obrázek 3 a 4.



Obrázek 4: ÚMTO – Nejvýznamnější termicky aktivní oblast odvalu Heřmanice (Kříž P., 2021)

Od 90. let minulého století bylo ze strany provozovatele odvalu, DIAMO, s. p., odštěpný závod ODRA, přistoupeno k pokusům o utlumení termické aktivity. V rámci sanačních prací došlo také k odtěžování hlušiny především z východní části odvalu.

V místě odvalu Heřmanice nalezneme místa, která již prošla biologickou rekultivací, nebo zde proběhla přirozená sukcese. Jako příklad lze uvést bývalou nádrž K2 a také západní část odvalu.

Sanační práce byly přerušeny v průběhu druhé poloviny roku 2022. Dle rozhodnutí Obvodního báňského úřadu (OBÚ) v Ostravě má činnost nadále zajišťovat odštěpný závod ODRA společnosti DIAMO, s. p.

3 Oddělovací vzdušná stěna (OVS)

Oddělovací vzdušná stěna byla navržena jako preventivní bezpečnostní opatření, které má za cíl oddělit skládku chemických odpadů od termicky aktivní části odvalu. Svým principem má zamezit případné havárii – zasažení skládky chemického odpadu.

Pro realizaci výše uvedeného opatření byla rozhodnutím OBÚ v Ostravě ze dne 30. 5. 2012 povolena proluka v hlušinovém materiálu bez výplně, Obrázek 5. V tomto období také došlo k zavedení terminologie „Oddělovací vzdušná stěna“ pro označení tohoto preventivního opatření.

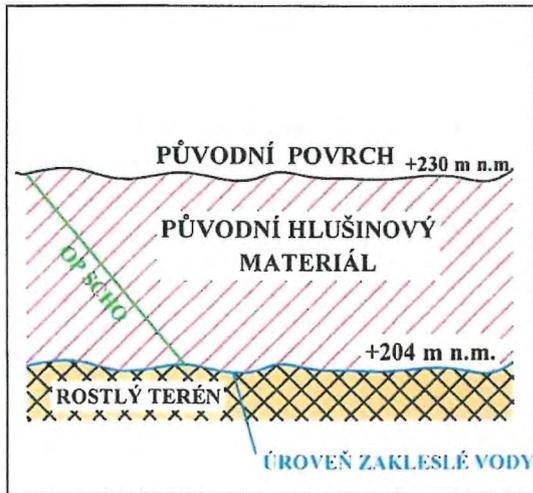
Odštěpný závod ODRA, DIAMO s. p. na základě sdělení OBÚ v Ostravě ze dne 21. 7. 2014 přistoupil k výplni vzniklé proluky inertním a geomechanicky stabilním materiálem, Obrázek 5. Rozhodnutí s. p. DIAMO, proč vzniklou proluku vyplnit inertním materiálem, lze zcela logicky chápat. Jednalo se o preventivní opatření k zamezení přístupu vzduchu do spodních partií odvalového tělesa. Přístup vzdušného kyslíku by mohl podporovat rozvoj endogenního hoření. Dalším důvodem bylo také zajištění stability proluky – zamezení sesuvu vzniklých obnažených strmých svahů a v neposlední řadě také uvedení terénu do přírodně blízkého jednotlivého tvaru. Dle zjištění měl výplňový materiál být harmonizovaným stavebním výrobkem skupiny kamenivo odpovídající systému posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebních výrobků dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9.3.2011 nebo měl být neharmonizovaným stavebním výrobkem, který je certifikován podle zákona č. 22/1997 Sb., jako stavební výrobek skupiny 9.14 podle přílohy č. 2 nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, tj. granulát pro násypy a zásypy při zahlazování důlní činnosti nebo granulát pro rekultivaci báňských výsypek.

Termín OVS zůstal stále používaný, i když již neodpovídal dle sdělení OBÚ v Ostravě skutečnosti.

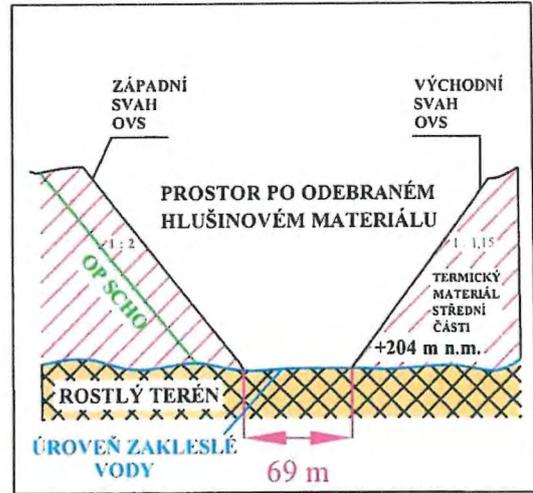
V roce 2022 došlo, z důvodu pochybnosti o kvalitě naváženého materiálu, rozhodnutím OBÚ v Ostravě k zastavení návozu do oddělovací vzdušné stěny.

Cílem tohoto expertního posouzení je určit, zda jsou vzorky schopny odolat či nikoliv případným účinkům endogenního hoření (ve vztahu odvalu Heřmanice na uzavřenou skládku chemického odpadu společnosti OKK Koksovny a.s.). Z tohoto důvodu byly provedeny malorozměrové zkoušky ze vzorků odebraných z oddělovací vzdušné stěny. Vzorky byly odebrány, předány objednatelem a následně podrobeny malorozměrovým zkouškám.

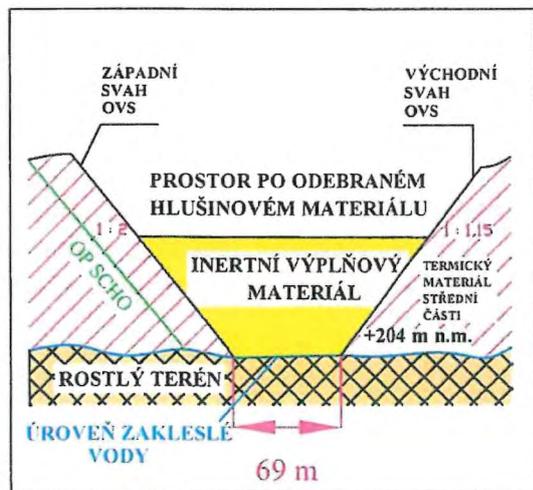
PŘED ZAHÁJENÍM REALIZACE OVS



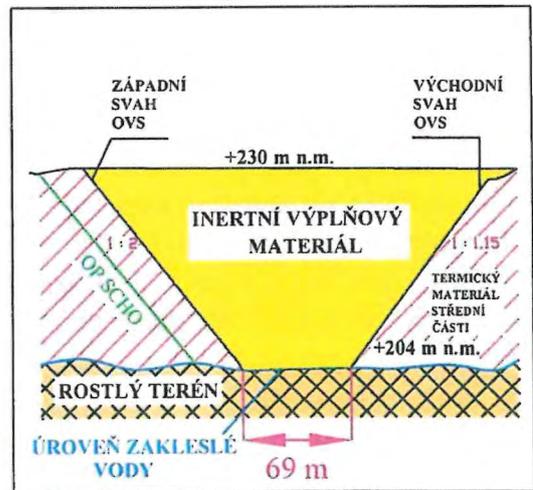
PO VYMÍSTĚNÍ HLUŠINY



V PRŮBĚHU NAVÁŽENÍ INERTNÍHO VÝPLŇOVÉHO MATERIÁLU



PO UKONČENÍ REALIZACE OVS



Obrázek 5: Situace OVS před a po návozu inertního materiálu (DIAMO, 2024)

4 Vzorkování Oddělovací vzdušné stěny (OVS)

Vzhledem k charakteru dané lokality bylo zvoleno systematické vzorkování, při kterém docházelo k odběru jednotlivých dílčích vzorků z různých hloubek oddělovací vzdušné stěny (OVS). Bylo provedeno mechanické vzorkování pomocí vrtného ponorného kladiva. Jednotlivé vrty zajišťovala společnost DIAMO, s. p., odštěpný závod ODRA. Samotné vzorkování prováděla společnost LABTECH s. r. o. za přítomnosti zástupců DIAMO, s. p. a VŠB-TUO, přičemž oslovena k účasti na vzorkování byla rovněž společnost RIDERA BOHEMIA, a.s. jako zhotovitel OVS.

Zvolený počet vzorků:

- 7 x dílčí vzorek - vrt do hloubky 25 m
- 6 x dílčí vzorek - vrt do hloubky 15 m
- 3 x dílčí vzorek - vrt do hloubky 10 m
- 9 x dílčí vzorek - vrt do hloubky 8 m
- 1 x dílčí vzorek - vrt do hloubky 6 m

V Příloze 1 jsou znázorněny pozice vrtů na tělese OVS s plánovanou hloubkou vrtů. V Příloze 2 jsou znázorněny pozice vrtů na tělese OVS se skutečnou hloubkou vrtů. Technické údaje k provedeným vrtům jsou přehledně uvedeny v Příloze 3.

5 Navržené malorozměrové zkoušky

V této kapitole jsou popsány principy a přínosy malorozměrových laboratorních zkoušek, které byly v rámci expertního posouzení provedeny. Na základě výsledků zvolených zkoušek (kapitoly 5.1 – 5.3; kapitoly 7 – 9) byly vybrány tři vzorky, které byly podrobeny zkouškám zaměřených na sklon k samovznícení (kapitola 5.4; kapitola 10).

5.1 Stanovení obsahu vody, popela a ztráty žiháním

Stanovení požárně technických charakteristik dle vyhlášky MV č. 246/2001 Sb. obsahuje také provedení základního chemického rozboru.

Základní chemický rozbor zahrnuje např. stanovení obsahu vody, popela a fixního uhlíku.

Při ztrátě přirozené vlhkosti materiálu se zvyšuje jeho náchylnost k samovznícení. Toto je důvod, proč je žádoucí zabránit vysychání materiálu. Ztráta vlhkosti materiálu pod určitou mez a opětovné nabytí obsahu vlhkosti je z hlediska vzniku procesu samovznícení nepříznivé (zvláště pokud je obsažena také uhelná substance). Tento proces vede ke zvýšení nebezpečí vzniku samovznícení.

Stanovení obsahu popela je zpravidla omezen na stanovení zbytku po definovaném spálení. Jelikož popeloviny obsahují množství chemických sloučenin měnících v závislosti na teplotě složení a následně i svou hmotnost, je právě definovaný způsob spálení klíčový.

Hořlavina, uhelný vzorek, je hodnocen jednak s obsahem vody a popela, ověřuje se hořlavina analytická V^a . Pokud hodnotíme uhelný vzorek bez obsahu vody, ověřuje se hořlavina obsažená v sušině – V^d .

5.2 Stanovení spalného tepla

Spalné teplo je množství tepla, které se uvolní při úplném spálení materiálu za stanovených podmínek (teplota, tlak, kyslíková atmosféra). Pomocí zkoušky lze stanovit množství uvolněného tepla (energie), a tak odhadnout, co by se mohlo stát, kdyby začal materiál hořet a zda by tato uvolněná energie mohla způsobit iniciaci dalších materiálů.

5.3 Termická analýza

Termická analýza je soubor metod, které analyzují změny složení a vlastností materiálů a jejich směsí působením definovaných teplotních změn, a jejichž výsledky jsou zaznamenávány společně s teplotou. Metodami termické analýzy můžeme sledovat pochody, probíhající při zahřívání nebo ochlazování vzorků pevných látek. Termogravimetrie sleduje změnu hmotnosti vzorku v závislosti na rostoucí (nebo klesající) teplotě nebo na čase při zvýšené teplotě. Termogravimetrie umožňuje sledovat vypařování/sublimace těkavých složek, reakce s atmosférou (sorpce), rozklad na těkavé produkty a změnu magnetických vlastností. Diferenční skenovací kalorimetrie sleduje rozdíl v rychlosti tepelného toku (tepelný výkon) do vzorku a standardu v závislosti na čase během zvoleného teplotního programu. Zobrazuje se jako závislost rozdílu (mW/mg) na čase nebo teplotě. Tyto dvě metody byly vybrány pro zkoumání vzorků za účelem sledování procesů (dějů), které mohou nastat v závislosti na stoupající teplotě. Na základě nich lze předpovědět hypotézu, co se bude dít s materiálem v případě vzrůstajících teplot.

5.4 Stanovení sklonu k samovznícení

Náchylnost k samovznícení je nebezpečná vlastnost řady materiálů, která se projevuje při jejich zpracování, skladování i dopravě. Vyznačují se jí nejrůznější materiály, především drcené nebo mleté, které jsou skladovány ve větších množstvích a které jsou schopny samovolných exotermických reakcí, především oxidace vzdušným kyslíkem. Vznikající teplo se akumuluje uvnitř materiálů a jakmile teplota dosáhne hodnoty teploty vznícení materiálů, začínají doutnat nebo hořet v závislosti na přístupu kyslíku. K důležitým parametrům patří objem materiálu, přístup kyslíku, teplota, vlhkost a čas uložení materiálu.

Mezi materiály schopné samoohřevu patří zemědělské produkty jako seno, sláma a obilí, dále dřevo, uhelná hmota, materiály znečištěné oleji a nátěrovými látkami, a také jemně drcené kovové prachy, například železný prach.

Na základě výsledků lze určit, zda má materiál sklon k samovznícení a dále závislost mezi objemem materiálu a teplotou okolí. Z této závislosti se extrapolací určuje kritický objem materiálu, ve kterém může dojít k samovznícení za reálných podmínek uložení.

6 Příprava vzorků na VŠB-TUO

Vzorkování bylo provedeno v souladu s normami řady ČSN ISO 11648 (ČSN ISO 11648-1, 2004; ČSN ISO 11648-2 2003) v prostorách HGF VŠB-TUO, Laboratoře Flotace.

- Počet odběrů dílčích vzorků: 26 (vzhledem k velkému objemu vzorkovaného materiálu nad 100 t)
- Požadavky na odběr: Odběr vzorků byl proveden vrtem za použití ponorného kladiva, s výnosem porušeného vzorku vzduchovým výplachem do separátoru. Slouží pro zajištění odběru vzorku z celé hloubky hromadného materiálu

Vzorky získané z celé hloubky vrtů byly odebírány separátorem, ze kterého byl vytvořen směsný vzorek z každého jednotlivého vrtu. Pověřený vzorkař (společnosti LABTECH s.r.o.) provedl odběr reprezentativních vzorků z jednotlivých vrtů. Reprezentativní vzorek měl vždy adekvátní množství vzhledem k velikosti a objemu dílčího vzorku. Reprezentativní vzorky byly uchovány v plastových nádobách. Každý vzorek byl řádně zdokumentován, Příloha 3 až Příloha 29.

Dokumentace odběru a zpracování vzorků na OVS (protokol o odběru vzorku) vždy obsahovala:

- Označení vzorku např. štítkem na vzorkovnici: číslo (kód) vzorku
- Odběrové místo (odkazy na mapu, fotografie, poloha vrtu atd.)
- Typ vzorku, počet a hmotnost odebraných vzorků
- Způsob přepravy na VŠB-TUO, HGF
- Měření prováděná na místě (např. teplota), další okolnosti
- Datum odběru

Dílčí vzorky byly následně shromážděny do plastových nádob patřičného objemu, zapečetěny a předány společností LABTECH s.r.o. ke kvartování vzorku, příslušným analýzám a vyhodnocení na VŠB–TUO, konkrétně na FBI a HGF.

Po transportu do Laboratoře Flotace na VŠB-TUO byla nejprve odebrána část dílčího vzorku pro stanovení vlhkosti. Následně byly z dílčích vzorků připravovány reprezentativní vzorky. Nakonec byly z reprezentativních vzorků připravovány laboratorní vzorky. Bylo nutné provést homogenizaci, úpravu zrnitosti (drcení, mletí) a zmenšení objemu vzorků pomocí kvartací.

Laboratorně bylo vyhodnoceno všech 26 vzorků. Stanovení obsahu vody, stanovení obsahu popela, stanovení ztráty žíháním, stanovení spalného tepla a provedení termických analýz bylo provedeno na laboratorních vzorcích. Stanovení sklonu k samovznícení bylo provedeno na reprezentativních vzorcích P3, P8 a P22. Pro reprezentativní vzorky P3, P8 a P22 byly navíc stanoveny i hodnoty spalného tepla a provedeny termické analýzy.

Laboratorní vzorek byl, oproti reprezentativnímu vzorku, navíc vysušen (zbaven vlhkosti a případných jiných kapalných látek) a upraven na menší frakci. V dalších kapitolách bude pro zjednodušení uváděn většinou obecný pojem „vzorek“, přestože se v některých případech jedná o laboratorní vzorek a v jiných o reprezentativní vzorek.

Odebraný materiál obsahoval určité hmotnostní procento vody. Pro stanovení v laboratořích FBI bylo nutné snížit vlhkost materiálu na takovou úroveň, aby se zamezilo ulpívání pevných částic na vibračních kovových discích mlýnu a současně nesměla být překročena kritická teplota odpovídající požadavkům normy na stanovení obsahu vody v tuhých palivech. Po vysušení následovala homogenizace vzorku a materiál byl podroben procesu třídění. Vzorek byl proset nerezovým analytickým sítem s okatostí 0,5 mm a 1 mm a byla použita podsítná frakce. Nadsítná frakce byla pomleta v laboratorním vibračním mlýnu s kruhovými mlecími tělesy (disky). Nakonec byl po kvartaci odebrán laboratorní vzorek.

Strojní vybavení k přípravě vzorku:

- Analytický síťovací stroj AS 200 digit cA (Retsch)
- Laboratorní vibrační mlýn VMA – 386 (Československo)
- Elektrická laboratorní sušárna Memmert – UF 110
- Kvartační kříž
- Dvoukomorový žlábkový dělič
- Rotační dělič PT 100 (Retsch)

6.1 Vybrané pojmy z oblasti vzorkování:

Hromadný materiál – množství materiálu, uvnitř kterého nejsou jeho dílčí části na makroskopické úrovni odlišitelné.

Dílčí vzorek – množství hromadného materiálu odebrané jedním úkonem vzorkovacího zařízení.

Reprezentativní vzorek – vzorek, jehož fyzikální nebo chemické charakteristiky jsou shodné s objemovými průměrnými charakteristikami celkového objemu, který je vzorkován.

Laboratorní vzorek – vzorek určený k laboratornímu výzkumu.

Systematické vzorkování – vzorkování podle určitého metodického schématu.

7 Stanovení obsahu vody, popela a ztráty žiháním

Stanovení obsahu vody a popela probíhalo dle platných norem ČSN 44 1377 (ČSN 44 1377, 2004) a ČSN ISO 1171 (ČSN ISO 1171, 2011). Pro určení stanovení obsahu vody v analytickém vzorku W^a bylo použito přístrojové vybavení:

- Analytická váha SANTORIUS - ENTRIS
- Sušárna ke stanovování analytické vody ECOCELL 111 ECO
- Muflová pec MP05-01

7.1 Postup stanovení obsahu vody v analytickém vzorku

Obsah vody ve vzorku je stanoven jako úbytek hmotnosti vzorku po sušení v sušárně při dodržení předepsaných podmínek stanovených normou ČSN 44 1377 (ČSN 44 1377, 2004). Tento úbytek je vyjádřen v hmotnostních procentech.

Ze vzorku bylo odváženo do váženek cca 1 g vzorku s přesností na 0,0001 g. Váženky se vzorkem byly poté umístěny do sušárny, která byla vytemperována na teplotu 105 °C až 110 °C. Vzorek byl při této teplotě sušen po dobu 30 minut.

Po dokončení sušení byly váženky vyjmuty ze sušárny, přikryty víčky a ochlazovány na kovové podložce po dobu 2 až 3 minut na vzduchu a následně v exsikátoru. Po dosažení teploty prostředí laboratoře byly váženky znovu zváženy a kontrolně sušeny po dobu 30 minut, až do dosažení rozdílu mezi dvěma váženími menšího než 0,001 g. Pro výpočet obsahu vody byla použita nejnižší naměřená hmotnost.

7.2 Postup stanovení obsahu popela

Navážka vzorku byla zahřívána na vzduchu specifikovanou rychlostí zahřívání dle ČSN ISO 1171 (ČSN ISO 1171, 2011) na teplotu 815 °C ± 10 °C a udržována na této teplotě do dosažení konstantní hmotnosti vzorku. Obsah popela byl následně určen z hmotnostního zbytku po tomto definovaném spálení. Pro stanovení obsahu popela bylo nutné připravit analytický vzorek pro obecný rozbor, tzn. zrnitosti menší než 212 µm. Vzorek byl dobře promíchán a dosáhl vlhkostní rovnováhy s atmosférou laboratoře.

Stanovení obsahu popela probíhalo v čistých suchých miskách vážených s přesností na 0,1 mg, do kterých byl rovnoměrně rozprostřen cca 1 g vzorku a poté opět zvážen.

Následně byla miska vložena do pece při teplotě prostředí laboratoře. Dále byla zvyšována teplota pece rovnoměrně na 500 °C po dobu 60 minut a při této teplotě byla udržována dalších 30 minut.

Následně bylo pokračováno v žihání na teplotu 815 °C ± 10 °C a tato teplota byla udržována nejméně 60 minut. Po ukončení žihání byla miska vyjmuta a ochlazována na silikonové podložce po dobu 10 minut. Po 10 minutách byla miska přemístěna do exsikátoru, aby došlo k jejímu ochlazení na teplotu prostředí laboratoře. Takto ochlazená miska byla opět zvážena s přesností 0,1 mg.

Čím nižší je hodnota A^d („procentuální zastoupení popela“), tím vyšší je hodnota ZŽ^d („procentuální ztráta žiháním“). Součet A^d + ZŽ^d = 100. Vzorky s nízkou hodnotou A^d obsahují větší množství spalitelných látek, tím pádem by více přispívaly k intenzitě požáru. Viz výsledné hodnoty uvedené v Tabulce 1.

7.3 Výsledky a hodnocení

V Tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty analyzovaných vzorků. Vzorek P3 vykázal nejnižší obsah popela 90,86 %. U vzorku P8 byla zaznamenána největší ztráta žiháním. Nejvyšší hodnota analytické vody byla zjištěna u vzorku P11.

Tabulka 1: Stanovení obsahu analytické vody, popela a ztráty žiháním, laboratorní vzorek

č. vz.	W ^a [%]	A ^d [%]	ZŽ [%]	ZŽ ^d [%]
P1	0,39	95,11	5,26	4,89
P2	0,49	93,70	6,76	6,30
P3	0,70	90,86	9,78	9,14
P4	0,97	94,23	6,68	5,77
P5	0,84	93,43	7,35	6,57
P6	0,44	93,86	6,55	6,14
P7	0,50	93,54	6,93	6,46
P8	3,75	91,02	12,39	8,98
P9	0,96	93,20	7,69	6,80
P10	0,67	93,74	6,89	6,26
P11	3,95	93,74	9,96	6,26
P12	3,86	93,17	10,43	6,83
P13	0,62	92,85	7,73	7,15
P14	1,51	93,61	7,79	6,39
P15	0,77	93,07	7,65	6,93
P16	0,38	93,93	6,43	6,07
P17	0,58	94,19	6,36	5,81
P18	3,66	93,50	9,92	6,50
P19	0,83	92,78	7,99	7,22
P20	1,09	92,97	8,04	7,03
P21	0,94	93,10	7,76	6,90
P22	0,46	93,89	6,54	6,11
P23	0,77	93,11	7,61	6,89
P24	1,07	94,27	6,77	5,73
P25	1,80	94,25	7,45	5,75
P26	1,84	92,03	9,66	7,97

W^a voda analytická

A^d popel

ZŽ ztráta žiháním

ZŽ^d ztráta žiháním – bezvodý vzorek

Po převzetí vzorků byla odebrána vždy část vzorku pro stanovení vlhkosti. K tomuto účelu byl použit analyzátor vlhkosti DAB. Výsledky měření vlhkosti jsou uvedeny v Tabulce 2.

Tabulka 2: Vlhkost vzorků po převzetí, dílčí vzorek

č. vz.	vlhkost [%]	č. vz.	vlhkost [%]
P1	12,05	P14	8,96
P2	9,47	P15	8,96
P3	8,05	P16	9,31
P4	8,99	P17	10,72
P5	13,17	P18	8,63
P6	8,21	P19	10,11
P7	10,68	P20	11,45
P8	9,74	P21	11,14
P9	11,5	P22	8,7
P10	8,22	P23	13,43
P11	10,11	P24	9,92
P12	9,11	P25	11,97
P13	10,47	P26	9,03

7.4 Dílčí závěr

Po převzetí a evidenci vzorků byla stanovena vlhkost (obsah veškeré vody), Tabulka 2. Vzorek P3 vykazoval nejmenší obsah vlhkosti (8,05 %), naopak vzorek P23 nejvyšší (13,43 %). Průměrný obsah vlhkosti analyzovaných vzorků byl 10,08 %.

Na základě provedených zkoušek obsahu popela bylo zjištěno, že průměrný obsah popela ve vzorcích činil 93,35 % (A^d). Průměrná ztráta žiháním byla stanovena na úrovni 7,86 % (ZŽ) resp. 6,65 % (ZŽ^d). Konkrétně vzorek P3 vykazoval nejnižší obsah popela, a to 90,86 %, zatímco nejvyšší obsah popela byl zaznamenán u vzorku P1, a to 95,11 %. Ztráta žiháním byla maximální u vzorku P8 (12,39 %), minimální vykázal vzorek P1 (5,26 %).

Nejnižší obsah analytické vody byl naměřen u vzorku P16 (0,38 %). Zatímco maximální hodnota byla zjištěna u vzorku P11 (3,95 %).

8 Stanovení spalného tepla

8.1 Postup stanovení spalného tepla

Spalné teplo je množství tepla, uvolněné úplným spálením paliva v kalorimetrické tlakové nádobě v prostředí stlačeného kyslíku při teplotě 20 - 24 °C (nižší než teplota okolí), vztažené na jednotku jeho hmotnosti.

Spalné teplo bylo stanoveno v laboratoři Fakulty bezpečnostního inženýrství v kyslíkovém kalorimetru IKA 200 dle zkušební metody ČSN EN ISO 1716 (ČSN EN ISO 1716, 2018).

8.2 Výsledky a hodnocení

Nejprve byly testovány vzorky o zrnitosti 0,5 – 1 mm. Vzorky byly připraveny postupem kvartování a mletí, jak je podrobněji popsáno v kapitole 6. Vzorky byly umístěny v laboratoři za běžných atmosférických podmínek, při teplotě 22 – 24 °C, s nízkou relativní vlhkostí do 30 %. Hmotnost jednotlivých navážek vzorků pro stanovení spalného tepla se pohybovala kolem 1,5 g.

Tabulka 3: Výsledky spalného tepla, laboratorní vzorek

č. vz.	spalné teplo [MJ/kg]	č. vz.	spalné teplo [MJ/kg]
P1	0	P14	0,198
P2	0,182	P15	0,267
P3	0,574	P16	0
P4	0,126	P17	0,095
P5	0,611	P18	0
P6	0,284	P19	0,194
P7	0,611	P20	0
P8	0,176	P21	0,124
P9	0	P22	0,180
P10	0,149	P23	0,056
P11	0,287	P24	0,517
P12	0,002	P25	0
P13	0,215	P26	0,188

Z Tabulky 3 vyplývá, že nejvyšších hodnot spalného tepla bylo dosaženo u vzorků P3, P5, P7 a P24. Je důležité poznamenat, že se jedná o nehomogenní materiál, jehož výsledky měření jsou ovlivněny konkrétním odběrem vzorku, i přes provedenou homogenizaci a mletí. Doba mezi odběrem vzorku a jeho analýzou také značně ovlivňuje výsledky, zejména pokud jsou vzorky bohaté na těkavé organické materiály. Tyto materiály se mohou ze vzorků uvolňovat během homogenizace, mletí a následného skladování v laboratoři.

Spalné teplo bylo stanoveno i pro reprezentativní vzorky P3, P8 a P22, tedy pro vzorky o stejné kvalitě jako v případě stanovení sklonu k samovznícení. Po odběru byly tyto vzorky trvale umístěny v těsné plastové nádobě a nedocházelo u nich k vysušování. Lišily se zrnitostí, barvou a vlhkostí. Rovněž byl u nich pozorován znatelný zápach. Výsledné hodnoty spalného tepla vybraných reprezentativních vzorků jsou uvedeny v Tabulce 4. Při porovnání výsledků mezi Tabulkou 3 a Tabulkou 4 je patrné, že ve dvou ze tří případů mají reprezentativní vzorky vyšší hodnotu spalného tepla než laboratorní vzorky (vzorky zbavené vlhkosti).

Tabulka 4: Výsledky spalného tepla, reprezentativní vzorek

č. vz.	spalné teplo [MJ/kg]
P3	0,997
P8	0,398
P22	0

8.3 Dílčí závěr

Z výsledků měření spalného tepla laboratorních a reprezentativních vzorků vyplývá, že u dvou ze tří reprezentativních vzorků byla naměřena vyšší hodnota spalného tepla než u vzorků laboratorních. Vzhledem k tomu, že spalné teplo představuje celkové množství tepla, které se uvolní úplným spálením materiálu za definovaných podmínek, je zřejmé, že reprezentativní vzorky P3 a P8 by při hoření uvolnily více energie. To znamená, že by přispívaly více k intenzitě požáru.

9 Termická analýza

9.1 Postup provedení termických analýz

Termická analýza je soubor metod, při kterých je vzorek monitorován v závislosti na teplotě a čase. Teplotní program lze libovolně nastavit podle požadavků uživatele. Pro posouzení předložených vzorků byly použity dvě metody, a to termogravimetrická analýza (TGA) a diferenční skenovací kalorimetrie (DSC). TGA je experimentální technika, při níž je hmotnost vzorku posuzována jako funkce teploty a času. DSC umožňuje zjišťovat tepelné projevy probíhajících reakcí ve studovaném materiálu.

Měření bylo provedeno na přístroji TGA/DSC2 od společnosti Mettler Toledo v souladu s ČSN EN ISO 11358-1 (ČSN EN ISO 11358-1, 2022) a ČSN EN ISO 11357-1 (ČSN EN ISO 11357-1, 2023). Pro měření byly použity kelímky z korundové keramiky (Al_2O_3). Termická analýza byla nejprve provedena pro všechny laboratorní vzorky P1 – P26. Na závěr byla provedena i pro reprezentativní vzorky P3, P8 a P22, tedy pro vzorky o stejné kvalitě jako v případě stanovení sklonu k samovznícení.

Termická analýza byla prováděna až po stanovení spalného tepla, a proto byly vzorky ještě více vysušené. Hmotnost navážky se pohybovala v rozmezí 45 – 50 mg. Teplotní program byl zvolen od 30 °C do 750 °C (u vzorků P1, P6, P14, P16, P22, P26), respektive 800 °C u všech ostatních. Dodatečné navýšení konečné teploty programu bylo provedeno, aby bylo průkazné, že při vyšších teplotách nebude docházet k žádným dalším oxidačním reakcím organických materiálů. Průtok vzduchu byl nastaven na 50 ml/minutu a nárůst teploty 20 °C/minutu.

Reprezentativní vzorek byl méně homogenní než laboratorní vzorek. Tato skutečnost může mít zásadní vliv na výsledky jak spalného tepla, tak provedených termických analýz.

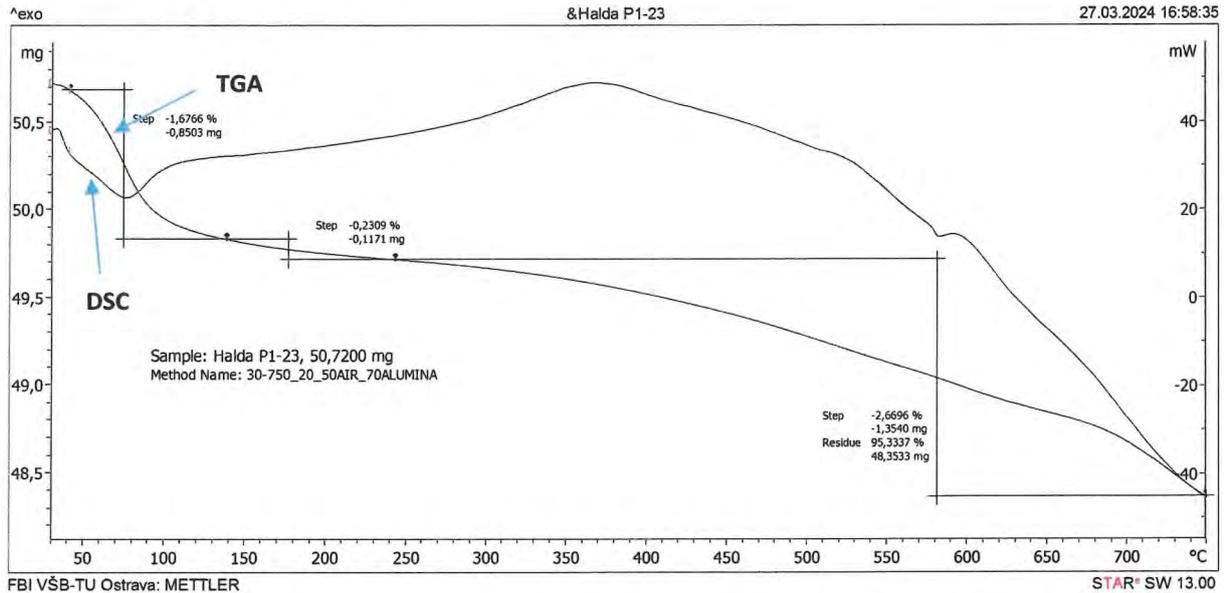
9.2 Výsledky a hodnocení

Výsledky termických analýz jsou uvedeny v níže uvedených grafech, které znázorňují průběhy dvou křivek. Křivka TGA je vždy v grafech znázorněna na počátku analýzy jako horní. DSC křivka se naopak nachází vždy níže než křivka TGA.

Křivka TGA popisuje úbytky hmotnosti jako výsledek chemických dějů při rostoucí teplotě. Jedná se zejména o oxidační děje, jejichž výsledkem je právě úbytek organické hmoty. V případě, že po provedení termické analýzy zůstane zbytek vzorku, jedná se nejpravděpodobněji o nespalitelný minerální zbytek.

Křivka DSC charakterizuje tepelné projevy zkoumaného vzorku. Na křivce jsou vidět endotermní a exotermní oblasti. Endotermní oblast je ta, kdy materiál spotřebovává teplo pro svoji změnu, příkladem je tavení materiálu. Jedná se tedy o záporné hodnoty. Naopak exotermní oblast je znázorňována kladnými hodnotami a informuje o tom, že vzorek uvolňuje určité teplo jako výsledek chemické reakce. Na základě průběhů DSC křivky lze např. provést identifikaci polymerů.

Vzorek číslo P1, laboratorní vzorek

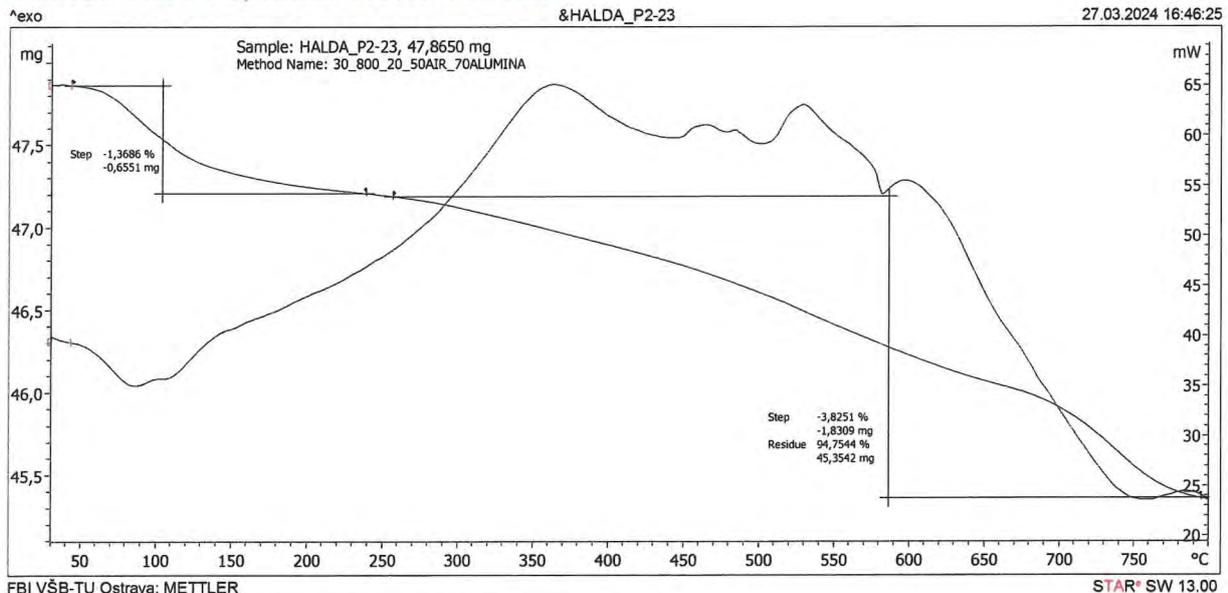


Graf 1: Záznam TGA a DSC vzorku P1, laboratorní vzorek

TGA: Hmotnost mezi 50,2 až 48,4 mg. Od teploty 70 °C dochází k vysušování vzorku, a tedy i ke ztrátě hmotnosti. V tomto úseku (30 - 145 °C) se jeho hmotnost snížila o 1,7 %. Dále dochází k pozvolnému poklesu hmotnosti, která klesá rychleji až nad 700 °C. Nespalitelný zbytek představuje 95,33 %.

DSC: Zpočátku docházelo k odpařování vody, kolem 570 °C, rekrystalizace křemene. Bez výraznějšího efektu Průběh mezi 40 až 50 mW.

Vzorek číslo P2, laboratorní vzorek

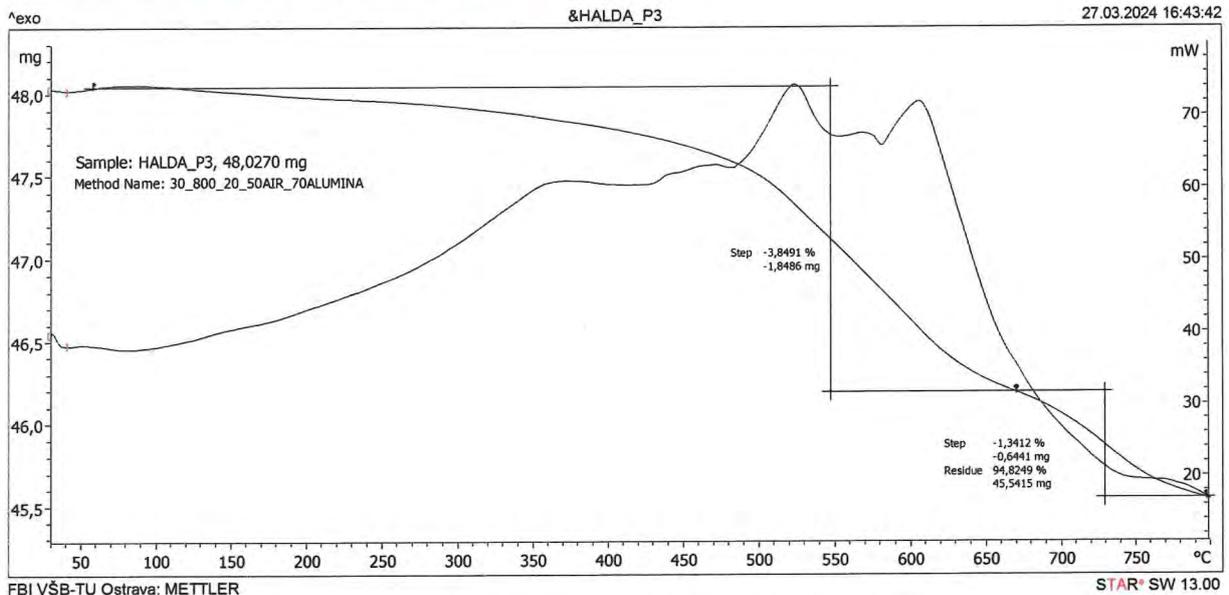


Graf 2: Záznam TGA a DSC vzorku P2, laboratorní vzorek

TGA: Z počátku vysušení vzorku. Do teploty 240 °C ztráta 1,37 % hmotnosti. Významné zrychlení úbytku hmotnosti od 72 mg. Nespalitelný zbytek představuje 94,75 %.

DSC: Počáteční endotermický efekt způsobený vysušováním. Následně exotermní rozklad se třemi exotermními efekty (370 °C, 470 °C, 570 °C). Při 570 °C dochází zřejmě k rekrystalizaci křemene. Rozklad mezi 700 až 770 °C měl zřejmě endotermní průběh.

Vzorek číslo P3, laboratorní vzorek

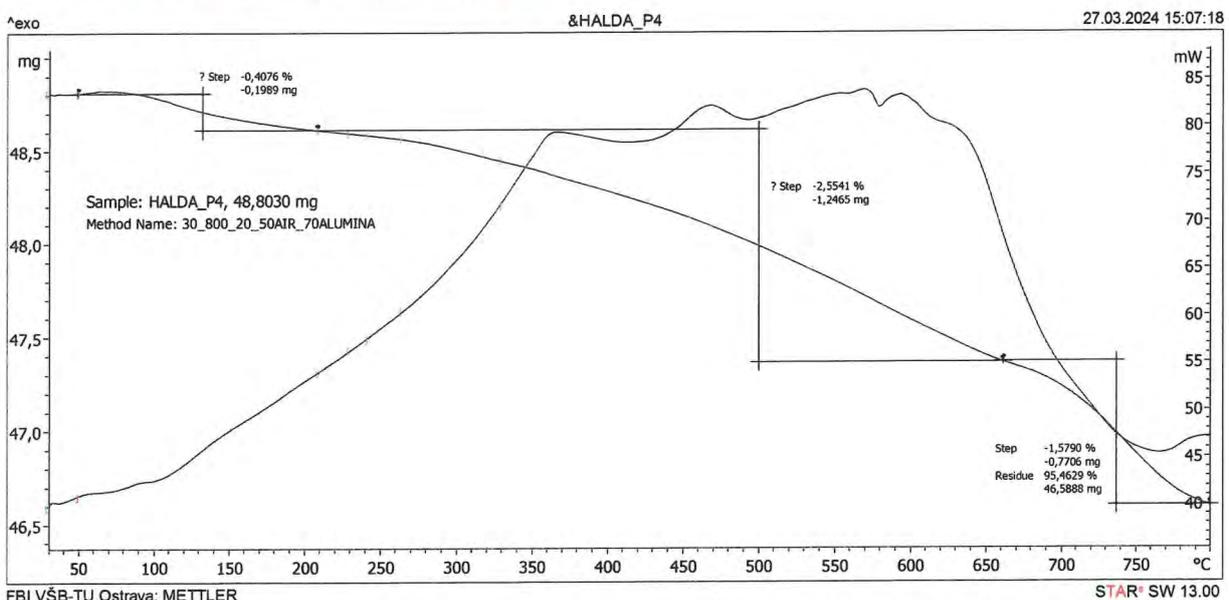


Graf 3: Záznam TGA a DSC vzorku P3, laboratorní vzorek

TGA: Jedná se o vysušený vzorek. Hmotnost klesá zpočátku pomalu, zrychluje od 500 °C a v závěru tepelného rozkladu od 700 °C. Úbytek hmotnosti do 680 °C činí 3,85 %, do konce rozkladu při teplotě 850 °C dalších 1,34 %. Nespalitelný zbytek představuje 94,82 %.

DSC: Tepelný rozklad má exotermní průběh. Uvolňování tepla stoupá od 480 °C, vykazuje dvě maxima při 520 a 620 °C, a malý endotermní efekt spojený s rekrystalizací křemene při 750 °C.

Vzorek číslo P4, laboratorní vzorek

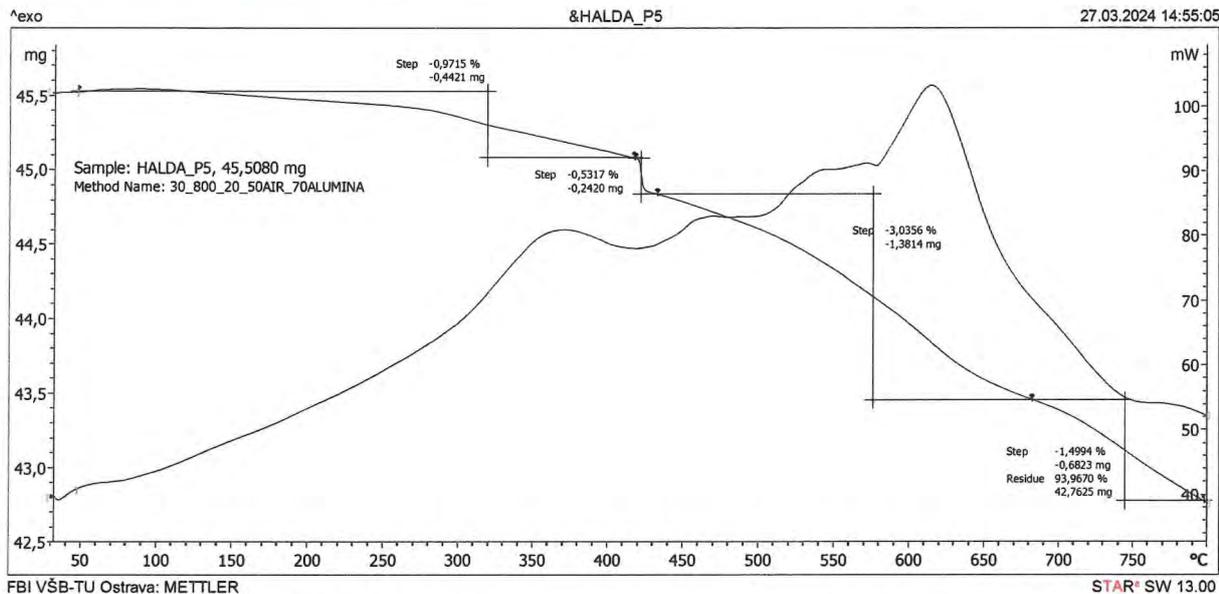


Graf 4: Záznam TGA a DSC vzorku P4, laboratorní vzorek

TGA: Mírný pokles hmotnosti do 130 °C. Zrychlení úbytku hmotnosti od 620 °C. Nespalitelný zbytek představuje 95,46 %.

DSC: Tepelný rozklad vzorku je mírně exotermní, bez výraznějších efektů.

Vzorek číslo P5, laboratorní vzorek

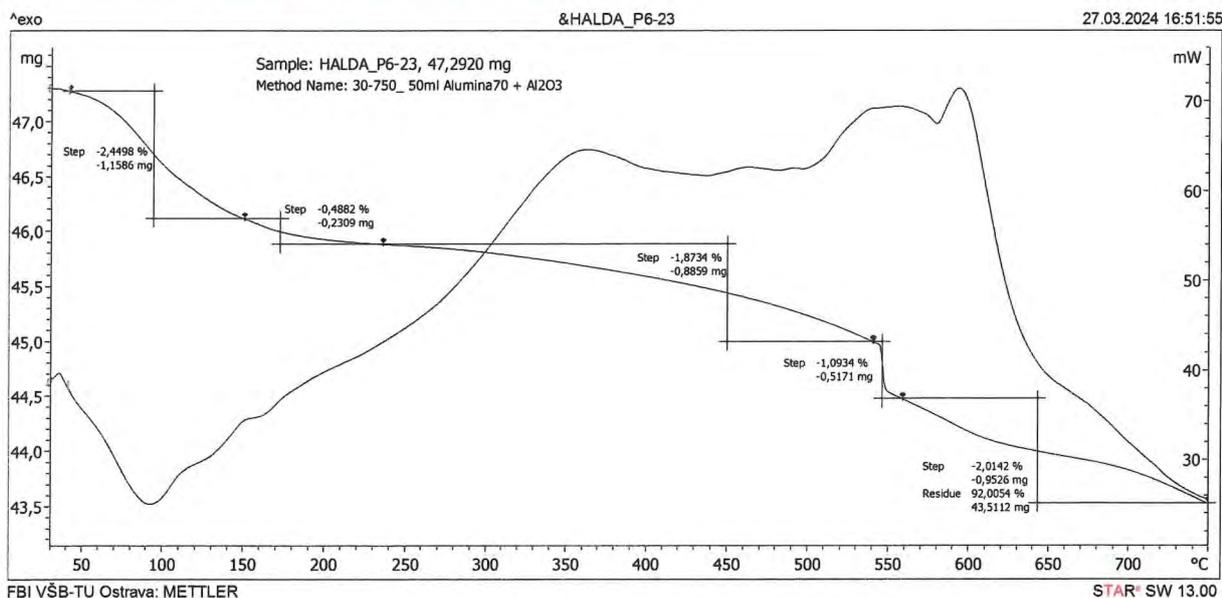


Graf 5: Záznam TGA a DSC vzorku P5, laboratorní vzorek

TGA: Pokles hmotnosti mezi 45,5 až 42,7 mg. Výraznější pokles hmotnosti mezi teplotami 420 - 430 °C a pak kontinuálně až do konce. Nespalitelný zbytek představuje 93,97 %.

DSC: Rozklad má exotermní průběh, vývoj tepla zpočátku narůstá pomalu, výrazné zrychlení od 590 °C s maximem při 630 °C.

Vzorek číslo P6, laboratorní vzorek

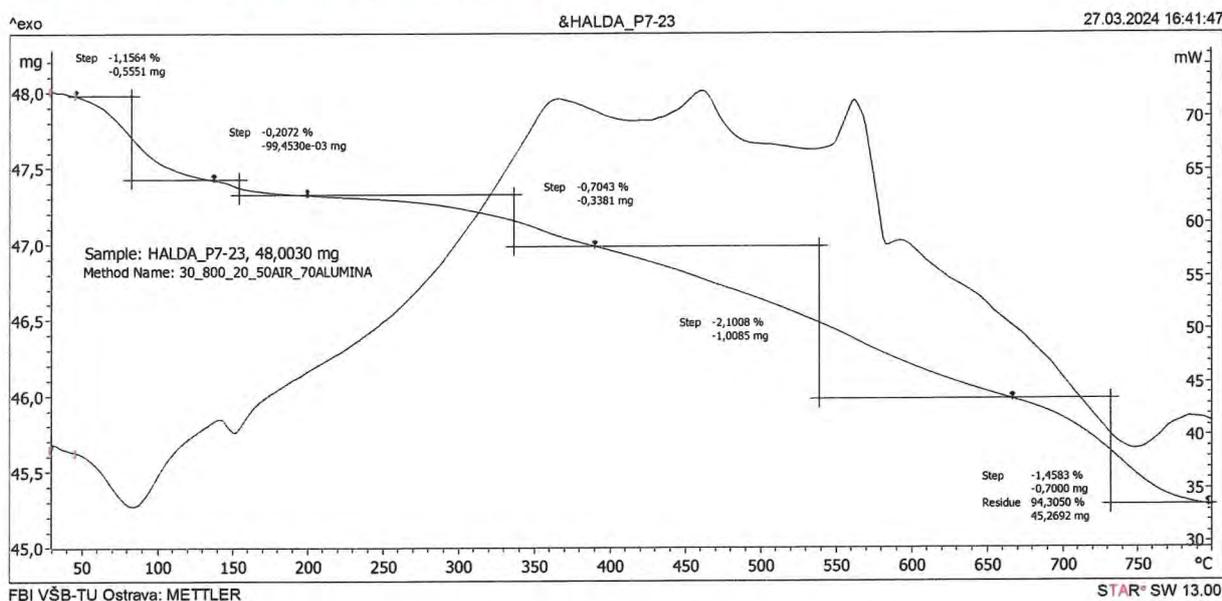


Graf 6: Záznam TGA a DSC vzorku P6, laboratorní vzorek

TGA: Zpočátku se odpařuje voda a kontinuálně i něco dalšího, možná až do 220 °C. Při 550 °C prudký pokles hmotnosti, pravděpodobně s exotermním zabarvením. Od 700 °C zrychlený pokles hmotnosti. Nespalitelný zbytek představuje 92,0 %.

DSC: Nejdříve endotermní efekt způsobený vysušením materiálu, následuje exotermní efekt. Od 600 °C výrazný pokles vývoje tepla.

Vzorek číslo P7, laboratorní vzorek

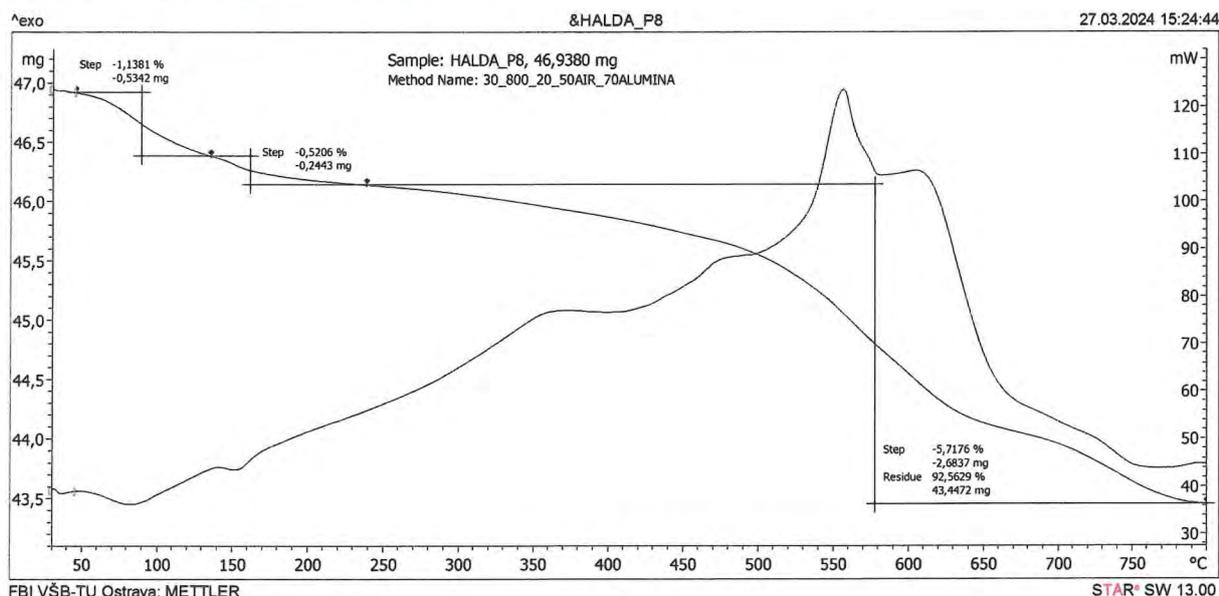


Graf 7: Záznam TGA a DSC vzorku P7, laboratorní vzorek

TGA: Z počátku vysoušení vzorku (odděleně voda a něco dalšího). Další zrychlení úbytku hmotnosti od asi 300 °C a potom v závěru od 700 do 780 °C. Nespalitelný zbytek představuje 94,31 %.

DSC: Dva oddělené endo efekty (maxima 80 a 150 °C). Následně exotermní rozklad se třemi výraznějšími exo efekty (370 °C, 470 °C, 570 °C). Při 570 °C dochází zřejmě k rekrystalizaci křemene. Rozklad mezi 700 až 770 °C měl zřejmě endotermní průběh.

Vzorek číslo P8, laboratorní vzorek

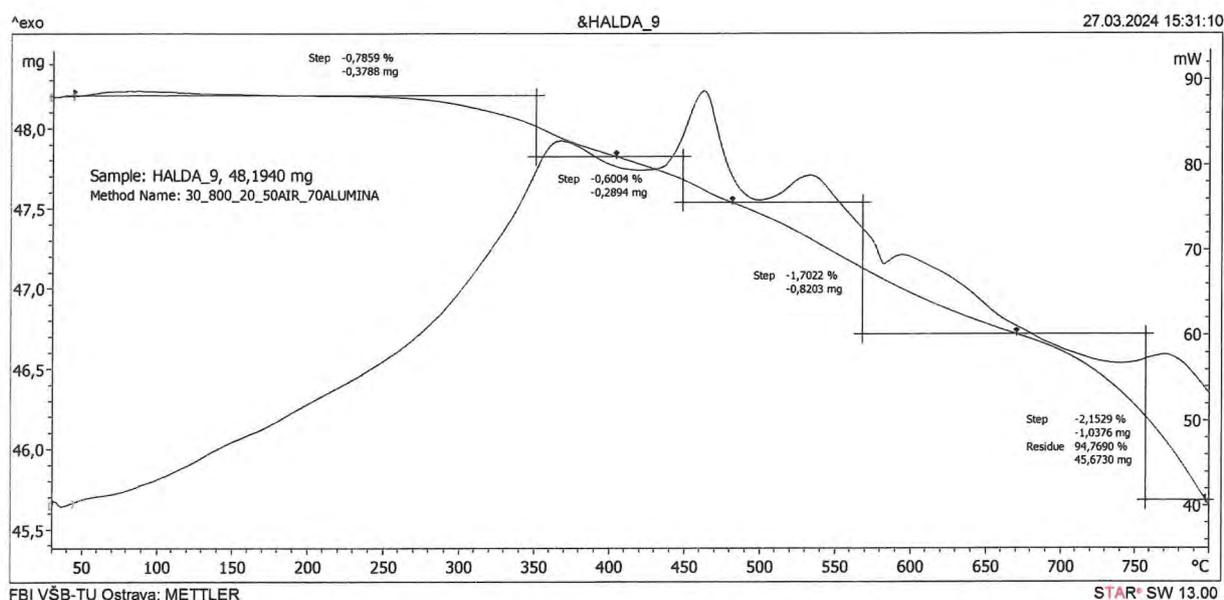


Graf 8: Záznam TGA a DSC vzorku P8, laboratorní vzorek

TGA: Pokles hmotnosti mezi 46,9 až 43,5 mg. Zpočátku spojený s vysušováním. Výraznější pokles hmotnosti mezi teplotami 500 až 630 °C a potom v závěru mezi 700 až 780 °C. Nespalitelný zbytek představuje 92,56 %.

DSC: Vysušování s maximy 80 a 150 °C. Následující rozklad má exotermní průběh, vývoj tepla zpočátku narůstá pomalu, výrazné zrychlení od 520 °C s maximem při 560 °C. V maximum je tepelný výkon asi 60 mW.

Vzorek číslo P9, laboratorní vzorek

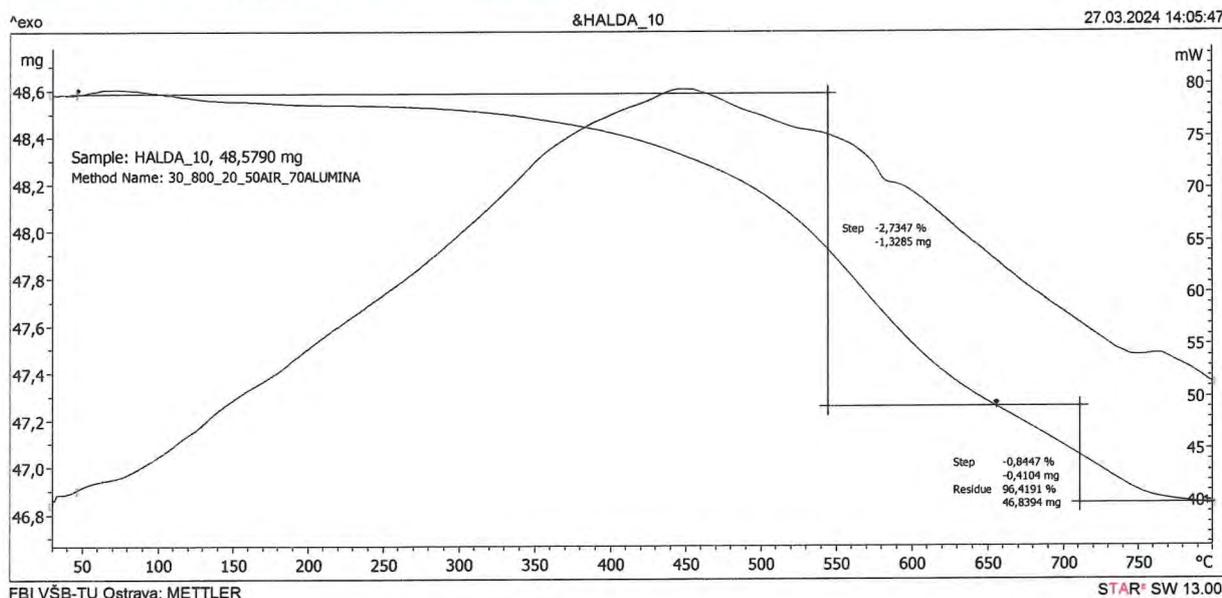


Graf 9: Záznam TGA a DSC vzorku P9, laboratorní vzorek

TGA: Bez vysoušení, hmotnost mezi 48,2 až 45,7 mg. Hmotnost do 280 °C konstantní, výrazněji klesá od 700 °C. Nespalitelný zbytek představuje 94,77 %.

DSC: Vývoj tepla je o málo vyšší s výraznějším maximem při teplotě 470 °C, při 350 a 540 °C maxima méně výrazná. Při 570 °C opět rekrystalizace křemene.

Vzorek číslo P10, laboratorní vzorek

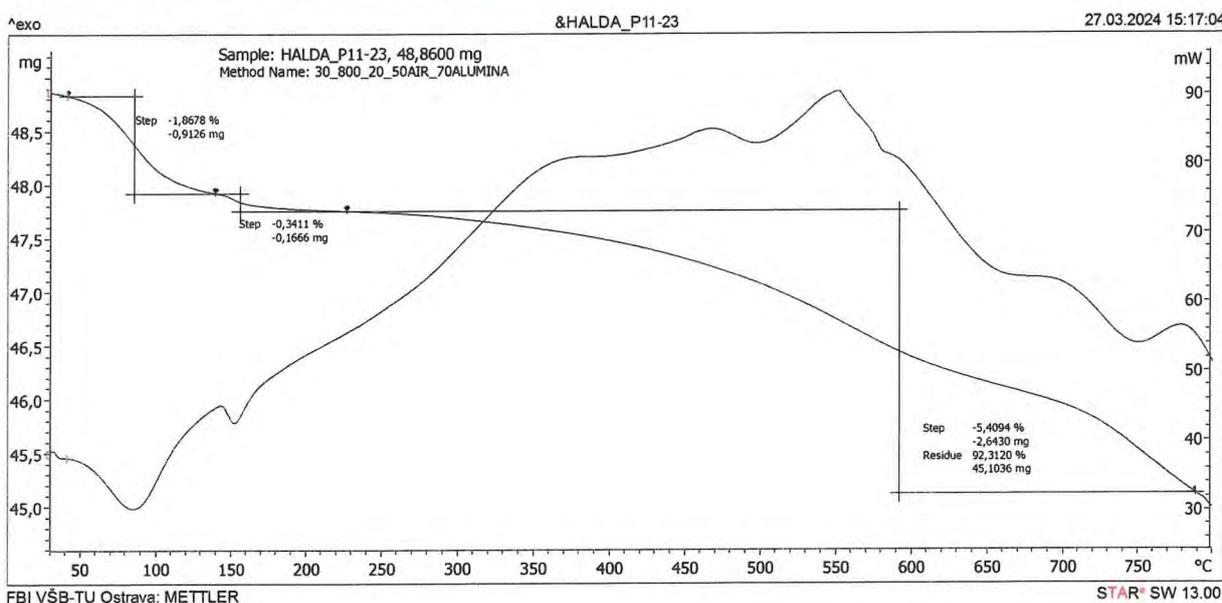


Graf 10: Záznam TGA a DSC vzorku P10, laboratorní vzorek

TGA: Hmotnost mezi 48,6 až 46,8 mg. Zpočátku mírný přírůstek hmotnosti, k významnějšímu úbytku dochází až od 460 °C. Nespalitelný zbytek představuje 96,42 %.

DSC: Vývoj tepla je pozvolný, kontinuální do teploty 450 °C, potom pozvolna klesá. Při teplotě 570 °C náznak rekrystalizace.

Vzorek číslo P11, laboratorní vzorek

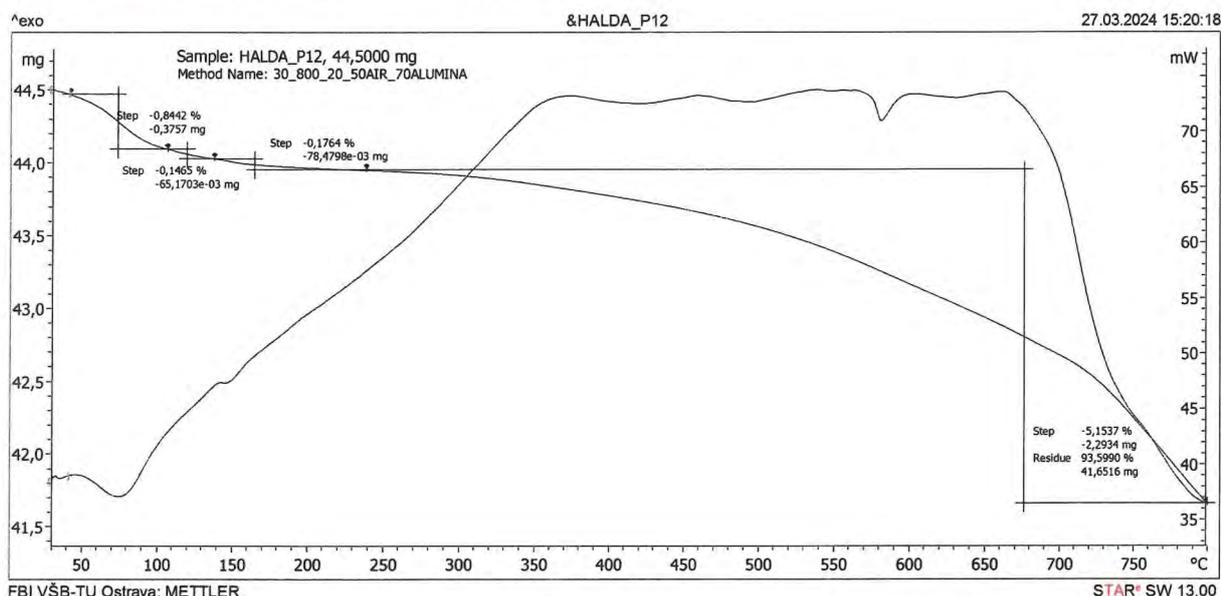


Graf 11: Záznam TGA a DSC vzorku P11, laboratorní vzorek

TGA: Úbytek hmotnosti způsobený vysušováním až do teploty 140 °C, jednalo se o 1,87 % ztráty hmotnosti. Od 700 °C zrychlený pokles hmotnosti. Nespalitelný zbytek představuje 92,31 %.

DSC: Počáteční endotermní efekt 40 až 90 mW je spojen s vysušováním vzorku, odpařování vody, při teplotě 150 °C odpařování také dalších těkavých složek. Maxima exotermního efektu bylo dosaženo při teplotě 560 °C.

Vzorek číslo P12, laboratorní vzorek

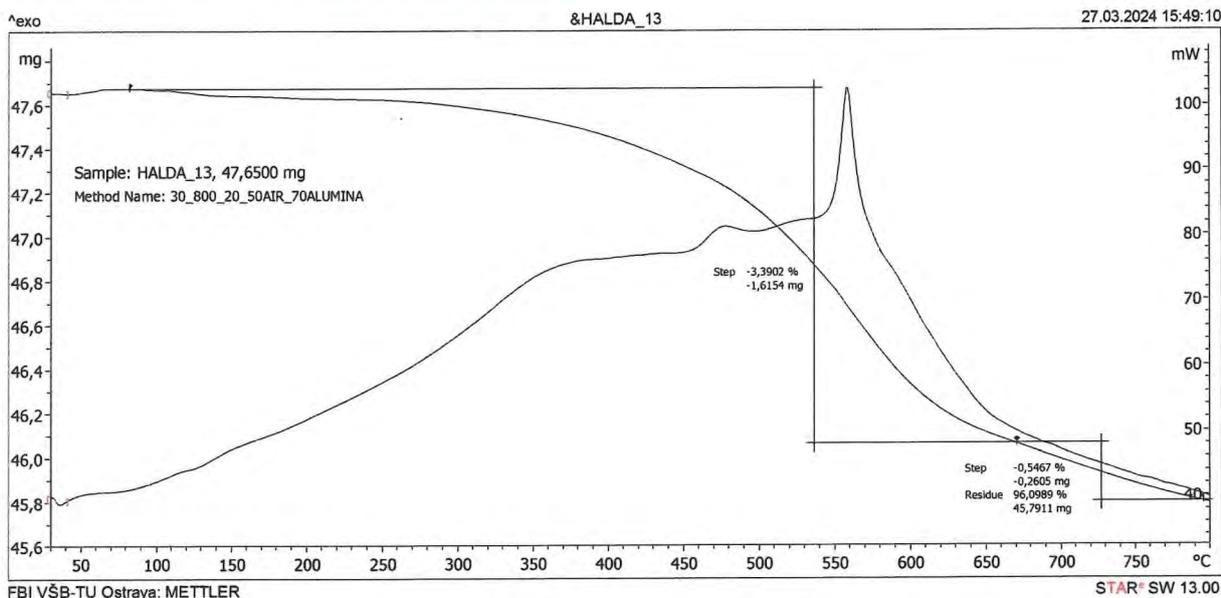


Graf 12: Záznam TGA a DSC vzorku P12, laboratorní vzorek

TGA: Hmotnost mezi 44,5 až 41,7 mg. Od začátku analýzy úbytek hmotnosti spojený s vysoušením vzorku, následuje pozvolný úbytek hmotnosti, který začal zrychlovat asi od 500 °C, výrazněji od 700 °C. Nespalitelný zbytek představuje 93,59 %.

DSC: Vysoušení s 2 endotermickými efekty při 75 a 150 °C. Vývoj tepla narůstá do 360 °C, potom je až do teploty 670 °C vyrovnaný, nakonec poměrně rychle klesá. Při teplotě 570 °C náznak rekrystalizace.

Vzorek číslo P13, laboratorní vzorek

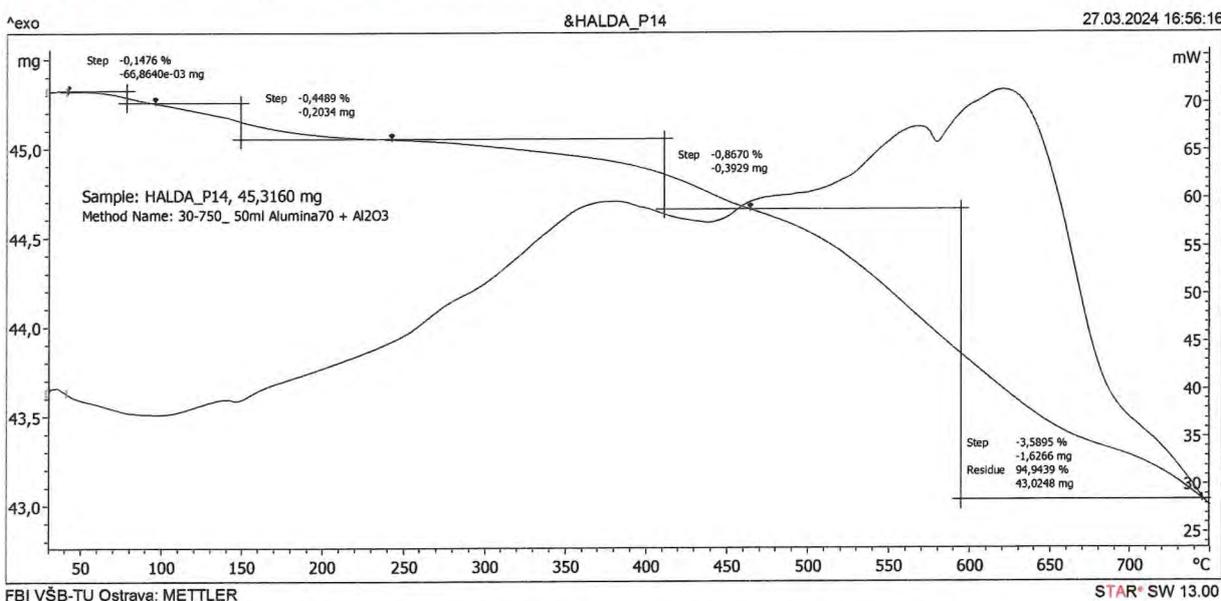


Graf 13: Záznam TGA a DSC vzorku P13, laboratorní vzorek

TGA: Vysušený vzorek. Hmotnost mezi 47,6 až 45,8 mg. Mezi 480 až 620 °C úbytek hmotnosti nejrychlejší, poté až do konce zpomaluje. Nespalitelný zbytek představuje 96,09 %.

DSC: Vývoj tepla od počátku do 350 °C narůstá, do 550 °C je vyrovnaný, potom se objevuje výrazný souměrný exotermický pík s maximem asi 60 mW.

Vzorek číslo P14, laboratorní vzorek

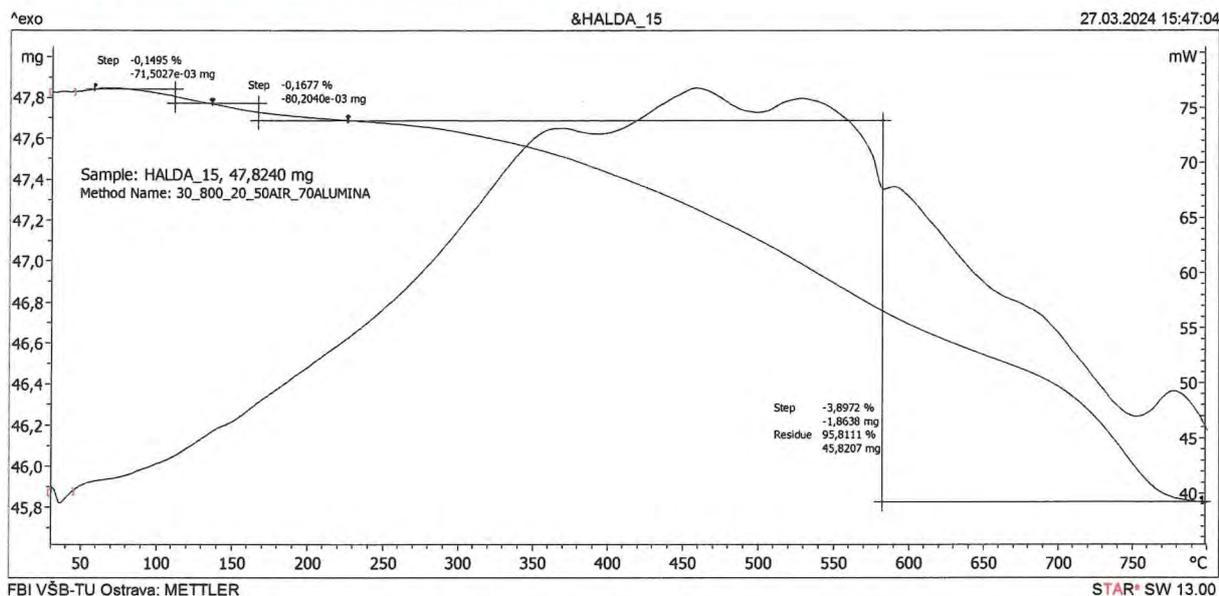


Graf 14: Záznam TGA a DSC vzorku P14, laboratorní vzorek

TGA: Hmotnost mezi 45,3 až 42,9 mg. Výrazný pokles hmotnosti do 460 °C. Nespalitelný zbytek představuje 94,94 %.

DSC: Zpočátku mírné vysušování. Následující rozklad má exotermní průběh, vývoj tepla zpočátku narůstá pomalu, maximum při 630 °C. V maximu je tepelný výkon asi 70 mW.

Vzorek číslo P15, laboratorní vzorek

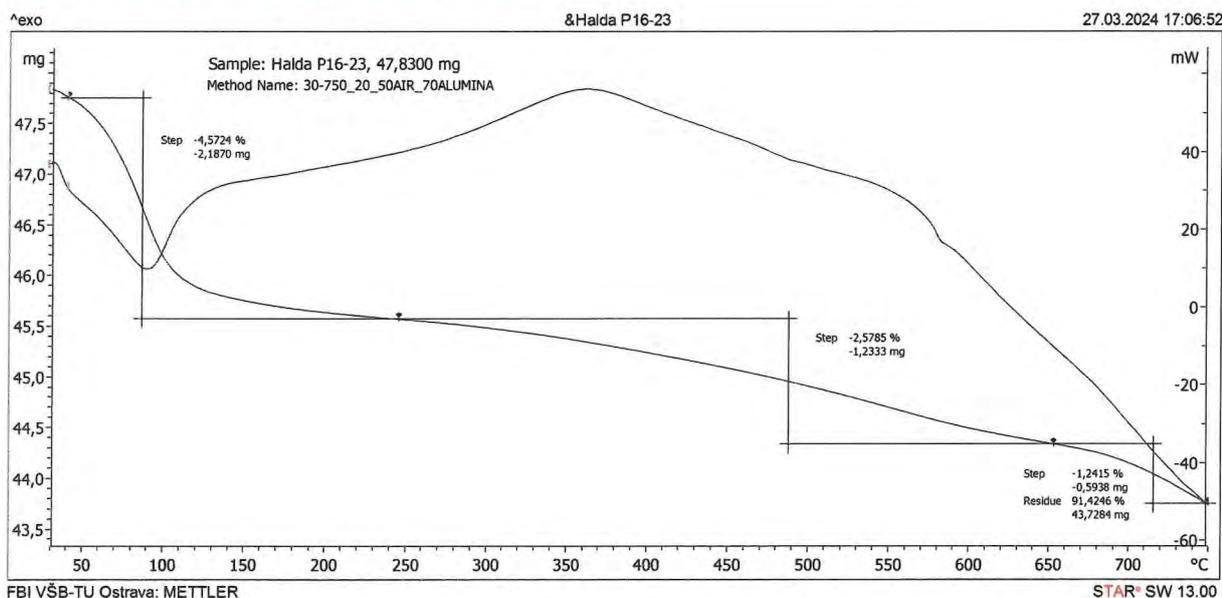


Graf 15: Záznam TGA a DSC vzorku P15, laboratorní vzorek

TGA: Vysušený vzorek. Hmotnost mezi 47,8 až 45 8 mg. Od 700 do 780 °C úbytek hmotnosti zrychluje. Nespalitelný zbytek představuje 95,81 %.

DSC: Rozklad mírně exotermní, tři oblá a maxima (370, 460 a 550 °C), při 570 °C zřejmě rekrystalizace křemene.

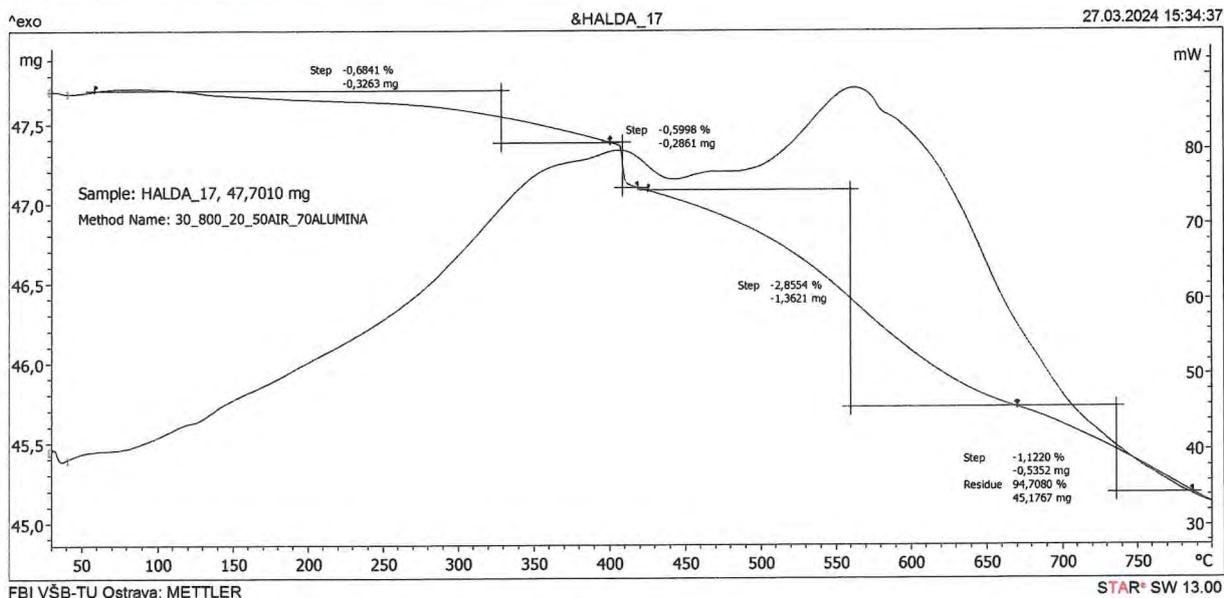
Vzorek číslo P16, laboratorní vzorek



Graf 16: Záznam TGA a DSC vzorku P16, laboratorní vzorek

Průběh tepelného rozkladu hodně podobný se vzorkem P1-23. I s náznakem rekrystalizace při 580 °C. Nespalitelný zbytek představuje 91,42 %.

Vzorek číslo P17, laboratorní vzorek

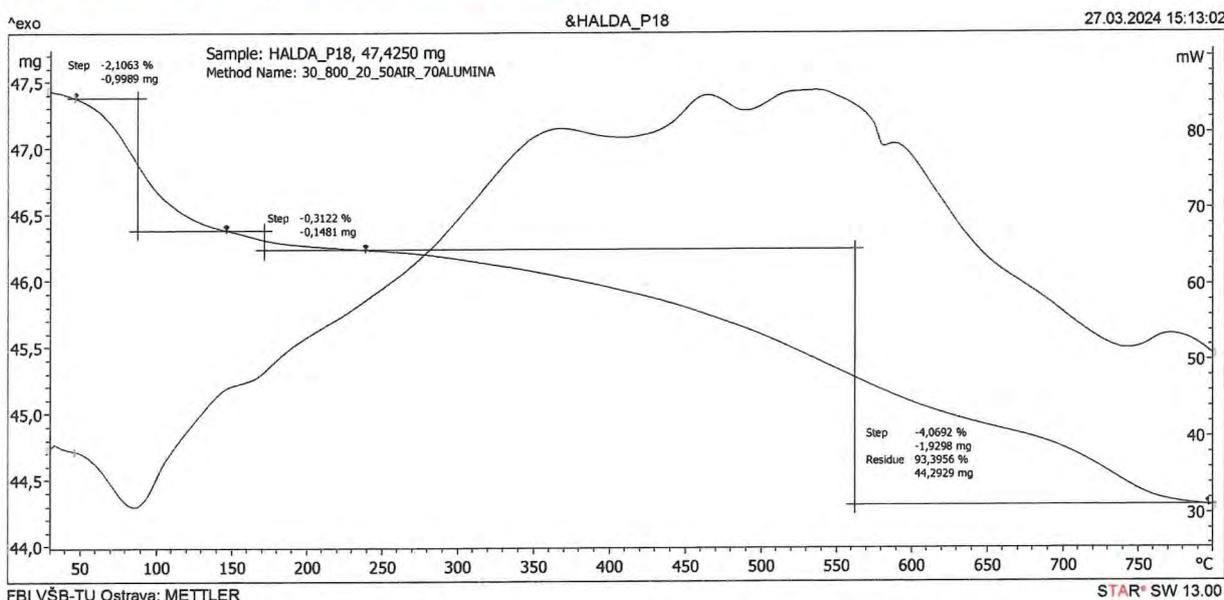


Graf 17: Záznam TGA a DSC vzorku P17, laboratorní vzorek

TGA: Vzorek byl opět předem vysušený. Hmotnost mezi 47,7 až 45,2 mg. Počátek úbytku od 270 °C Při 410 °C skokový pokles. Nespalitelný zbytek představuje 94,71 %.

DSC: Rozklad byl slabě exotermní s dvěma nevýraznými vrcholy (400 a max. 560 °C). Při 570 °C náznak rekrystalizace.

Vzorek číslo P18, laboratorní vzorek

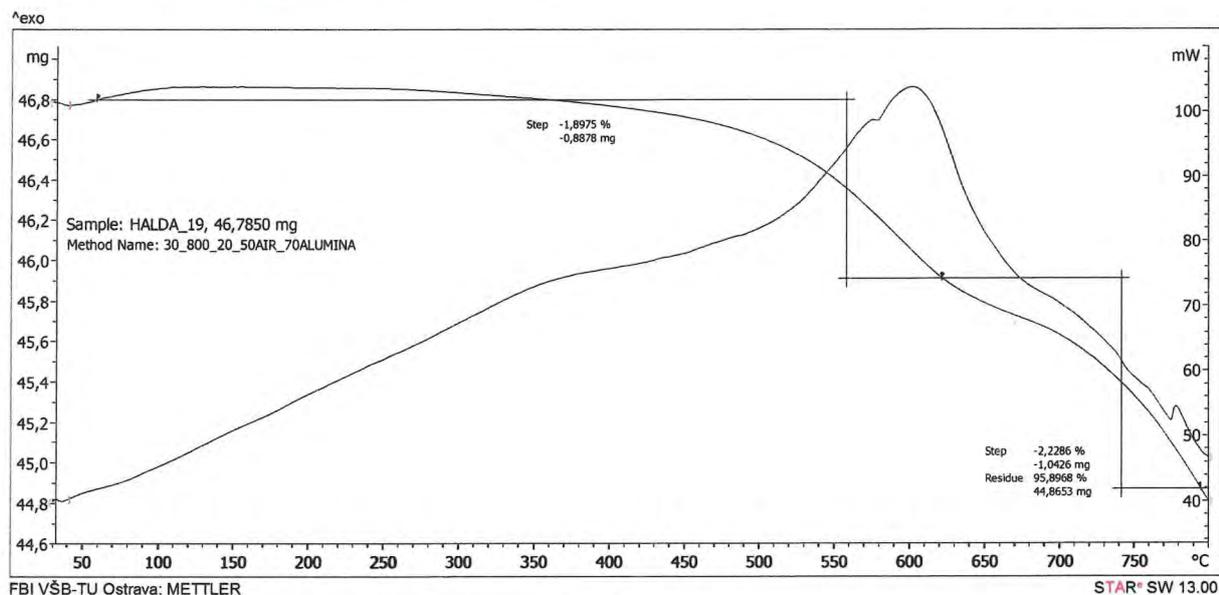


Graf 18: Záznam TGA a DSC vzorku P18, laboratorní vzorek

TGA: Výrazný pokles hmotnosti do 100 °C spojený s vysoušením. Zrychlení úbytku hmotnosti od 700 °C. Nespalitelný zbytek představuje 93,39 %.

DSC: Tepelný rozklad vzorku je mírně exotermní, bez výraznějších efektů. Při 570 °C možná rekrystalizace křemene.

Vzorek číslo P19, laboratorní vzorek

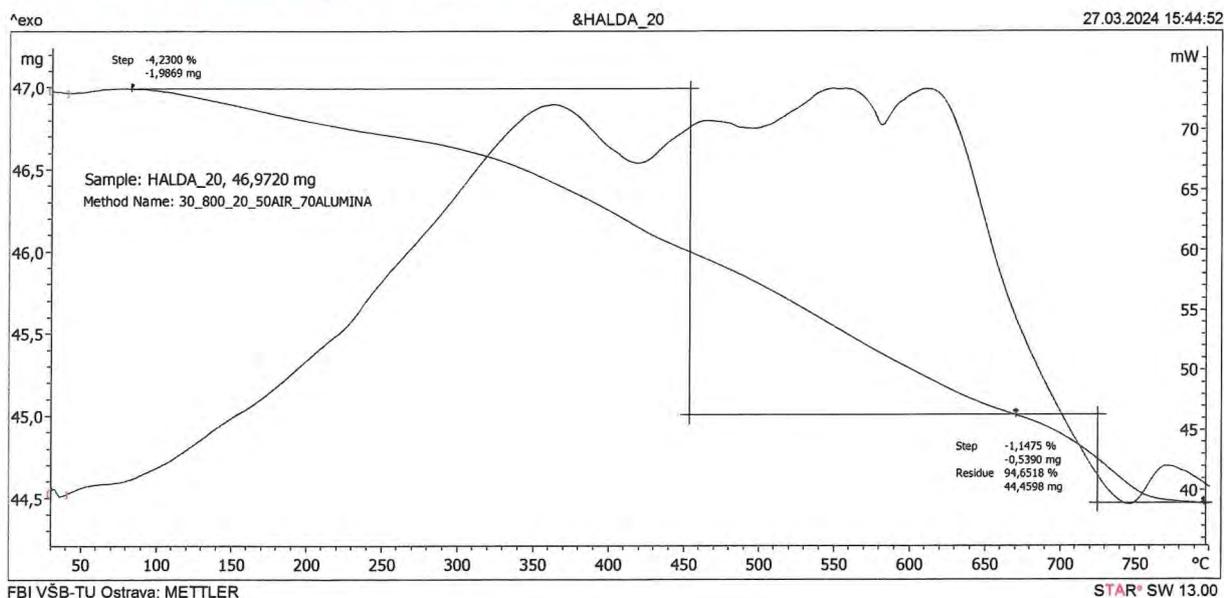


Graf 19: Záznam TGA a DSC vzorku P19, laboratorní vzorek

TGA: Jedná se o vysušený vzorek. Hmotnost zpočátku mírně narostla, což může být způsobeno oxidací uhlovodíků. Od teploty 370 °C dochází k úbytku hmotnosti nejprve pomalu, zrychluje od 500 °C a v závěru tepelného rozkladu od 700 °C. Nespalitelný zbytek představuje 95,89 %.

DSC: Tepelný rozklad má exotermní průběh, maximum je při 610 °C, a malý exotermní efekt ještě při teplotě 790 °C.

Vzorek číslo P20, laboratorní vzorek

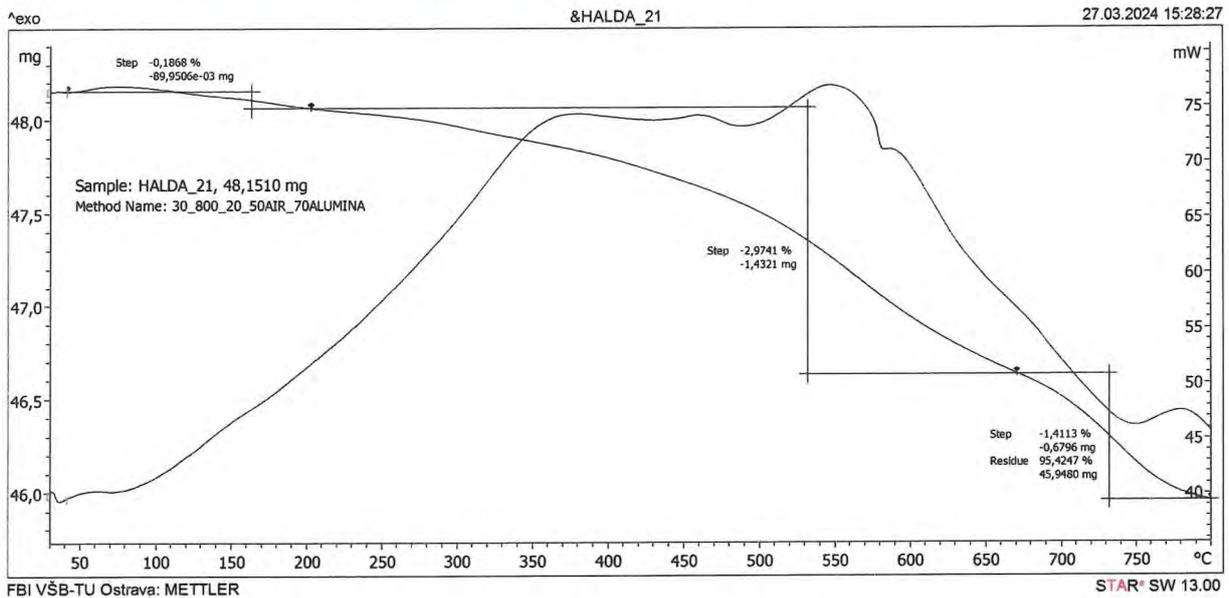


Graf 20: Záznam TGA a DSC vzorku P20, laboratorní vzorek

TGA: Opět předem vysušený vzorek. Hmotnost mezi 47 až 44,5 mg. Zpočátku velice mírný nárůst hmotnosti, výraznější zrychlení úbytku hmotnosti od 700 °C. Nespalitelný zbytek představuje 94,65 %.

DSC: Rozklad slabě exotermní. Mezi 350 až 620 °C vývoj tepla vyrovnaný, poté vývoj tepla rychle klesá. Při 570 °C opět náznak rekrystalizace křemene.

Vzorek číslo P21, laboratorní vzorek

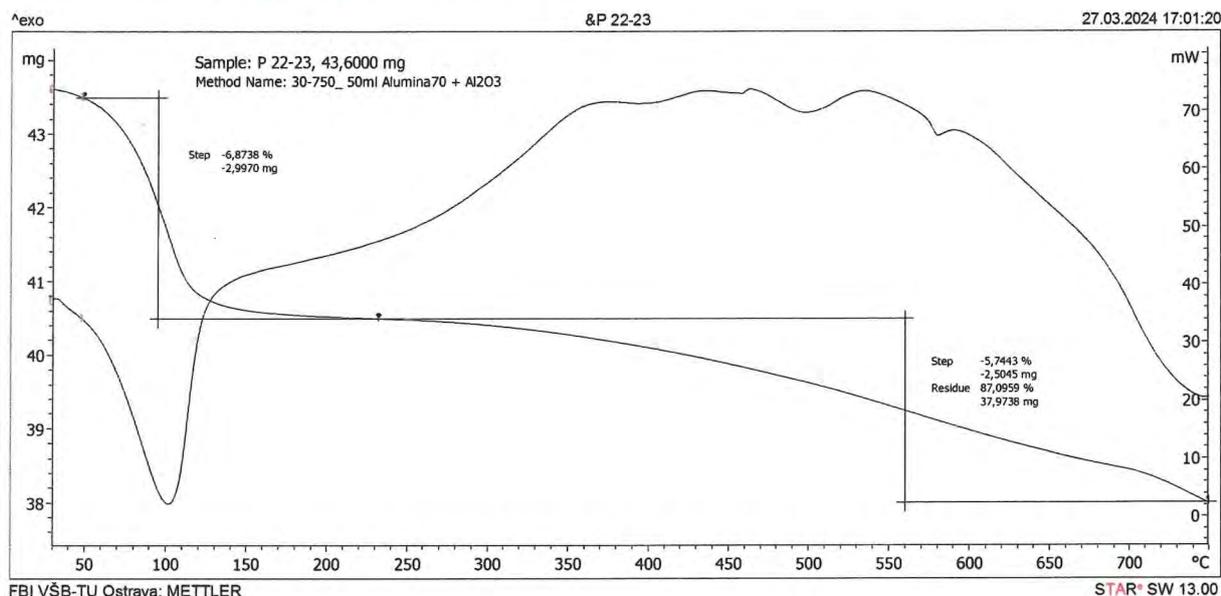


Graf 21: Záznam TGA a DSC vzorku P21, laboratorní vzorek

TGA: Hmotnost mezi 48,1 až 46 mg. Prakticky bez vysoušení, zrychlení úbytku hmotnosti při teplotách 500 a 700 °C. Nespalitelný zbytek představuje 95,42 %.

DSC: Průběh mezi 40 až 75 mW. Vývoj tepla je od 350 do 600 °C prakticky vyrovnaný s nevýrazným maximem kolem 560 °C. Při 570 °C opět rekrystalizace křemene.

Vzorek číslo P22, laboratorní vzorek

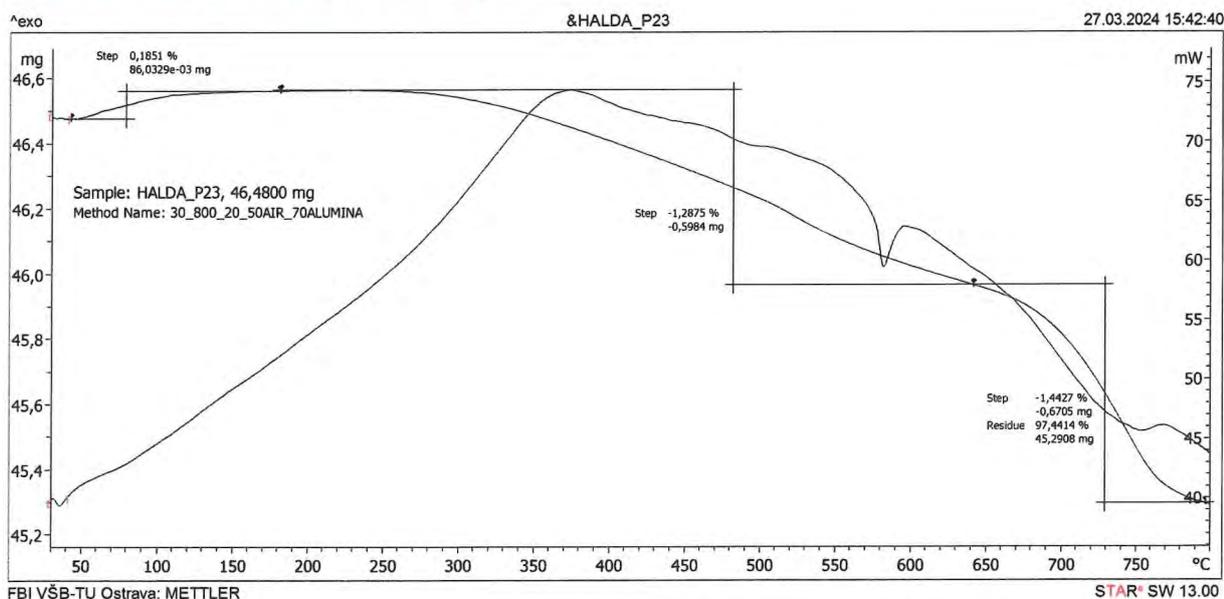


Graf 22: Záznam TGA a DSC vzorku P22, laboratorní vzorek

TGA: Výrazný pokles hmotnosti do 130 °C spojený s vysoušením. Zrychlení úbytku hmotnosti od 700 °C. Hmotnost v rozmezí 43,6 až 38 mg. Nespalitelný zbytek představuje 87,09 %.

DSC: Tepelný rozklad vzorku je mírně exotermní, bez výraznějších efektů. Při 570 °C možná rekrystalizace křemene.

Vzorek číslo P23, laboratorní vzorek

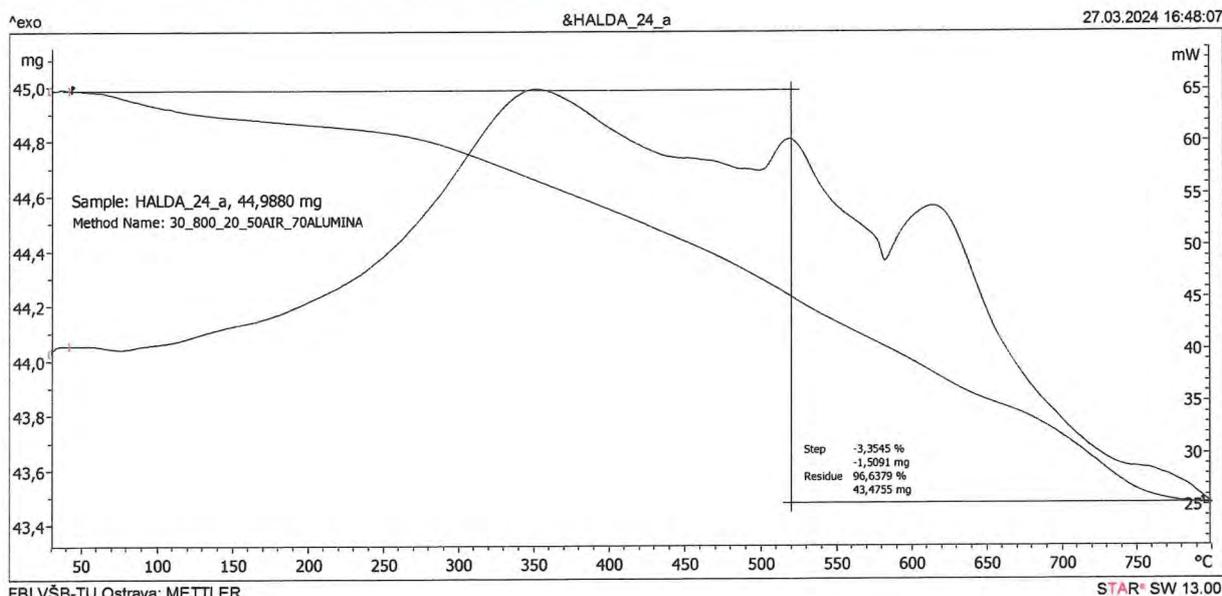


Graf 23: Záznam TGA a DSC vzorku P23, laboratorní vzorek

TGA: Z počátku mírný nárůst hmotnosti (výraznější než u některých jiných vzorků). Od 300 °C pokles, od 700 °C výraznější zrychlení úbytku hmotnosti. Nespalitelný zbytek představuje 97,44 %.

DSC: Průběh mezi 40 až 72 mW. Rozklad mírně exotermní, maxima dosahuje při 370 °C, poté vývoj tepla klesá, mezi teplotami 550 až 600 °C výraznější zpomalení vývoje tepla, možná souvislost s rekrystalizací křemene.

Vzorek číslo P24, laboratorní vzorek

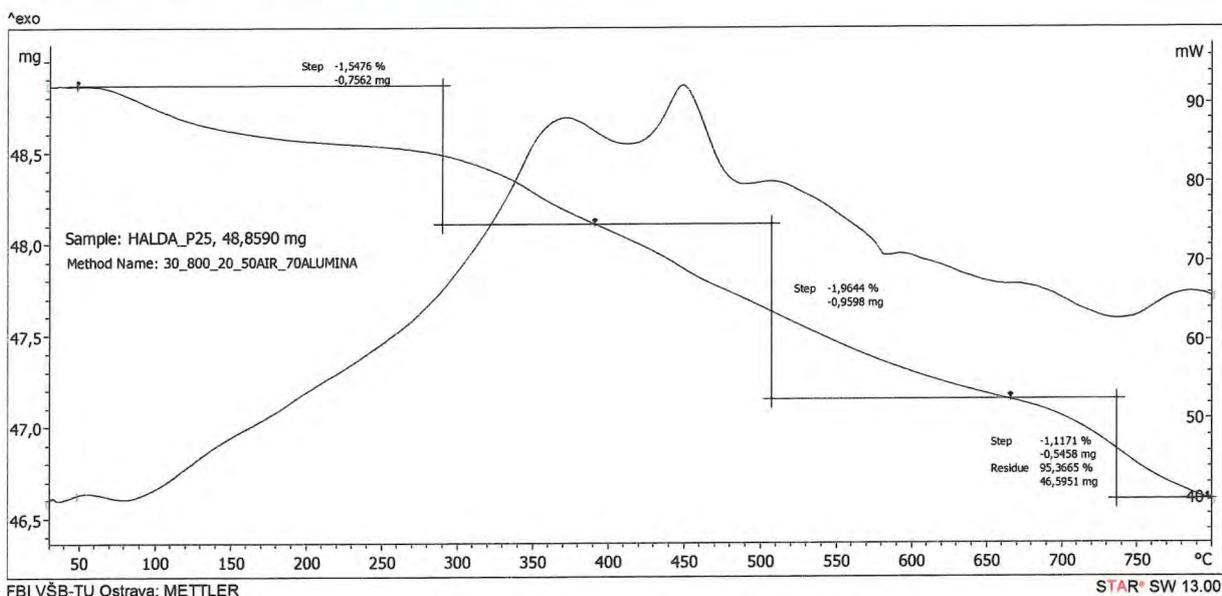


Graf 24: Záznam TGA a DSC vzorku P24, laboratorní vzorek

TGA: Prakticky bez vysychání. Hmotnost mezi 45 až 43,5 mg. Mezi 700 až 750 °C zrychlený úbytek hmotnosti. Nespalitelný zbytek představuje 96,64 %.

DSC: Rozklad mezi 250 až 750 °C slabě exotermní. Nevýrazná, ale zjevná exotermní maxima.

Vzorek číslo P25, laboratorní vzorek

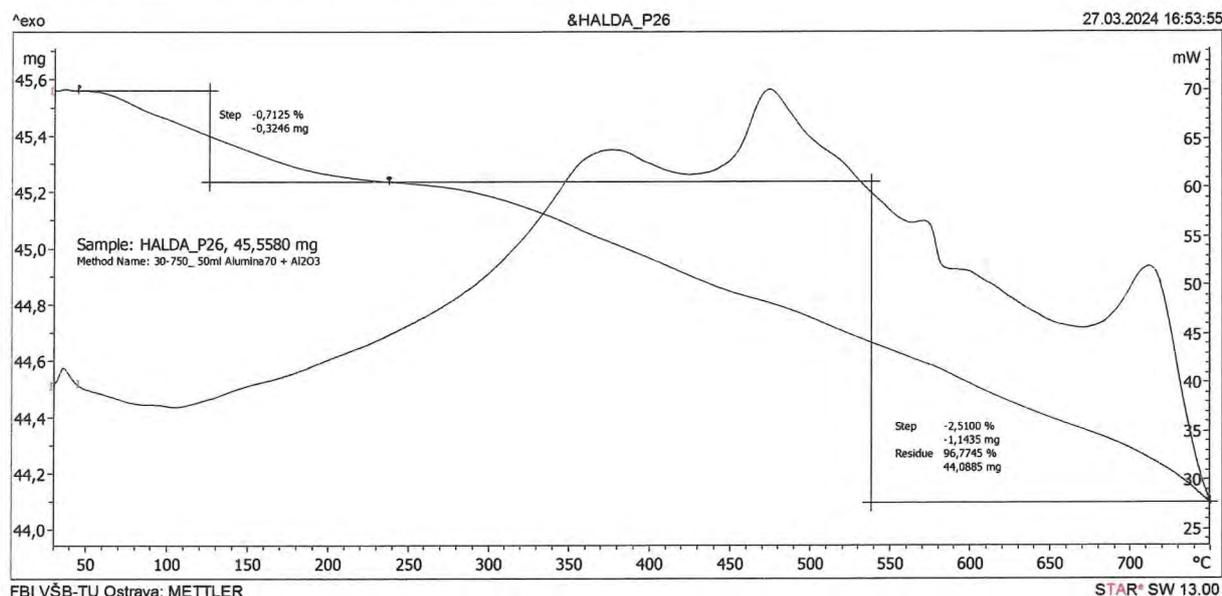


Graf 25: Záznam TGA a DSC vzorku P25, laboratorní vzorek

TGA: Hmotnost mezi 48,85 až 46,6 mg. Pokles hmotnosti spojený s vysoušením do 100 °C, poté pokles ve třech fázích, zrychlený pokles hmotnosti od 670 °C. Nespálitelný zbytek představuje 95,37 %.

DSC: Rozklad exotermní s dvěma maximy při 370 °C a 450 °C, poté vývoj tepla klesá. Při teplotě 570 °C možná rekrystalizace křemene.

Vzorek číslo P26, laboratorní vzorek



Graf 26: Záznam TGA a DSC vzorku P26, laboratorní vzorek

TGA: Hmotnost mezi 45,56 až 44,1 mg. Pokles hmotnosti spojený s vysoušením do 200 °C, zrychlený pokles hmotnosti od 700 °C. Nespálitelný zbytek představuje 96,77 %.

DSC: Rozklad mírně exotermní s maximem 470 °C, při teplotě 720 °C další maximum, pak vývoj tepla výrazně klesá. Při teplotě 570 °C možná rekrystalizace křemene.

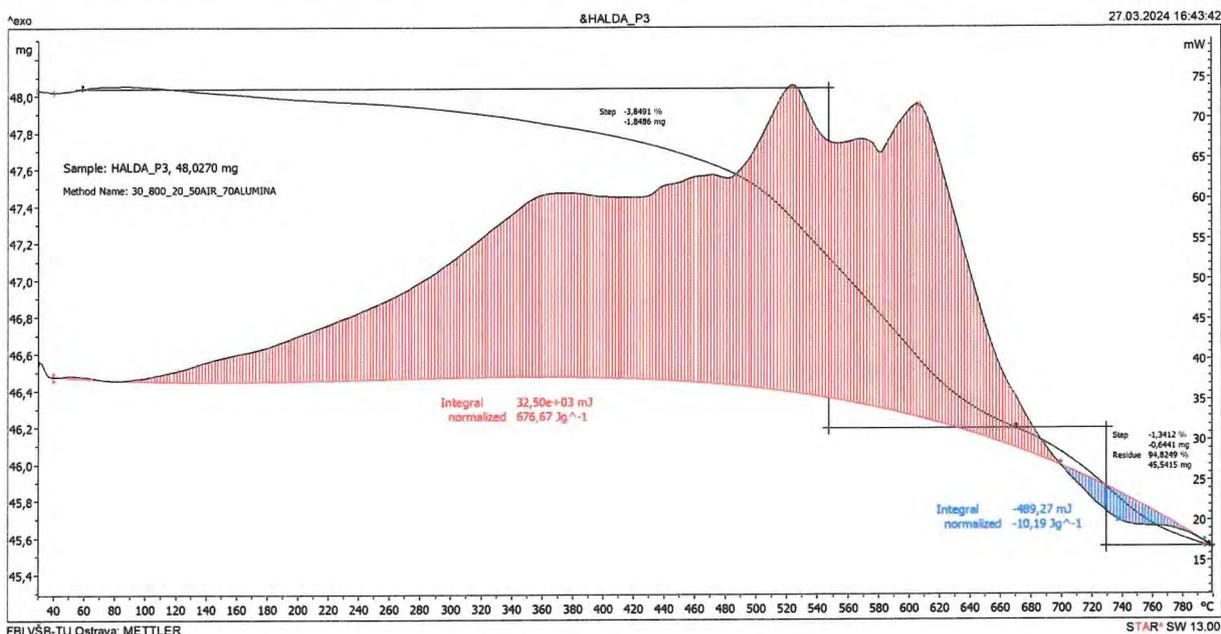
9.3 Dílčí závěr k laboratorním vzorkům

Ze záznamů provedených termických analýz všech vzorků jsou patrné opakující se jevy. U vysušených vzorků nejsou v prvních fázích termické analýzy viditelné žádné projevy, na rozdíl od vzorků, které obsahovaly určitou vlhkost. U nich je zřetelný endotermický pík, který udává množství tepla, které bylo spotřebováno na vysušení vody a dalších organických materiálů. Dále u všech provedených analýz následuje mírný vývoj tepla způsobený oxidačními reakcemi organických materiálů. V této oblasti se vyskytují také dílčí endotermické efekty, jako např. rekrystalizace křemene při teplotě 570 °C. V závěru provedených termických analýz jsou u některých vzorků viditelné tepelné rozklady minerálních látek, např. uhličitánů spojených se vznikem oxidu uhličitého. Poklesy hmotností při koncové teplotě jsou způsobeny neukončeným rozkladem minerálních látek, které by mohly pokračovat i při vyšších teplotách. To však není relevantní pro předmětné zkoumání.

9.4 Podrobná analýza vzorků P3, P8 a P22

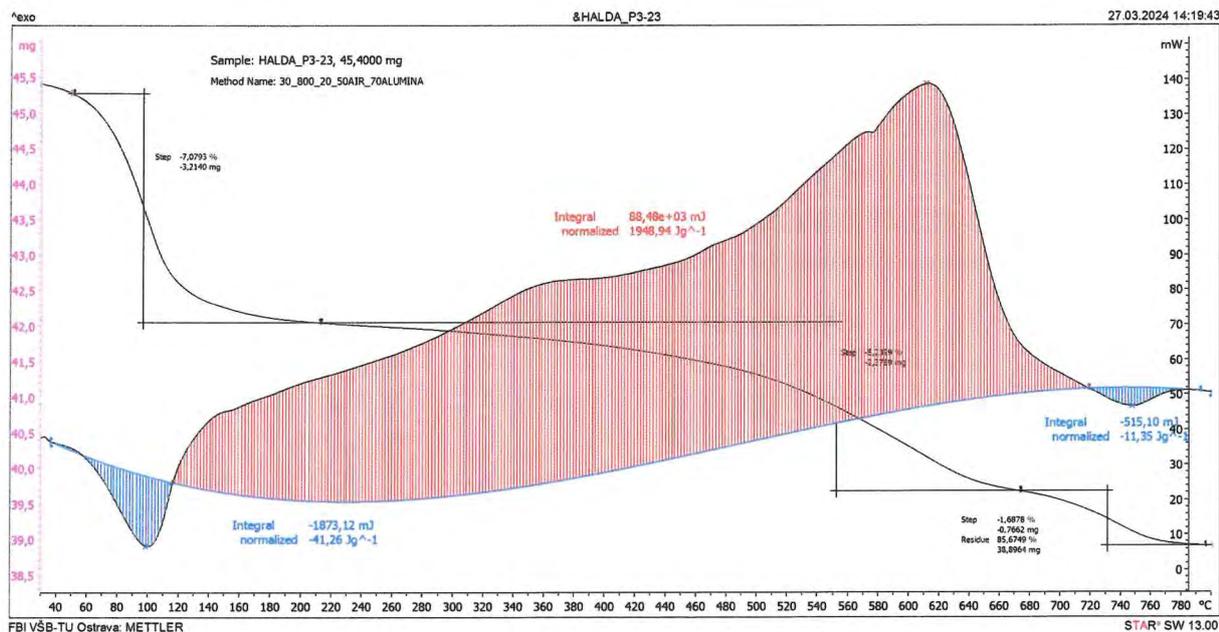
Vzhledem k tomu, že u vzorků P3, P8 a P22 byl prokázán sklon k samovznícení, byly reprezentativní vzorky určené pro stanovení sklonu k samovznícení podrobeny také opětovnému provedení termické analýzy.

Průběh tepelných bilancí laboratorních vzorků jsou uvedeny v Grafech 27, 29 a 31. Průběh tepelných efektů reprezentativních vzorků jsou uvedeny v Grafech 28, 30 a 32.



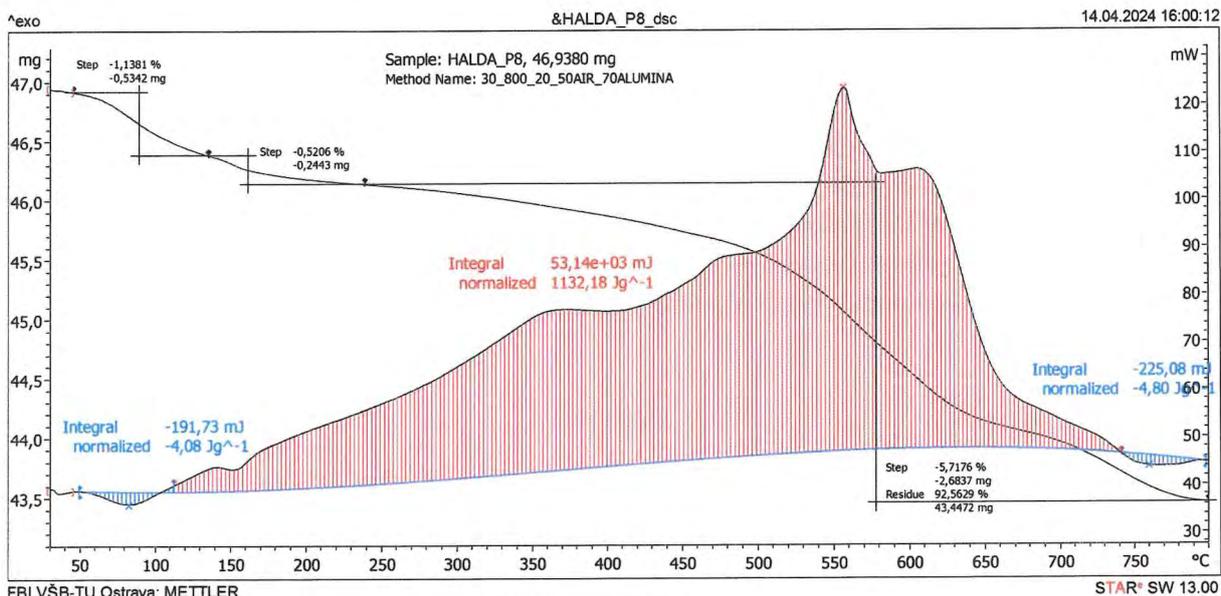
Graf 27: DSC vzorku P3, laboratorní vzorek

Od 90 °C dochází k pozvolnému nárůstu tepla způsobeného oxidačními procesy organických materiálů vyskytujících se v daném vzorku. V exotermní oblasti dochází k dílčím endotermním efektům způsobenými např. rekrytalizací křemene kolem teploty 570 °C. Výraznější endotermní efekt nastal v závěrečné fázi měření, a to od teploty 700 °C, což může být důsledkem tepelného rozkladu vápence. Celkové uvolněné teplo v intervalu od 90 °C do 700 °C dosáhlo 676,67 J/g. Spotřebované teplo v intervalu 700 – 800 °C bylo 10,19 J/g.



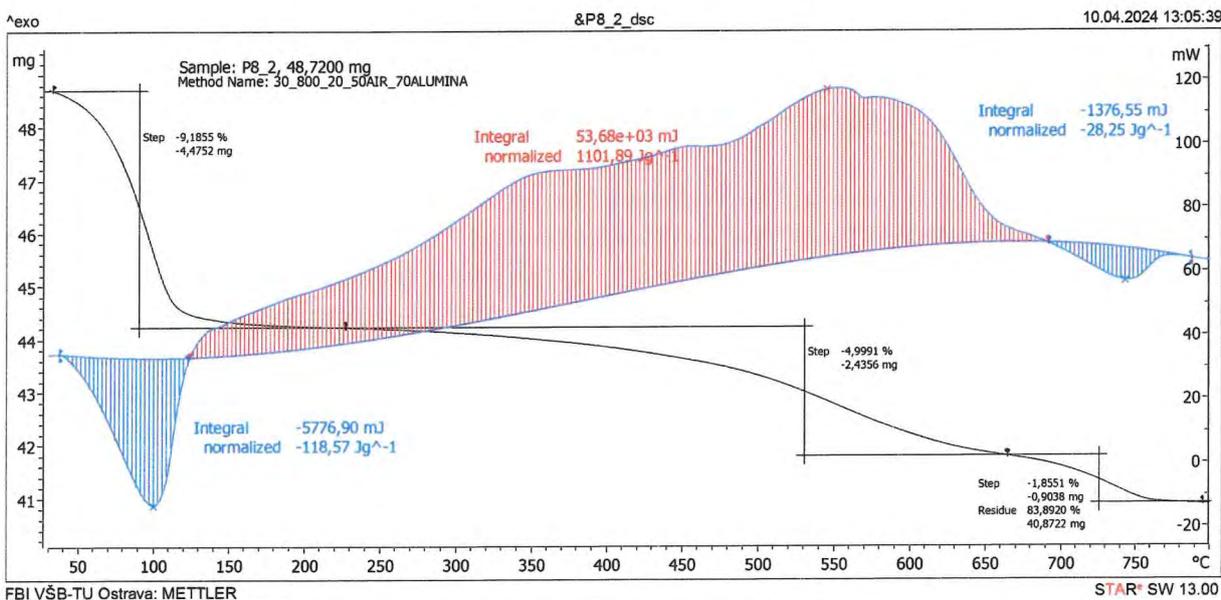
Graf 28: DSC vzorku P3, reprezentivní vzorek

Reprezentivní vzorek P3 obsahoval určité množství vody a dalších organických materiálů, což je patrné z endotermního efektu v intervalu do 120 °C. Poté docházelo k postupnému uvolňování tepla způsobeného oxidačními procesy organických materiálů vyskytujících se v daném vzorku. Také u tohoto vzorku je patrný dílčí endotermní efekt při teplotě 570 °C způsobený rekrystalizací křemene. Výraznější endotermický efekt je také patrný v intervalu 720 – 800 °C. Celkové uvolněné teplo v intervalu od 120 °C do 720 °C činí 1948,94 J/g. Spotřebované teplo potřebné pro vysušení materiálu na začátku měření do 120 °C je 41,26 J/g a teplo potřebné zřejmě pro rozklad vápence v intervalu 720 – 800 °C bylo 11,35 J/g.



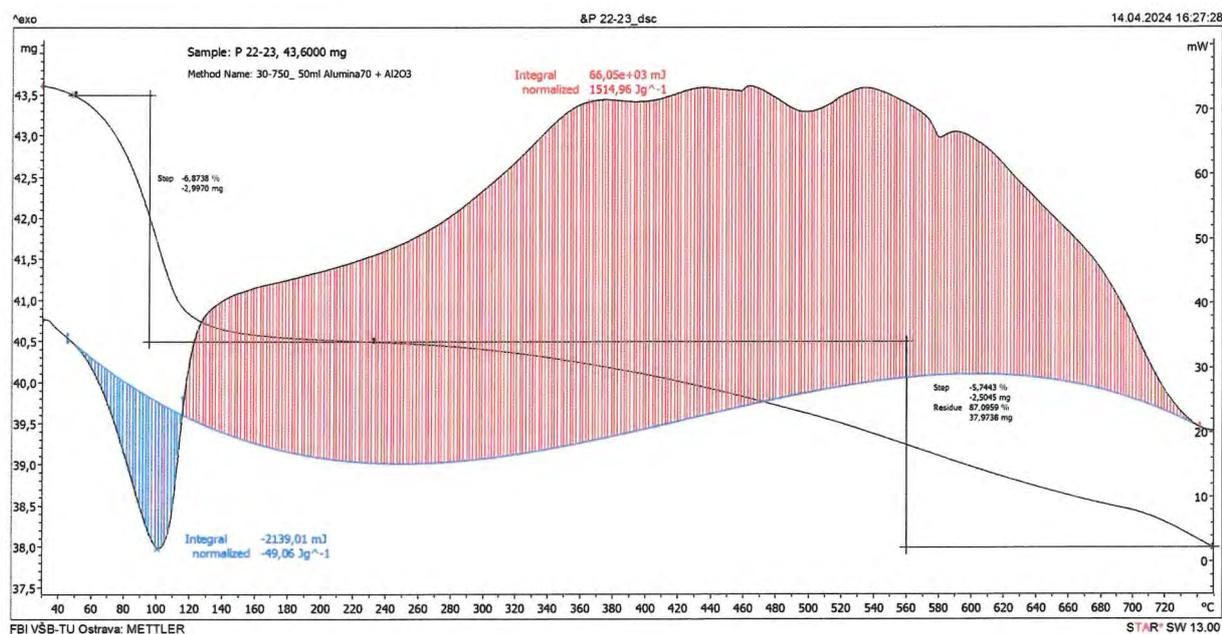
Graf 29: DSC vzorku P8, laboratorní vzorek

U laboratorního vzorku P8 dochází od 50 °C k vysušování vzorku, poté k pozvolnému nárůstu tepla způsobeného oxidačními procesy organických materiálů vyskytujících se v daném vzorku. V exotermní oblasti dochází k dílčím endotermním efektům. První z nich nastává kolem 150 °C, další pak okolo 370 °C. Drobný endotermní efekt nastal v závěrečné fázi měření, a to od teploty 740 °C, což může být důsledkem tepelného rozkladu vápence. Celkové uvolněné teplo v intervalu od 110 °C do 740 °C bylo 1132,18 J/g.



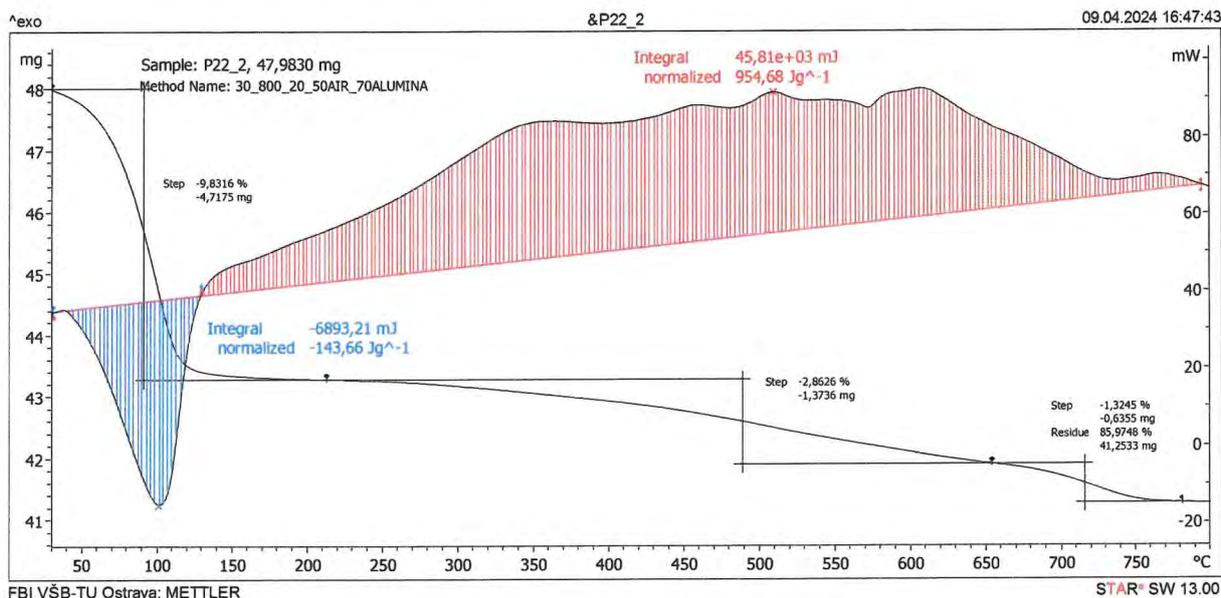
Graf 30: DSC vzorku P8, reprezentativní vzorek

Reprezentativní vzorek P8 obsahoval zřetelné množství vody a dalších organických materiálů, což je patrné z endotermního efektu v intervalu do 120 °C. Poté docházelo k postupnému uvolňování tepla způsobeného oxidačními procesy organických materiálů vyskytujících se v daném vzorku. Také u tohoto vzorku je patrný dílčí endotermní efekt při teplotě 570 °C způsobený rekrystalizací křemene. Výraznější endotermický efekt je také patrný v intervalu 690 °C. Celkové uvolněné teplo v intervalu od 120 °C do 690 °C činí 1101,89 J/g. Spotřebované teplo potřebné pro vysušení vzorku na začátku měření do 120 °C je 118,57 J/g a teplo potřebné zřejmě pro rozklad vápence v intervalu 690 – 800 °C bylo 28,25 J/g.



Graf 31: DSC vzorku P22, laboratorní vzorek

Laboratorní vzorek P22 na počátku termické analýzy obsahoval vodu a jiné těkavé látky, což je zřejmé z endotermního efektu v intervalu do 120 °C. Poté docházelo k postupnému uvolňování tepla způsobeného oxidačními procesy organických materiálů vyskytujících se v daném vzorku. V exotermní oblasti dochází k dílčím endotermním efektům např. při teplotě 400 °C, 450 °C, 500 °C a 570 °C. Celkové uvolněné teplo v intervalu od 120 °C do 750 °C bylo 1514,96 J/g. Spotřebované teplo potřebné pro vysušení vzorku na začátku měření do 120 °C bylo 49,06 J/g.



Graf 32: DSC vzorku P22, reprezentativní vzorek

Reprezentativní vzorek P22 obsahoval určité množství vody a dalších organických materiálů, což je patrné z endotermního efektu v intervalu do 130 °C. Poté docházelo k postupnému uvolňování tepla způsobeného oxidačními procesy organických materiálů vyskytujících se v daném vzorku. Také u tohoto vzorku jsou patrné dílčí endotermní efekty při teplotách 480 °C, 530 °C a 740 °C. Celkové uvolněné teplo v intervalu od 130 °C do 800 °C bylo 954,68 J/g.

9.5 Dílčí závěr k podrobné analýze vzorků P3, P8 a P22

Podrobnou analýzou vzorku P3 prostřednictvím termické analýzy, viz Grafy 27 a 28, je zřejmé, že celkové uvolněné teplo z laboratorního vzorku činilo po zaokrouhlení 677 J/g a z reprezentativního vzorku 1949 J/g. Reprezentativní vzorek tedy vykazoval téměř trojnásobné množství uvolněné energie. Tato skutečnost odpovídá také výsledným hodnotám spalného tepla, kdy množství uvolněného tepla reprezentativního vzorku bylo dvojnásobné než u vzorku laboratorního.

Podrobnou analýzou vzorku P8 prostřednictvím termické analýzy, viz Grafy 29 a 30, je zřejmé, že celkové uvolněné teplo z laboratorního vzorku činilo po zaokrouhlení 1132 J/g a z reprezentativního vzorku 1102 J/g. Oba vzorky tedy vykazovaly téměř shodné množství uvolněné energie. Hodnota spalného tepla laboratorního vzorku byla 0,176 MJ/kg a u reprezentativního 0,398 MJ/kg. U reprezentativního vzorku byla tedy hodnota spalného tepla vyšší o 0,222 MJ/kg, což je více než dvojnásobek oproti výsledku spalného tepla laboratorního vzorku.

Podrobnou analýzou vzorku P22 prostřednictvím termické analýzy, viz Grafy 31 a 32, je zřejmé, že celkové uvolněné teplo z laboratorního vzorku činilo po zaokrouhlení 1515 J/g a z reprezentativního vzorku 955 J/g. Spalné teplo laboratorního vzorku činilo 0,180 MJ/kg, hodnota spalného tepla u reprezentativního vzorku byla 0. Reprezentativní vzorek tedy vykazoval nižší množství uvolněné energie.

Vzorky, které uvolňují větší množství energie, jsou obecně schopny více přispívat k případné termické aktivitě.

Výsledky získané z různých laboratorních metod nelze v tomto případě jednoduše porovnávat. Jsou mimo jiné závislé na homogenitě materiálu, ale také na velikosti navážky. Obecně platí, že čím menší vzorek se testuje, tím více se může projevit jeho nehomogenita. Tato skutečnost se zřejmě projevuje u výše testovaných vzorků.

10 Stanovení sklonu k samovznícení

Pracovní postup a požadavky na způsob provedení zkoušky jsou popsány v normě ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021). Zkoušky, které jsou prováděny podle této normy, slouží ke stanovení závislosti mezi objemem materiálu v krychlovém košíku a teplotou, při které dochází k samovznícení vzorku. Cílem zkoušky je pro košík o určitém objemu určit dvojici teplot pece, při kterých u vyšší teploty dojde ke vznícení a u nižší teploty ke vznícení vzorku nedojde.

Za zkoušku, při které došlo k samovolnému vznícení, se podle odstavce b) kapitoly 6.2 této normy považuje zkouška, při níž teplota ve středu vzorku stoupne alespoň o 60 °C nad teplotu v peci. Zkouška pro stanovení závislosti mezi objemem a teplotou samovznícení se provádí minimálně ve 3 krychlových koších s různou velikostí. Z těchto výsledků se provádí extrapolace pro větší objemy hodnoceného materiálu a nižší teploty, které se blíží reálným podmínkám uložení materiálu. Tento postup je používán ke stanovení bezpečných podmínek pro skladování materiálů se sklonem k samovznícení. Při dodržení stanovených podmínek je pravděpodobnost vzniku samovznícení ve skladovaném materiálu malá.

Pro testování hodnoceného vzorku byla použita metoda A5 (normativní metoda) uvedená v normě ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021). Tato norma umožňuje ze získaných výsledků také provést extrapolaci určení indukční doby podle metody B (informativní metoda).

Zkušební zařízení sestává z těchto součástí:

- Sušárna Binder s nucenou cirkulací a odvětráváním, typ 115 E3.1
- Sítové stínění zkušebního košíku
- Dataloger Almemo, typ 25902A/-4AS
- Termočlánky plášťové, typ K, průměr 1,5 mm
- Krychlové košíky o délce strany 2,5 cm, 5 cm a 10 cm
- Tepelná pojistka

Všechny součásti zařízení odpovídají požadavkům normy ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021). Tepelná pojistka není normou požadována, ale vzhledem k tomu, že test probíhá až 24 hodin, je pojistka používána pro zvýšení bezpečnosti.

Použité termočlánky byly kalibrovány. Kalibrační listy KL-1786-23, KL-1785-23, KL-1784-23, byly vystaveny dne 24. 11. 2023 akreditovanou Kalibrační laboratoří č. 2376, Kalibrační laboratoř MAVIS, Mavis Nový Bor, s.r.o., Svatopluka Čecha 152, 473 01 Nový Bor.

10.1 Výběr vzorků

Náchylnost k samovznícení byla stanovena pouze pro reprezentativní vzorky. Z hlediska náchylnosti k samovznícení byly hodnoceny 3 vybrané vzorky. Jejich výběr byl proveden tak, aby byly podchyceny a vyhodnoceny vzorky, které se liší svými vlastnostmi. Vzorky pro stanovení sklonu k samovznícení byly vybírány podle hodnot analytických parametrů, které byly určeny vybranými metodami. Cílem bylo vyhodnocení sklonu k samovznícení u různorodých typů vzorků. Byly použity výsledky ze stanovení ztráty žiháním, stanovení spalného tepla, hodnocení obsahu popela a rozbory termické analýzy. Přihlédnuto bylo také k poloze vybraných vzorků a jejich vizuálnímu vzhledu. Na základě kombinace těchto parametrů byly vybrány vzorky P3, P8 a P22.

Vizuální vzhled vzorků po odběru je patrný z následujících obrázků. Jako první je uveden vzorek P3, viz Obrázek 6.



Obrázek 6: Vrt se vzorkem P3

Vzorek P3 se vyznačuje značnou nehomogenitou, a to jak ve struktuře odebrané drti, tak v zastoupení přítomných složek. Kromě materiálů hnědé barvy jsou zde obsaženy červené součásti, které byly ve vzorku i po jeho pomletí a promíchání při přípravě reprezentativního vzorku, na kterém byl proveden test pro určení jeho sklonu k samovznícení.

Vizuální vzhled vzorku P8 je dokumentován na Obrázku 7. Tento vzorek obsahuje patrně méně složek než vzorek P3.



Obrázek 7: Vrt se vzorkem P8

Vzorek P8 se jeví homogennější než vzorek P3, obsahuje však více různě velkých pevných částic, které se liší svou barvou.

Vzorek P22 po odběru je zachycen na Obrázku 8.



Obrázek 8: Vrt se vzorkem P22

Vzorek P22 vykazuje nejvyšší homogenitu, pouze pevné částice poukazují na určitou rozdílnost, zejména ve tvaru a barvě.

Vzhled jednotlivých vybraných vzorků se významně lišil. Vzorky byly odebrány z různých hloubek, viz Příloha 2 a Příloha 3.

Parametry jednotlivých vzorků byly laboratorně stanoveny několika metodami. K jejich hodnotám bylo při výběru také přihlédnuto. Jak již bylo uvedeno, cílem bylo podchytit sklon k samovznícení u vzorků charakterizovaných svou různorodostí.

Tabulka 5: Hodnoty stanovených vlastností hodnocených vzorků

Parametr	Vzorek P3	Vzorek P8	Vzorek P22	Průměr všech vzorků	Rozpětí min-max všech vzorků
obsah popela A ^d [%]	90,86	91,02	93,89	93,28	90,86 - 95,11
ztráta žiháním ZZ [%]	9,78	12,39	6,54	7,86	5,26 - 12,39
spalné teplo – laboratorní vzorek [MJ.kg ⁻¹]	0,574	0,176	0,180	0,184	0-0,611
spalné teplo – reprezentativní vzorek [MJ.kg ⁻¹]	0,997	0,398	0	-	0 - 0,997

Jak vyplývá z Tabulky 5, každý vybraný vzorek se vyznačuje jedním nebo více parametry, ve kterých je jeho hodnota odlišná od ostatních vzorků. Dále byl zjištěn rozdíl mezi hodnotami zjištěnými u vzorků laboratorních a reprezentativních.

Vzorek P3 se vyznačoval nejnižší hodnotou obsahu popela, a to 90,86 %, poměrně vysokou hodnotou ztráty žiháním, 9,78 %, a také vysokou hodnotou spalného tepla, která byla 0,574 MJ.cm⁻¹. Vzorek P8 vykázal nejvyšší ztrátu žiháním, která dosáhla 12,39 %, a na druhé straně nízkou hodnotou spalného tepla, která byla 0,176 MJ.cm⁻¹. Také průběhy termické analýzy tohoto vzorku byly odlišné od ostatních vzorků. Vzorek P22 má vysoký obsah popela a velmi nízkou hodnotu ztráty žiháním.

Kromě výsledků uvedených v této tabulce byly zjištěny i další rozdíly mezi vzorky metodou termogravimetrické analýzy, které jsou popsány v kapitole 9.

10.2 Použitý postup stanovení sklonu k samovznícení

Pomletý reprezentativní vzorek se volně nasype do košíku o zvoleném rozměru a jemným poklepáním se zhutní. Košík se naplní po horní hranu a povrch se urovná. Navážka se mění s velikostí vzorku, nicméně se udržuje tak, aby byla konstantní s ohledem na dodržení přibližně shodné sypné hmotnosti ve všech košících. Košík se vzorkem se zavěsí na stojan s termočlánek, který je umístěn ve stínícím koši v peci. Termočlánek pro měření teploty vzorku je umístěn do centra krychlového košíku. Další dva termočlánky pro měření teploty pece jsou fixovány na stojanu ve vzdálenosti 5 cm od stěny košíku. Po vložení košíku se vzorkem je spuštěno vytápění pece na zvolenou teplotu a ventilátor, který zaručuje homogenizaci teploty v celém objemu pece. Klapka pece je pootevřena tak, aby ke vzorku měl přístup vzduch z okolí pece, a zplodiny případného hoření jsou odváděny do ventilace (stupeň 3). S ohledem na toto větrání se skutečná teplota pece liší od nastavené teploty pece, ale zůstává konstantní po celou dobu stanovení v rozsahu ± 1 K. Maximální teplota sušárny, kterou lze nastavit, je 300 °C. Hodnoty teploty všech 3 termočlánků jsou zaznamenávány v intervalech 1 minuty. Nárůst teploty je sledován po dobu 24 hodin, nebo je zkouška ukončena, jestliže došlo ke vznícení nebo nárůstu teploty ve vzorku o 60 °C nad teplotu pece. Ke zkoušce byly použity 3 velikosti košíků, a to o délce strany 2,5 cm, 5 cm a 10 cm.

10.3 Výsledky zkoušek

Výsledek zkoušky je pozitivní, tj. došlo k samovznícení, jestliže maximální teplota ve vzorku je o 60 °C vyšší než teplota pece. Zkouška je označena P.

Výsledek je negativní, tj. nedošlo k samovznícení, jestliže maximální teplota ve vzorku je nižší než 60 °C než teplota pece. V tomto případě je zkouška označena N.

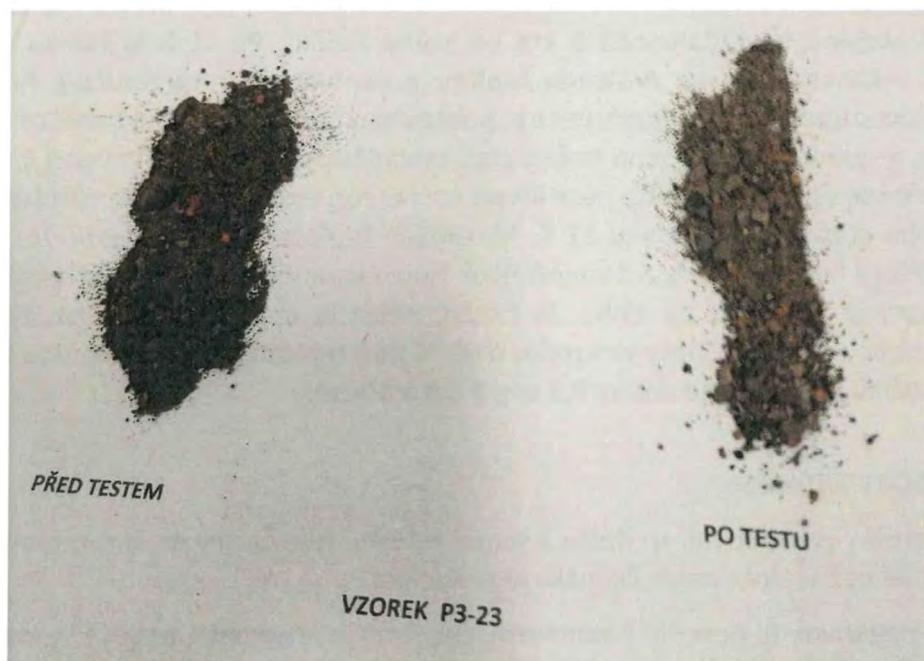
10.4 Výsledky testů u vzorku P3

Výsledky stanovení pro vzorek P3 jsou uvedeny v Tabulce 6. Protokol o zkoušce je součástí Přílohy 30.

Tabulka 6: Výsledky měření samovznícení, vzorek P3

Rozměr koše [cm]	Teplota pece (průměr) [°C]	Maximální teplota vzorku [°C]	Rozdíl teploty pece a vzorku [°C]	Výsledek zkoušky
2,5	207,2	207,5	0,3	N
2,5	294,9	311,0	16,1	N
5,0	207,4	209,9	2,5	N
5,0	289,7	341,0	51,3	N
5,0	289,8	341,2	51,3	N
5,0	294,4	355,3	60,0	P
10,0	295,3	365,5	70,2	P

Z tabulky vyplývá, že pro vzorek P3 nebyla zjištěna teplota, při které dochází k samovznícení, pro košík o délce strany 2,5 cm. Nelze vyloučit, že hodnota teploty samovznícení leží nad 300 °C. U košíku o délce strany 5 cm došlo k samovznícení při teplotě pece 294,4 °C. První příznaky toho, že vzorek se může samozahřívat, byly pozorovány již při teplotě pece 207,4 °C. U košíku o délce strany 10 cm došlo k samovznícení při teplotě pece 295,3 °C. Po zkoušce byl zaznamenán úbytek hmotnosti kolem 6 až 8 %. Patrná byla také změna barvy, viz Obrázek 9.



Obrázek 9: Vzorek P3, porovnání před testem a po testu



Obrázek 10: Vzorek P3 po testu s pozitivním výsledkem

10.5 Výsledky testů u vzorku P8

Výsledky stanovení sklonu k samovznícení u vzorku P8 jsou uvedeny v Tabulce 7. Protokol o zkoušce je součástí Přílohy 31.

Tabulka 7: Výsledky testů samovznícení, vzorek P8

Rozměr koše [cm]	Teplota pece (průměr) [°C]	Maximální teplota vzorku [°C]	Rozdíl teploty pece a vzorku [°C]	Výsledek zkoušky
2,5	294,7	307,0	12,3	N
5,0	294,9	349,6	54,7	N
10,0	293,4	365,6	72,2	P

Z tabulky vyplývá, že u košíku s délkou strany 2,5 cm bylo zjištěno zvýšení teploty materiálu v košíku v porovnání s teplotou pece. Tento rozdíl v teplotách je ale poměrně nízký a podle kritérií normy ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021) v tomto případě nedošlo k samovznícení.

U košíku o délce strany 5 cm nedošlo k samovznícení při teplotě pece 294,9 °C. Byl zaznamenán pouze samoohřev vzorku nad teplotu okolí, a to o 54,7 °C.

U košíku o délce strany 10 cm došlo k samovznícení při teplotě pece 293,4 °C. Maximální teplota vzorku, která byla dosažena po vypnutí pece, byla 389,6 °C. Pec byla vypnuta při teplotě vzorku 365,6 °C, přesto teplota vzorku nadále rostla, po dosažení teploty vzorku 389,6 °C začala klesat. Na základě získaných výsledků nelze stejně jako u vzorku P3 provést kvantitativní vyhodnocení.



Obrázek 11: Vzorek P8 po testu s pozitivním výsledkem

Vzorky po zkoušce vykazují mírnou změnu barvy, která odpovídá pravděpodobně vyschnutí vlhkosti. Vzhled se jinak nezměnil, ani na povrchu a ani uvnitř vzorku. Znamky samovznícení u jiných materiálů se ve většině případů také neprojevují na povrchu vzorků, ale uvnitř vzorku se nachází výraznější změny, v zabarvení, struktuře anebo jsou patrné známky žhnutí. U těchto hodnocených materiálů takové změny nalezeny nebyly u žádného vzorku, kde došlo k pozitivnímu výsledku.

Z výsledků uvedených v Tabulce 7 vyplývá, že vzorek P8 má nižší sklon k samovznícení než vzorek P3.

10.6 Výsledky testů u vzorku P22

Přehled výsledků stanovení sklonu k samovznícení u vzorku P22 jsou uvedeny v Tabulce 8. Protokol o zkoušce je součástí Přílohy 32.

Tabulka 8: Výsledky testů samovznícení, vzorek P22

Rozměr koše [cm]	Teplota pece (průměr) [°C]	Maximální teplota vzorku [°C]	Rozdíl teploty pece a vzorku [°C]	Výsledek zkoušky
2,5	295,0	315,0	20,6	N
5,0	295,0	344,4	49,0	N
10,0	294,9	364,6	69,7	P

Z výsledků uvedených v tabulce 8 vyplývá, že u menších košíků bylo zaznamenáno zvýšení teploty ve vzorku, ale s ohledem na jeho nízkou hodnotu je výsledek zkoušky negativní. U zkušebního košíku s délkou strany 10 cm došlo k nárůstu teploty ve vzorku o 69,7 °C. To znamená, že podle kritérií normy ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021), v tomto případě došlo k samovznícení při teplotě pece 294,9 °C. Ani u tohoto vzorku nelze na základě získaných výsledků provést kvantitativní vyhodnocení, na jehož základě by bylo možné určit množství materiálu, který by byl nebezpečný z hlediska samovznícení při obvyklých teplotách ve venkovním prostředí.



Obrázek 12: Vzorek P22 po testu s pozitivním výsledkem

Po zkoušce vzorky vykazují mírnou změnu barvy, která odpovídá pravděpodobně ztrátě vlhkosti. Vzhled se však jinak nezměnil na povrchu, ani uvnitř vzorku.

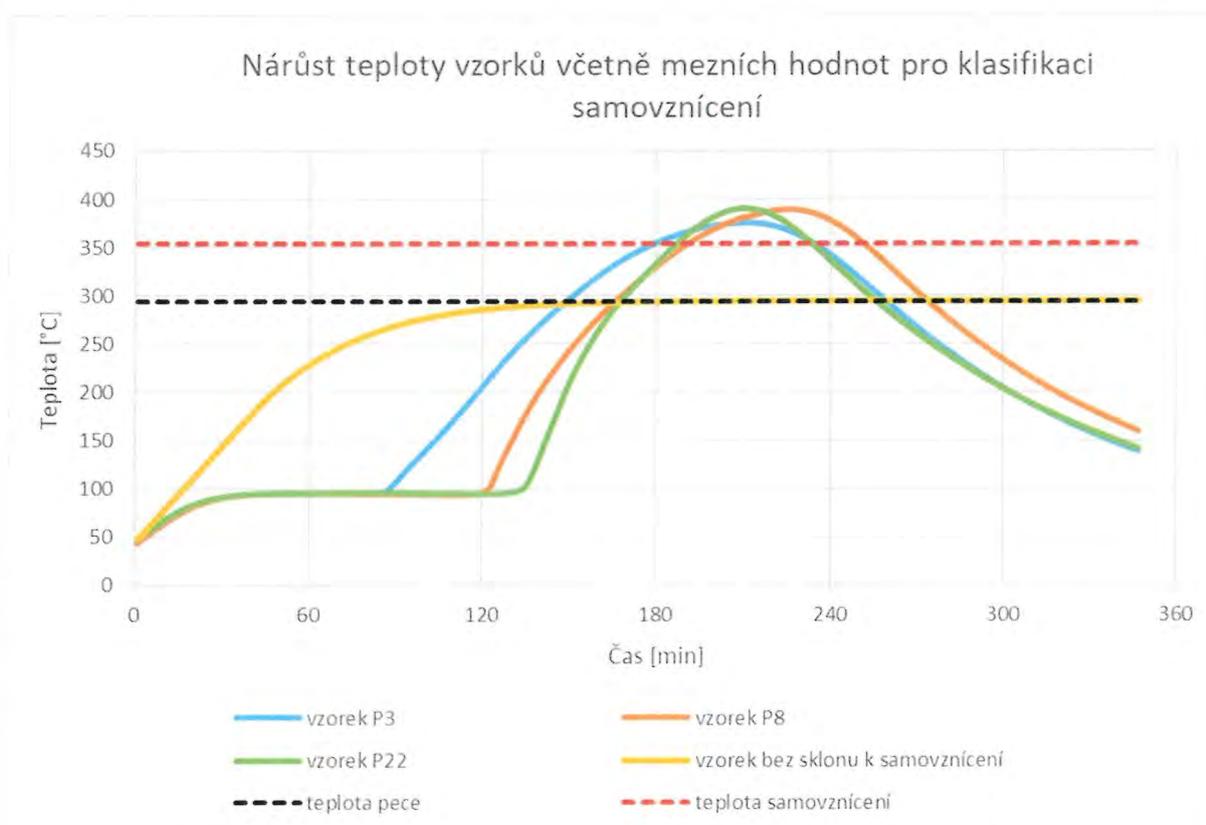
Z výsledků uvedených v Tabulce 8 vyplývá, že vzorek P22 má nejnižší sklon k samovznícení v porovnání s ostatními hodnocenými vzorky.

10.7 Dílčí závěr

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že hodnocené vzorky mají sklon k samovznícení, protože za podmínek zkoušky podle ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021) u nich došlo v košících o délce strany 10 cm k samovznícení, tj. ve vzorcích byla zjištěna teplota o 60 °C vyšší než teplota okolí.

U malých košíků o délce strany 2,5 cm nedošlo k samovznícení u žádného z hodnocených vzorků. Při hodnocení v košících o délce strany 5 cm bylo samovznícení pozorováno pouze u vzorku P3. U košíků o délce strany 10 cm bylo samovznícení pozorováno u všech hodnocených vzorků tzn. P3, P8 a P22.

Přehled nárůstu teploty v košíku o straně 10 cm u všech tří hodnocených vzorků je uveden v Grafu 33. Ve stejném grafu je pro informaci znázorněn i průběh teploty vzorku bez sklonu k samovznícení (štěrk zrnitosti 8 – 16 mm) měřeného za stejných podmínek jako hodnocené vzorky. Černou čárkovanou čarou je vyznačena maximální teplota uvnitř pece. Červenou čárkovanou čarou je vyznačena teplota o 60 °C větší, než je teplota uvnitř pece. Pokud teplota vzorků překročí červenou čárkovanou čáru, mají tyto vzorky sklon k samovznícení. Pec se automaticky vypíná, pokud teplota vzorků překročí teplotu pece o více než 60 °C. Z tohoto důvodu křivka vyjadřující teplotu vzorku bez sklonu k samovznícení neklesá (pec se nevypnula). U vzorků P3, P8 a P22 lze pozorovat, že i po vypnutí pece jejich teplota po nějakou dobu roste.



Graf 33: Porovnání nárůstu teploty vzorků P3, P8, P22 s nárůstem teploty vzorku bez sklonu k samovznícení, při teplotě v peci 300 °C

Zjištěné výsledky nedovolují dle normy ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021) určit závislost mezi objemem materiálu a teplotou samovznícení. Při změně velikosti košíku je rozdíl mezi teplotou, při které byl výsledek testu pozitivní menší než povolená odchylka měření pro termočlánky typu K ($\pm 1,5$ °C). Například u vzorku P3 v případě košíku o délce strany 5 cm a délce strany 10 cm je rozdíl v teplotách 0,9 °C.

U jiných materiálů, které mají sklon k samovznícení, se při užití metody dle normy ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021) tento rozdíl řádově pohybuje kolem 10 až 20 °C. Pro informativní porovnání jsou uvedeny výsledky z jiného projektu. Pro vzorek z jemně mletého černého uhlí byly stejnou metodou určeny teploty samovznícení, a to 132 °C pro košík s délkou strany 10 cm, 164 °C pro košík s délkou strany 5 cm a 210 °C pro košík s délkou strany 2,5 cm. Vzhledem k tomu, že z výsledných hodnot lze vypočítat zřejmou závislost mezi teplotou samovznícení a objemem vzorku, bylo možné stanovit kvantitativní vyhodnocení.

Přesto, že kvantitativní vyhodnocení není možné, lze ze zjištěných výsledků určit kvalitativní závěry.

Z kvalitativního posouzení vyplývá, že nelze vyloučit vznik samovznícení předcházeného fází samovolného záhřevu. Pro vznik samovznícení jsou pravděpodobně potřebné vyšší teploty okolí a větší množství materiálu, než je tomu například u jiných materiálů, které obsahují vyšší podíl hořlavých látek.

U hodnocených vzorků nelze vyloučit, že obsahují kromě hlavních součástí, které byly vizuálně vyhodnoceny jako minerální složky, půda s humusem, vypalované stavební materiály schopné sorpce atp., také určitý podíl cizorodých látek. Tyto látky mohou způsobovat netypické chování hodnoceného materiálu, který by v takovém případě sloužil pouze jako nosič umožňující dostatečný přístup vzduchu a také jako tepelný izolátor. Tento závěr není podložený testy. Vyplývá z obdobného chování jiných materiálů, jako např. olejů nanesených na tkanině nebo i na nehořlavém materiálu.

11 Závěr

Expertní posouzení se zabývá vlivem případných endogenních požárů na oddělovací vzdušnou stěnu v odvalu Heřmanice. Popisuje vývoj preventivních bezpečnostních opatření a hodnotí vzorky, vytvořené z materiálů umístěných v oddělovací vzdušné stěně, z hlediska jejich sklonu k samovznícení.

Vytvoření oddělovací vzdušné stěny může být chápáno jako efektivní strategie pro minimalizaci vzniku endogenních požárů. V ideálním případě dokáže vrstva inertního materiálu zamezit přístupu vzduchu k hořlavým materiálům v odvalu. Případné porušení celistvosti oddělovací stěny může vyvolat nekontrolované samovznícení materiálů, což následně zvyšuje riziko uvolňování nebezpečných látek, jako jsou CO, CH₄, NO_x a CO₂, do ovzduší.

V roce 2022 byl z důvodu pochybností o kvalitě naváženého materiálu, ústním příkazem předsedy Obvodního báňského úřadu v Ostravě, zastaven návoz materiálu do oddělovací vzdušné stěny.

Cílem tohoto expertního posouzení bylo určit, zda jsou vzorky, získané z oddělovací vzdušné stěny, schopny odolat či nikoliv případným účinkům hoření. V návaznosti na tato zjištění pak posoudit funkčnost oddělovací vzdušné stěny „A“ jako ochranné bariéry vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice na uzavřenou skládku chemického odpadu společnosti OKK Koksovny a.s.

Je nutné zdůraznit, že proces samovznícení u endogenních požárů je komplikovaný jev, na který má vliv celá řada faktorů. Stejně obtížný je návrh požárních zkoušek, které by zcela odpovídaly reálné situaci v odvalu Heřmanice. Z těchto důvodů byly pro potřeby tohoto expertního posouzení navrženy standardní normované malorozměrové laboratorní zkoušky.

V předmětné oddělovací vzdušné stěně bylo provedeno celkem 26 vrtů, které sloužily k odběru materiálu. Následné vzorkování materiálů probíhalo v souladu s normou ČSN ISO 11648 (ČSN ISO 11648-1, 2004; ČSN ISO 11648-2, 2003), což umožnilo standardizovanou přípravu vzorků pro analýzy a laboratorní hodnocení. Vrty provedlo DIAMO, s. p., odštěpný závod ODRA. Vzorkování provedla společnost LABTECH s. r. o. za přítomnosti zástupců DIAMO, s. p. a VŠB-TUO, přičemž oslovena k účasti na vzorkování byla rovněž společnost RIDERA BOHEMIA, a.s. jako zhotovitel OVS.

Z 26 dílčích vzorků předaných objednatelem zpracovateli byly vytvořeny na půdě VŠB-TUO reprezentativní a laboratorní vzorky. Následně byla pro každý laboratorní vzorek (celkem 26) provedena řada standardizovaných malorozměrových laboratorních zkoušek. Byly provedeny zkoušky stanovení obsahu vody (ČSN 44 1377, 2004), stanovení obsahu popela (ČSN ISO 1171, 2011), stanovení spalného tepla (ČSN EN ISO 1716, 2018) a termická analýza (ČSN EN ISO 11358-1, 2022 a ČSN EN ISO 11357-1, 2023). Na základě výsledků uvedených zkoušek byly vybrány tři reprezentativní vzorky (P3, P8, P22), které byly dále podrobeny zkoušce zaměřené na sklon k samovznícení (ČSN EN 15188, 2021).

Vzorky P3 a P8 reprezentují materiál odebraný z vrtů o celkové hloubce 25 m. Vzorek P22 reprezentuje materiál odebraný z vrtu o celkové hloubce 10 m. Podle sdělení objednatele se ve všech těchto případech jedná o materiál získaný z oddělovací vzdušné stěny, a nikoliv z podloží tohoto výplňového materiálu.

Výsledky laboratorních zkoušek ukázaly, že všechny vzorky, které byly podrobeny zkoušce zaměřené na sklon k samovznícení (P3, P8, P22), projevují sklon k samovznícení podle normy ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021). **Na základě výsledků zkoušek lze konstatovat, že vzorky získané z výplně oddělovací vzdušné stěny „A“ nejsou schopny odolat případným účinkům hoření. Z tohoto důvodu nelze vyloučit přenos termické aktivity prostřednictvím oddělovací vzdušné stěny. Oddělovací vzdušná stěna není funkční jako ochranná bariéra vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice na uzavřenou skládku chemického odpadu společnosti OKK Koksovny a.s. To zdůrazňuje potřebu pečlivého monitorování materiálů s potenciálním sklonem k samovznícení.**

Důležitá je také skutečnost, že výsledné hodnoty z laboratorních zkoušek odpovídají průměrnému materiálu získanému kvartací z celého spektra vrtu. Přestože výsledky poskytují důležité informace o vlastnostech materiálů, nelze vyloučit, že v lokálních ohniscích s vyšší koncentrací hořlavých materiálů mohou být tyto hodnoty vyšší než získané z laboratorních zkoušek. Riziko samovznícení tak může být podstatně zvýšené.

S ohledem na již téměř dokončenou oddělovací vzdušnou stěnu a jejímu předpokládanému přínosu pro zvýšení bezpečnosti (zamezení přístupu vzduchu a zajištění stability proluky) a ochrany životního prostředí se navrhuje, aby byla provedena následující opatření. Klíčové je využití pokročilých monitorovacích systémů založených na sofistikovaných senzorech, které umožňují nepřetržitý dohled nad kritickými parametry v oddělovací vzdušné stěně, jako jsou teplota, přítomnost plynů, vlhkost apod. Tyto systémy musí být integrovány se softwarovými platformami, které poskytují možnost real-time analýzy a predikce potenciálních rizik na základě analýzy shromážděných dat. Pro rozšíření možností monitoringu lze využít dálkového sledování prostřednictvím bezpilotních prostředků. Tyto technologie umožňují efektivně identifikovat změny v krajině signalizující možný vznik nebo riziko termické aktivity, která by mohla ohrozit integritu oddělovací vzdušné stěny nebo bezprostřední okolí.

Je důležité si uvědomit, že největší riziko představuje případný přenos endogenního požáru ve směru na uzavřenou skládku chemického odpadu společnosti OKK Koksovny a.s. V případě překročení předem stanovených limitů monitoringu je nutné navrhnout další technická opatření, která povedou k zastavení přenosu případné termické aktivity směrem k uzavřené skládce chemického odpadu.

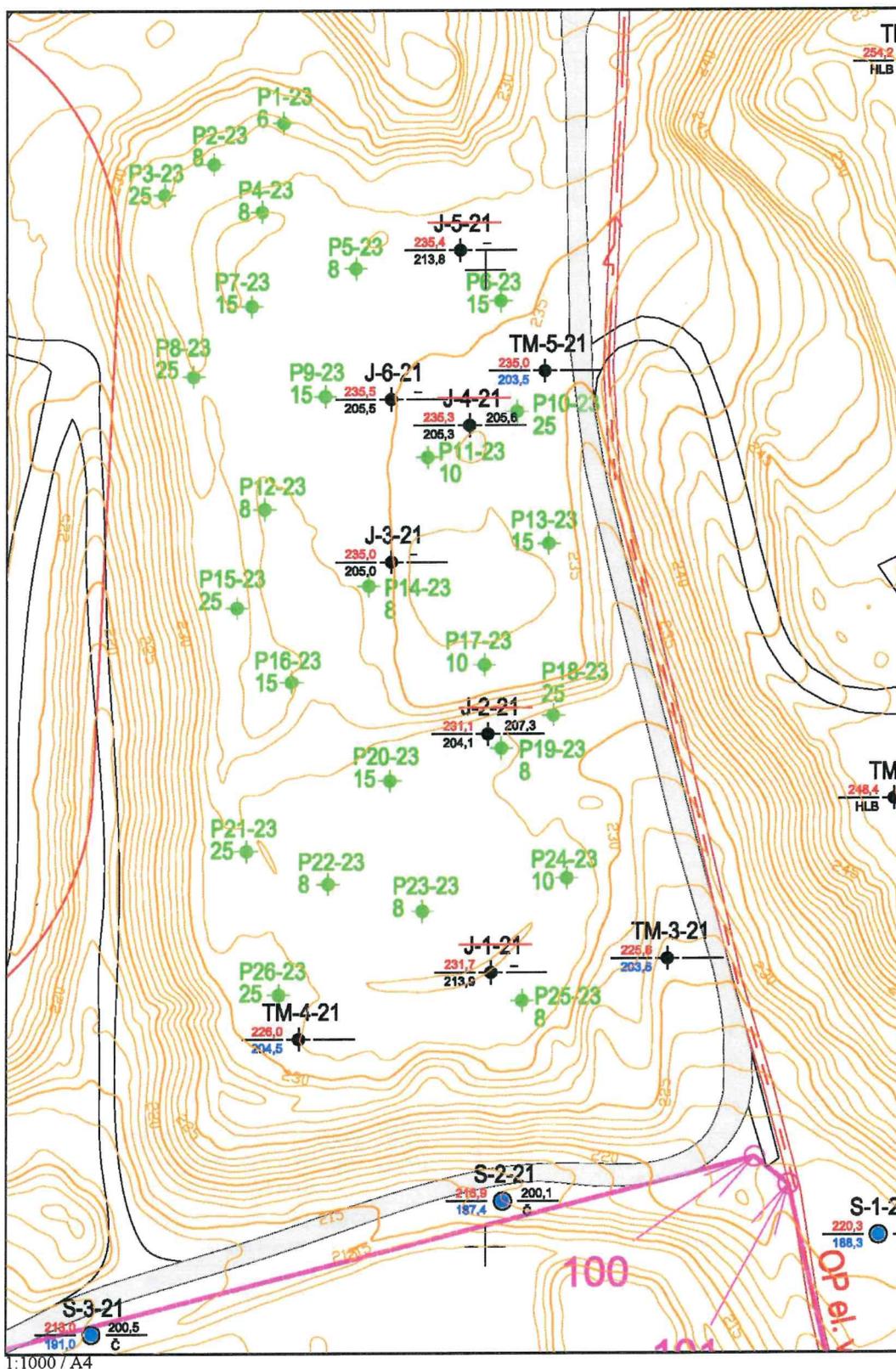
Na závěr je důležité zmínit, že pro maximální efektivnost a bezpečnost je nutné sledovat aktuální trendy a vývoj v oblasti monitorovacích technologií a metod a aplikovat nové poznatky z oblasti endogenních požárů.

12 Reference

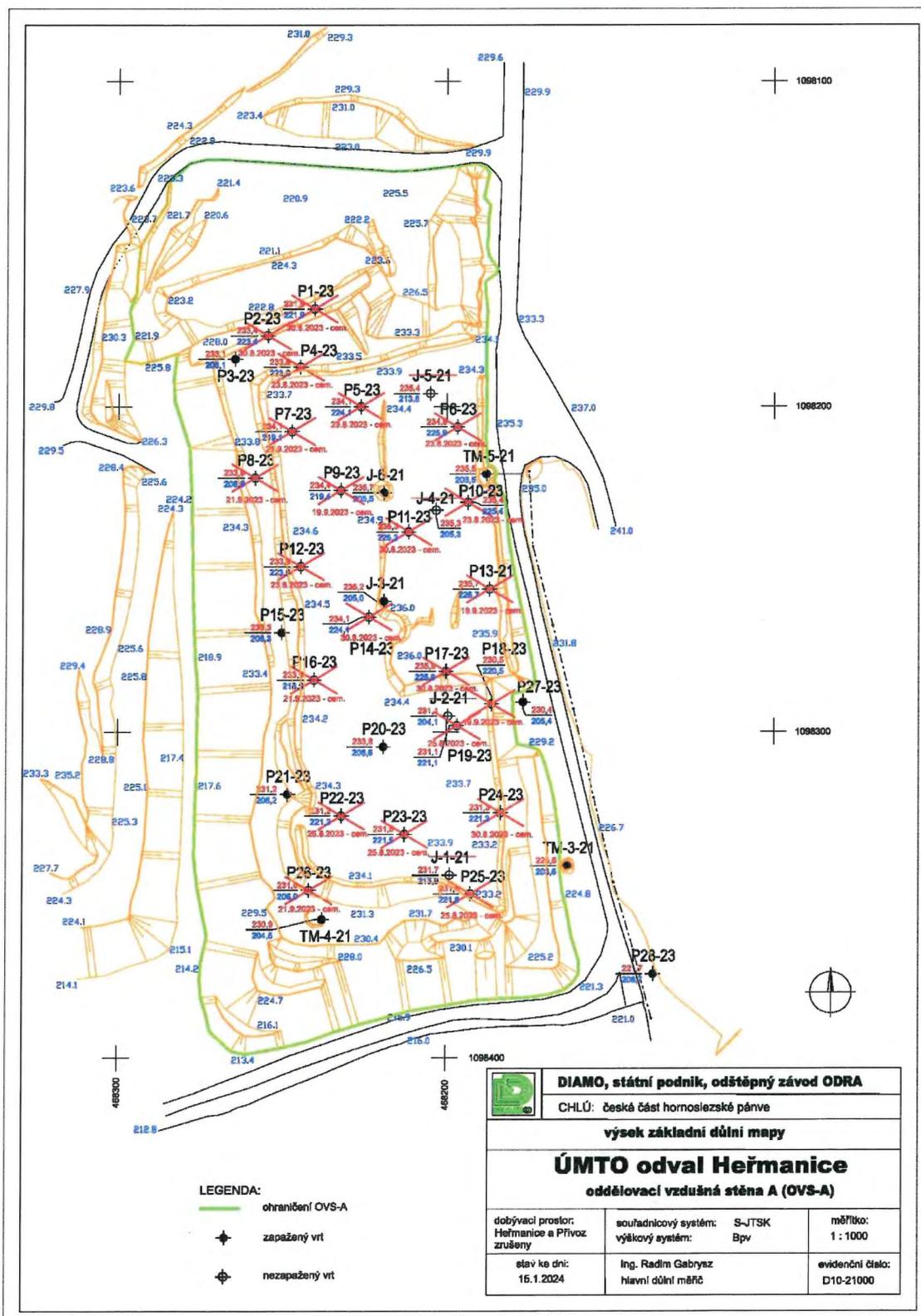
- Chaulya S.K., Prasad, G.M. (2016). Sensing and monitoring technologies for mines and hazardous areas. *Monit Predict Technol.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803194-0.00007-6>
- Vallero, D.A., Blight G. (2019). Waste (second edition) A handbook for management, Chapter 6—Mine waste: A brief overview of origins, quantities, and methods of storage, pp 129–151. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815060-3.00006-2>
- Jelínek, P. (2015). Termicky aktivní odvaly v OKR a jejich rizika pro životní prostředí. Ostrava, 2015.
- Kříž P., Šrámek B. (2021). ÚMTO – odval Heřmanice Projekt komplexního řešení sanace a rekultivace, odštěpný závod ODRA. ÚMTO: Ostrava, 2021.
- Vyhláška MV č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. 3. 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS Text s významem pro EHP
- Zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky
- ČSN ISO 11648-1 (2004) Statistická hlediska vzorkování hromadných materiálů – Část 1: Obecné principy. Praha ÚNMZ, 2004.
- ČSN ISO 11648-2 (2003) Statistická hlediska vzorkování hromadných materiálů – Část 2: Vzorkování sypkých materiálů. Praha ÚNMZ, 2004.
- ČSN 44 1377 (2004) Tuhá paliva – Stanovení obsahu vody. Praha ÚNMZ, 2004.
- ČSN ISO 1171 (2011) Tuhá paliva – Stanovení popela. Praha ÚNMZ, 2011.
- ČSN EN ISO 1716 (2018) Zkoušení reakce výrobků na oheň – Stanovení spalného tepla (kalorické hodnoty). Praha ÚNMZ, 2018.
- ČSN EN 15188 (2021) Stanovení chování nahromaděného prachu z hlediska samovolného vznícení. Praha: ÚNMZ, 2021.
- ČSN EN ISO 11358-1 (2022) Plasty – termogravimetrie polymerů Část 1: Obecné principy. Praha: ÚNMZ, 2022.
- ČSN EN ISO 11357-1 (2023) Plasty – Diferenciální snímací kalorimetrie Část 1: Základní principy. Praha: ÚNMZ, 2023.

- Mapy.cz (2024). Mapy.cz: Letecká [online]. Praha: Seznam.cz. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?vlastni-body&l=0&ut=odval%20He%C5%99manice&ut=odval%20Ema&ut=odval%20Hedvika&uc=9qEK4xWjS-I0xWb4A9qLM5d6.&ud=Hru%C5%A1ov%2C%20Ostrava%2C%20Ostrava-m%C4%9Bsto&ud=49%C2%B050%2723.665%22N%2C%2018%C2%B018%2753.673%22E&ud=49%C2%B049%2746.895%22N%2C%2018%C2%B021%2734.194%22E&x=18.3482330&y=49.8527337&z=13>. [cit. 2024-03-22].
- ČÚZK (2024). Letecké měřické snímky WMSA08.1946.OSTR70.00605 [online]. Archív. Praha: Esri. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/archiv/openmap.html?typ=lms&idrastru=WMSA08.1946.OSTR70.00605>. [cit. 2024-03-18].
- DIAMO (2024) DIAMO s. p. Heřmanická halda [online]. Dostupné z: <https://www.diamo.cz/hermanickahalda/aktualne/ovs> . [cit. 2024-03-20].

Příloha 1: Realizace vrtů na OVS A, plánovaná hloubka 2023



Příloha 2: Realizace vrtů na OVS A, skutečná hloubka 2023



Příloha 3: Technické údaje provedených vrtů

číslo	datum vrtání	datum likvidace	délka vrtu plán (m)	délka vrtu skutečnost (m)	mocnost navážky	souřadnice Y	souřadnice X	Z ústí	Z dna	poznámka
P1-23	28.08.2023	30.08.2023	6	10	-	468240,54	1098169,93	231,860	221,860	OVS-A likvidace cementací
P2-23	28.08.2023	30.08.2023	8	10	-	468254,79	1098178,13	233,392	223,392	OVS-A likvidace cementací
P3-23	15.09.2023		25	25	-	468264,67	1098185,31	233,051	208,051	OVS-A vystrojení vrtu
P4-23	18.08.2023	23.08.2023	8	10	-	468244,81	1098187,81	233,785	223,785	OVS-A likvidace cementací
P5-23	17.08.2023	23.08.2023	8	10	-	468226,29	1098199,99	234,093	224,093	OVS-A likvidace cementací
P6-23	22.08.2023	23.08.2023	15	9	4,0	468196,73	1098206,27	234,877	225,877	OVS-A likvidace cementací
P7-23	05.09.2023	21.09.2023	15	15	-	468247,39	1098207,62	234,094	219,094	OVS-A likvidace cementací
P8-23	12.09.2023	21.09.2023	25	25	-	468258,52	1098221,89	233,922	208,922	OVS-A likvidace cementací
P9-23	04.09.2023	19.09.2023	15	15	-	468232,40	1098225,75	234,407	219,407	OVS-A likvidace cementací
P10-23	21.08.2023	23.08.2023	25	10	5,8	468193,48	1098229,42	235,429	225,429	OVS-A likvidace cementací
P11-23	29.08.2023	30.08.2023	10	10	-	468211,59	1098238,45	235,330	225,330	OVS-A likvidace cementací
P12-23	22.08.2023	23.08.2023	8	10	-	468244,57	1098249,14	233,863	223,863	OVS-A likvidace cementací
P13-23	01.09.2023	19.09.2023	15	9	8,0	468186,81	1098256,07	235,656	226,656	OVS-A likvidace cementací
P14-23	29.08.2023	30.08.2023	8	10	-	468223,64	1098264,66	234,055	224,055	OVS-A likvidace cementací
P15-23	18.09.2023		25	25	-	468250,28	1098269,42	233,335	208,335	OVS-A vystrojení vrtu
P16-23	06.09.2023	21.09.2023	15	15	-	468240,43	1098283,98	233,880	218,880	OVS-A likvidace cementací
P17-23	30.08.2023	30.08.2023	10	10	-	468200,06	1098281,36	235,881	225,881	OVS-A likvidace cementací
P18-23	01.09.2023	19.09.2023	25	10	8,0	468186,17	1098291,35	230,531	220,531	OVS-A likvidace cementací
P19-23	25.08.2023	25.08.2023	8	10	-	468196,71	1098298,06	231,131	221,131	OVS-A likvidace cementací
P20-23	19.09.2023		15	25	-	468219,19	1098304,52	233,823	208,823	OVS-A vystrojení vrtu
P21-23	20.09.2023		25	25	-	468248,38	1098319,10	231,183	206,183	OVS-A vystrojení vrtu
P22-23	24.08.2023	25.08.2023	8	10	-	468231,97	1098325,77	231,200	221,200	OVS-A likvidace cementací
P23-23	24.08.2023	25.08.2023	8	10	-	468212,66	1098331,43	231,524	221,524	OVS-A likvidace cementací
P24-23	30.08.2023	30.08.2023	10	10	-	468183,33	1098324,81	231,300	221,300	OVS-A likvidace cementací
P25-23	25.08.2023	25.08.2023	8	10	-	468192,50	1098349,71	231,639	221,639	OVS-A likvidace cementací
P26-23	08.09.2023	21.09.2023	25	25	-	468241,86	1098348,63	230,994	205,994	OVS-A likvidace cementací

Příloha 4: Protokol o provedení vrtu P1

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

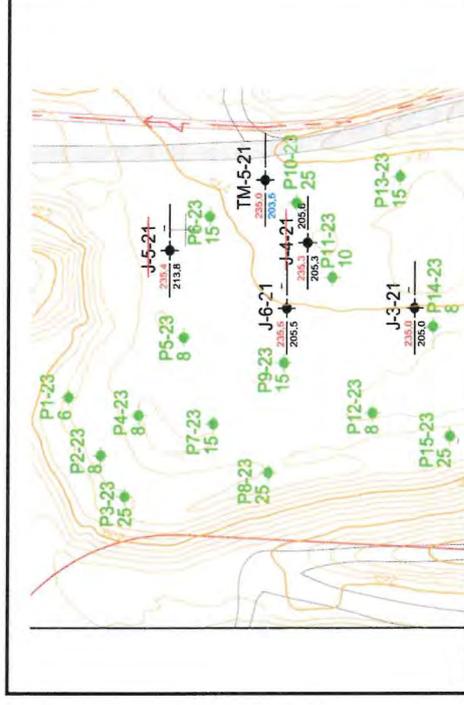
Sírotčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468240.91	1098169.81



Protokol o provedení vrtu

P1-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P1-23	152	28.08.2023	10	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	7:40 8:45	Ověřená mocnost navážky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 5: Protokol o provedení vrtu P2

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

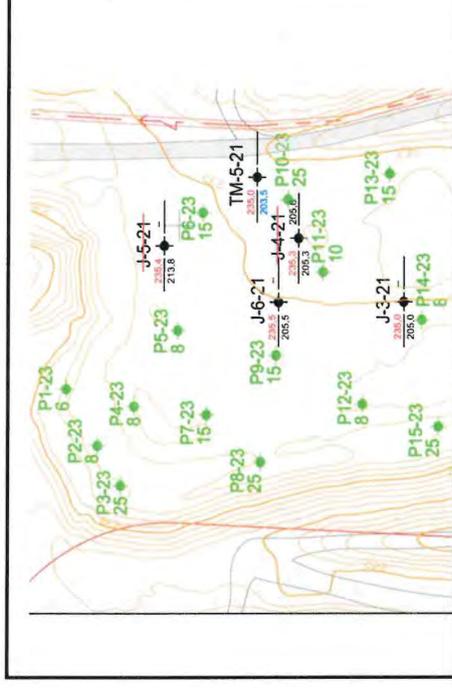
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdlušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468255.09	1098178.22



Protokol o provedení vrtu

P2-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P2-23	152	28.08.2023	10	0°	CGR 152.4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	9:05 10:25	Ověřena mocnost navážky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 6: Protokol o provedení vrtu P3

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

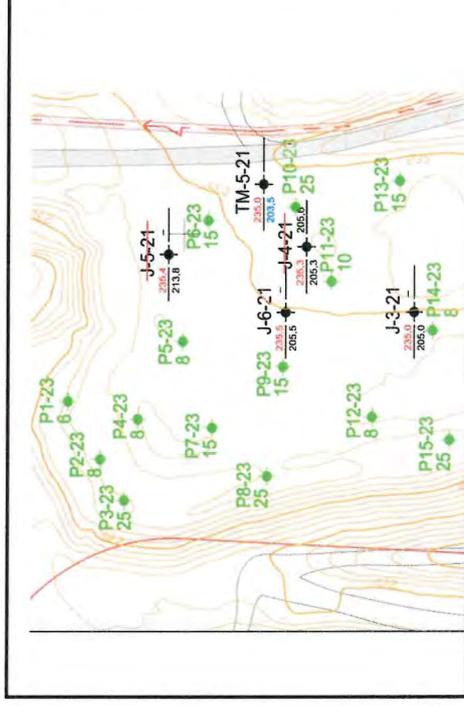
Sirotní 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468265.13	1098184.49



Protokol o provedení vrtu

P3-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P3-23	152	15.09.2023	25	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	9:50	Ověřená mocnost navážky >25m, vystrojení TM Trubka bežešvá hladká 2"

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 7: Protokol o provedení vrtu P4

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

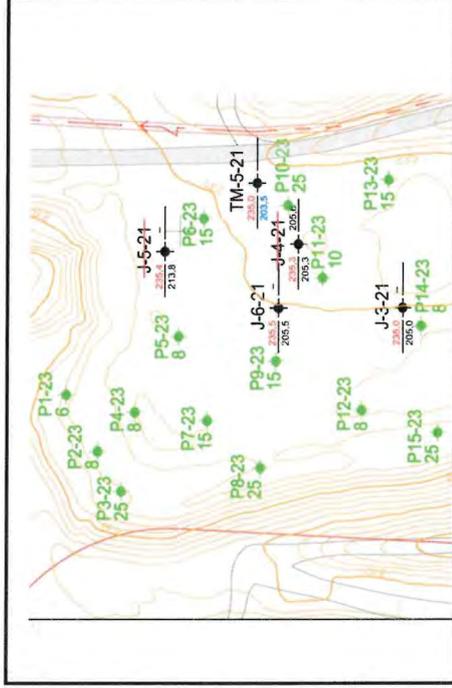
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468245.29	1098188.03



Protokol o provedení vrtu

P4-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P4-23	152	18.08.2023	10	0°	CGR 152.4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	10:05 11:25	Ověřená mocnost navážky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 8: Protokol o provedení vrtu P5

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

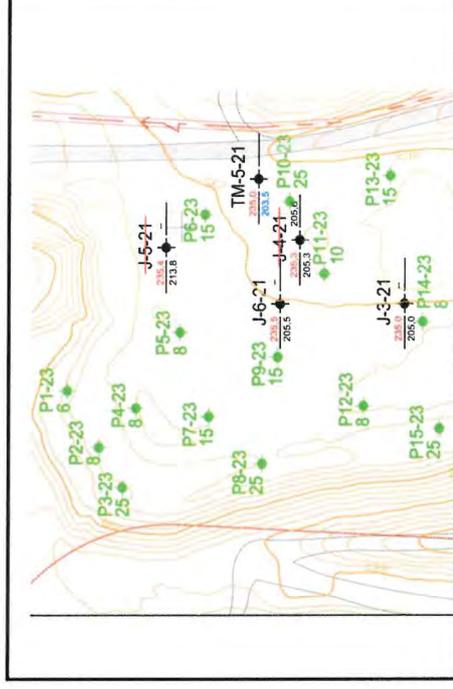
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468226.29	1098199.68



Protokol o provedení vrtu

P5-23											
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání		
P5-23	152	17.08.2023	10	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	9:05	11:45	2'40"	Ověřená mocnost navážky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 9: Protokol o provedení vrtu P6

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

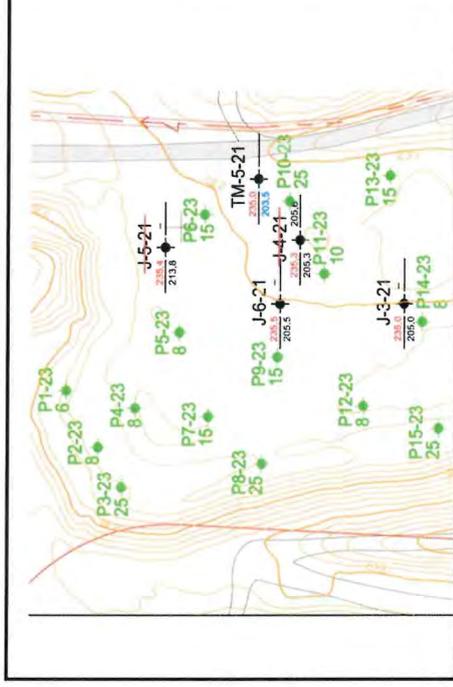
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468196.78	1098206.34



Protokol o provedení vrtu

P6-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P6-23	152	22.08.2023	9	0°	CGR 152.4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	7:35 8:50	1'15" Původní předpoklad délky vrtu 15m, ověřená mocnost navážky 4m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 10: Protokol o provedení vrtu P7

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

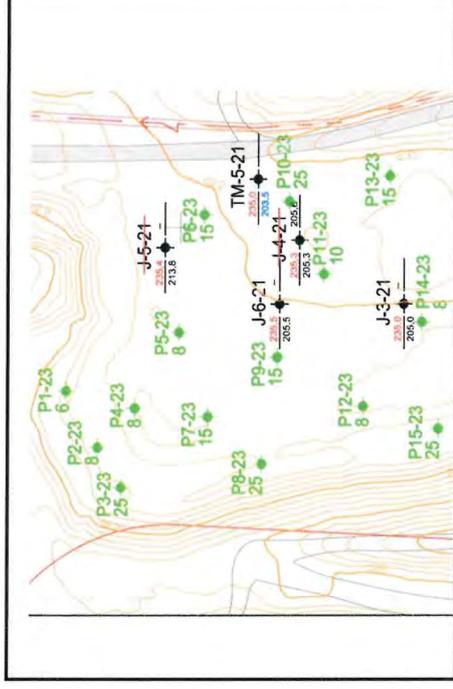
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468247.39	1098207.39



Protokol o provedení vrtu

P7-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P7-23	152	05.09.2023	15	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	9:55	Ověřena mocnost navážky >15m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 11: Protokol o provedení vrtu P8

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

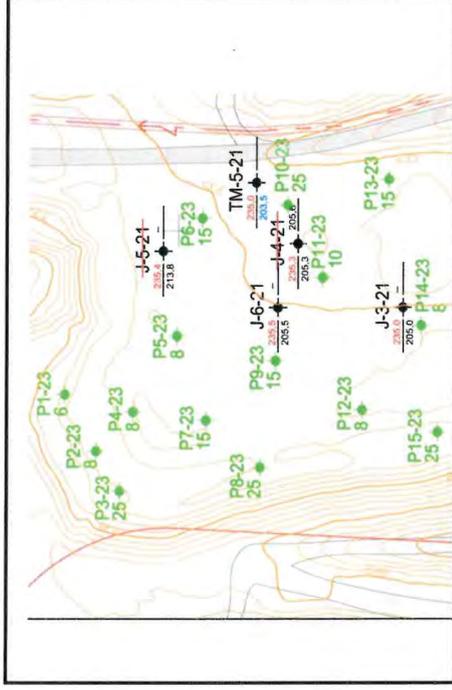
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Čitta

Y	X
468259.22	1098221.77



Protokol o provedení vrtu

P8-23							
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče
P8-23	152	12.09.2023	25	0°	CGR 152.4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF
							8:05
							10:35
							2'25"
							poznamka o vrtání
							Ověřená mocnost navážky >25m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 12: Protokol o provedení vrtu P9

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

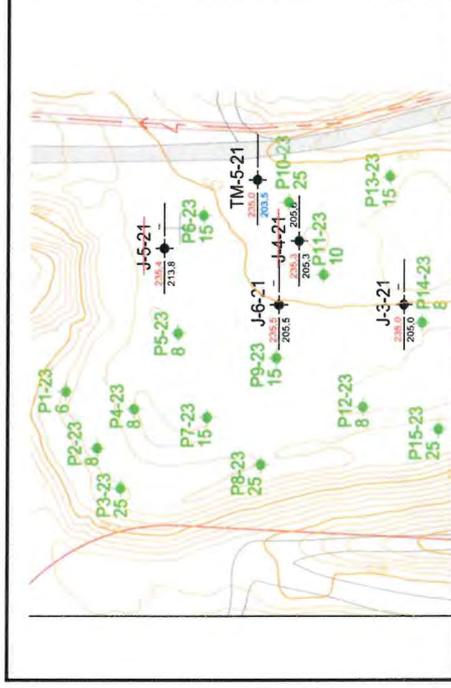
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468232.50	1098225.87



Protokol o provedení vrtu

P9-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P9-23	152	04.09.2023	15	0°	CGR 152.4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	7:35 9:05	Ověřená mocnost navážky >15m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 13: Protokol o provedení vrtu P10

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

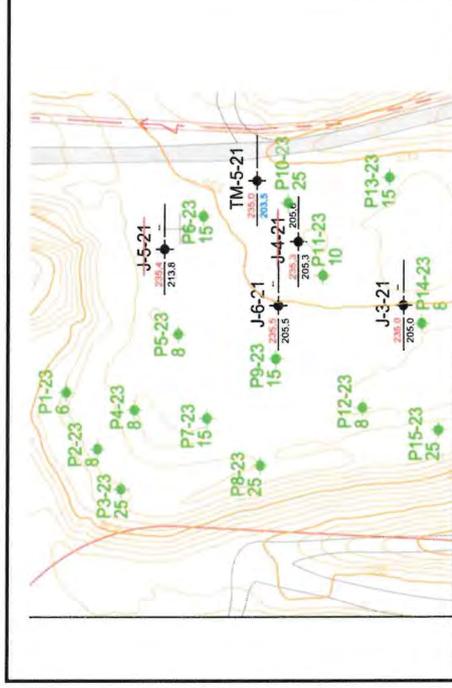
Siročtí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468193.49	1098229.01



Protokol o provedení vrtu

P10-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P10-23	152	21.08.2023	10	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	8:40 9:25 1:45"	Původní předpoklad délky vrtu 25m, ověřená mocnost navážky 5,8m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 14: Protokol o provedení vrtu P11

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

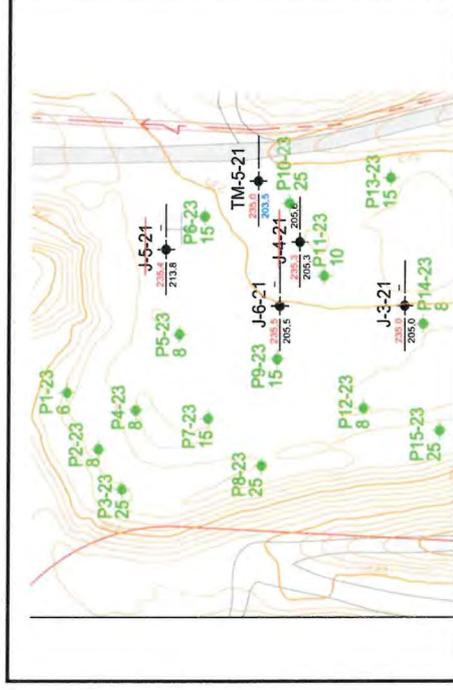
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468211.66	1098238.39



Protokol o provedení vrtu

P11-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P11-23	152	29.08.2023	10	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	9:45 10:55 1'10"	Ověřená mocnost navažky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 15: Protokol o provedení vrtu P12

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

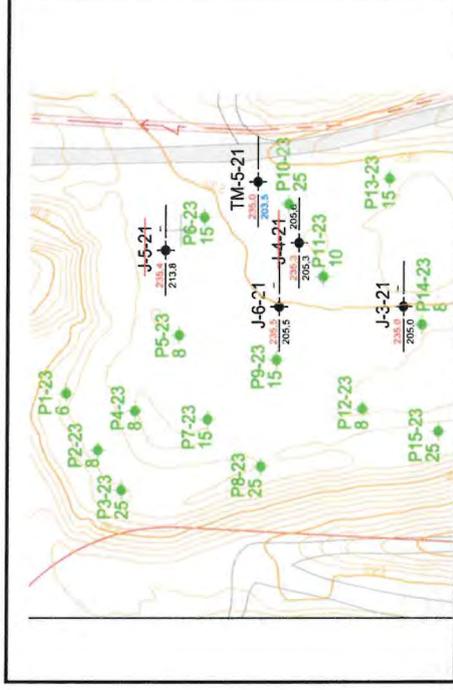
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468244.76	1098248.99



Protokol o provedení vrtu

P12-23											
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání		
P12-23	152	22.08.2023	10	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6.3MM 2 3/8 IF	8:30	10:25	1'55"	Ověřená mocnost navážky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 16: Protokol o provedení vrtu P13

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

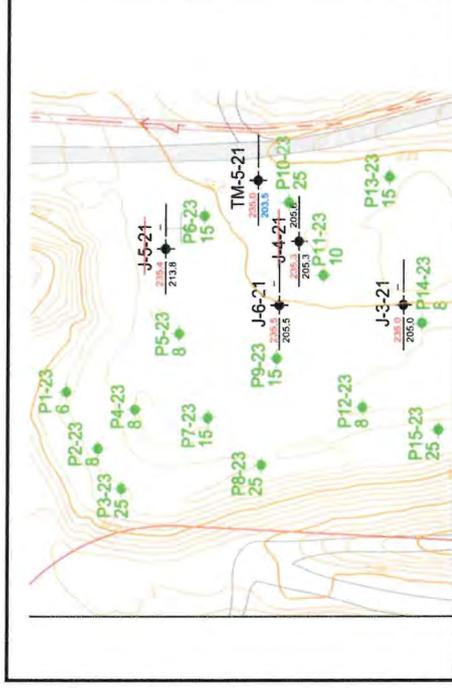
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468187.06	1098256.09



Protokol o provedení vrtu

P13-23											
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání		
P13-23	152	01.09.2023	9	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	8:35	7:10	1'20"	Původní předpoklad délky vrtu 15m, ověřená mocnost navážky 8m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Dříenovský - vedoucí úseku vrtání





Příloha 18: Protokol o provedení vrtu P15

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

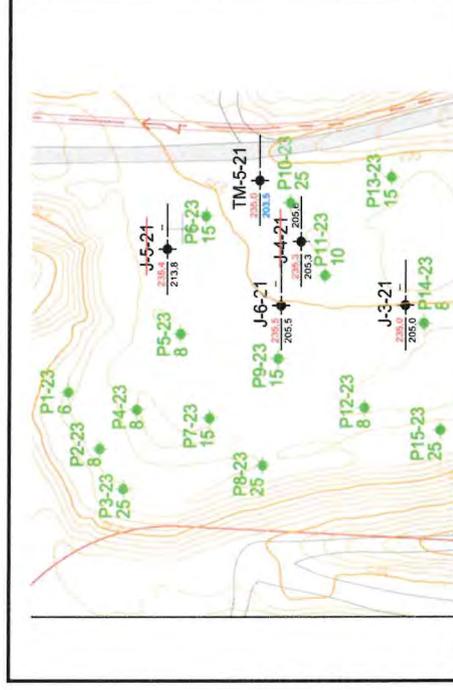
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468250.40	1098269.23



Protokol o provedení vrtu

P15-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P15-23	152	18.09.2023	25	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	7:20 9:45	Ověřená mocnost navážky >25m, vystrojení TM Trubka bezešvá hladká 2"

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 19: Protokol o provedení vrtu P16

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

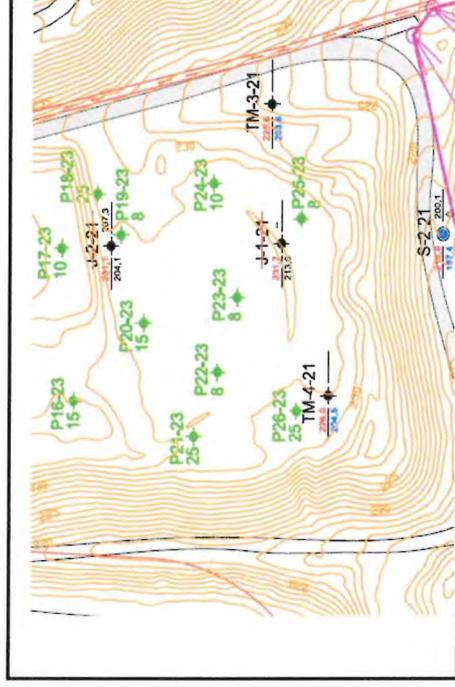
Síroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OV-S-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468239.33	1098284.47



Protokol o provedení vrtu

P16-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P16-23	152	06.09.2023	15	0°	CGR 152.4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6.3MM 2 3/8 IF	7:50 9:25 1:35"	Ověřená mocnost navážky > 15m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 20: Protokol o provedení vrtu P17

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

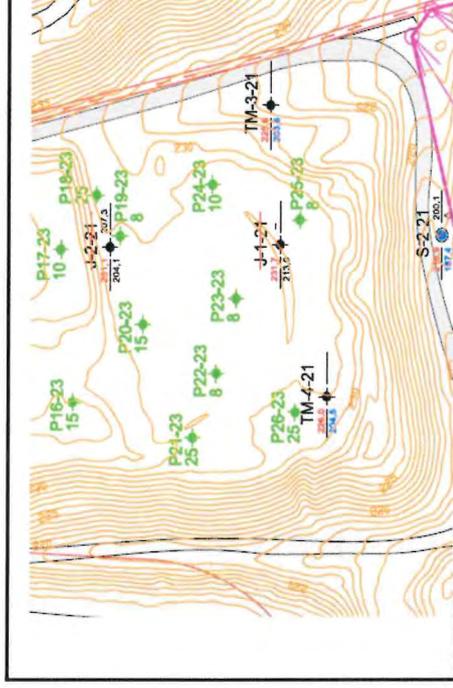
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468200.11	1098280.96



Protokol o provedení vrtu

P17-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P17-23	152	30.08.2023	10	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	9:55 7:25 2:30"	Ověřená mocnost navážky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 21: Protokol o provedení vrtu P18

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

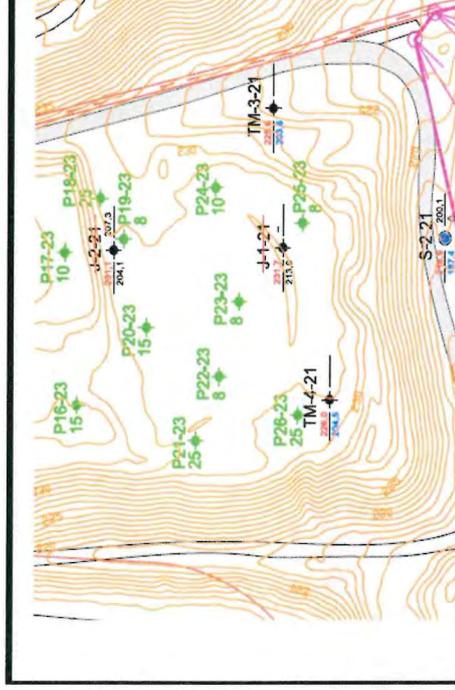
Siroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468186.15	1098291.28



Protokol o provedení vrtu

P18-23											
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání		
P18-23	152	01.09.2023	10	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	8:35	7:10	1'25"	Původní předpoklad délky vrtu 25m, ověřená mocnost navážky 8m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 22: Protokol o provedení vrtu P19

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

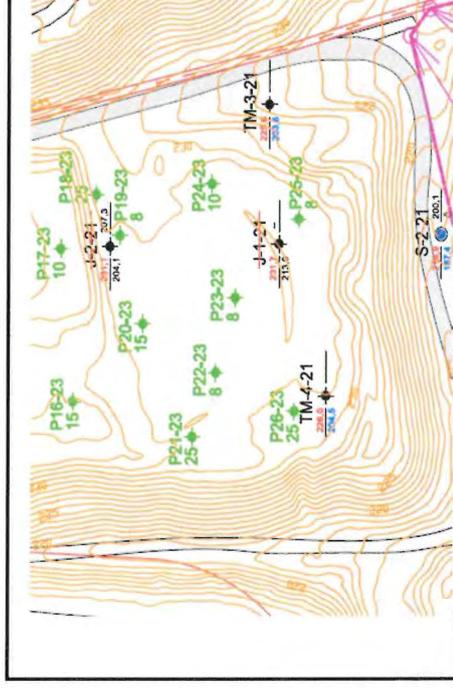
Siroťčů 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468196.69	1098298.05



Protokol o provedení vrtu

P19-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P19-23	152	25.08.2023	10	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	10:45	Ověřená mocnost navážky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 23: Protokol o provedení vrtu P20

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

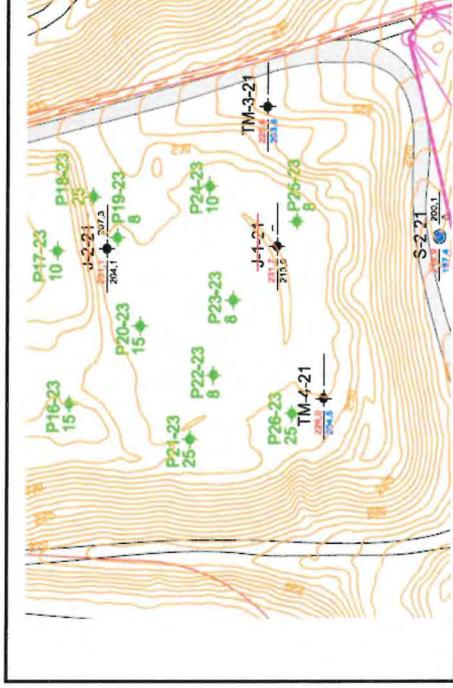
Sirotní 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468219.37	1098304.70



Protokol o provedení vrtu

P20-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P20-23	152	19.09.2023	25	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	7:30 9:45 2:15"	Ověřená mocnost navážky >25m, vystrojení TM Trubka bezesvá hladká 2"

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 24: Protokol o provedení vrtu P21

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

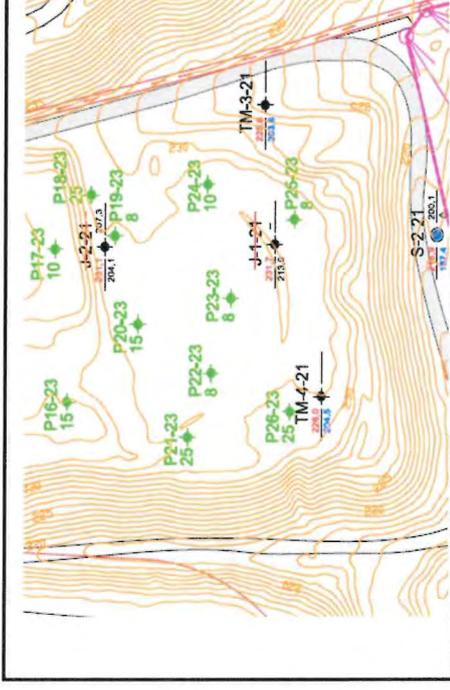
Síroťčí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468248.43	1098319.06



Protokol o provedení vrtu

P21-23							
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče
P21-23	152	20.09.2023	25	0°	CGR 152.4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF
							čas vrtání
							10:25
							7:50
							čas vrtání
							2'35"
							poznámka o vrtání
							Ověřena mocnost navážky >25m, vystrojení TM Trubka bezešvá hladká 2"

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 25: Protokol o provedení vrtu P22

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

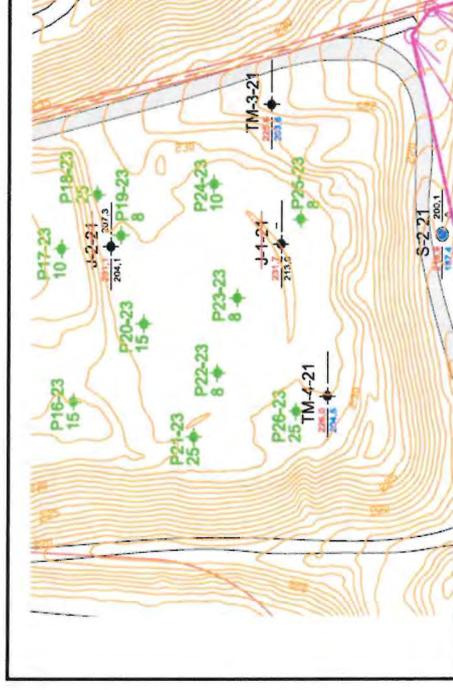
Siroččí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vřzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468231.89	1098325.81



Protokol o provedení vrtu

P22-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P22-23	152	24.08.2023	10	0°	CGR 152.4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6.3MM 2 3/8 IF	13:25	Ověřená mocnost navázky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 26: Protokol o provedení vrtu P23

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odstěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

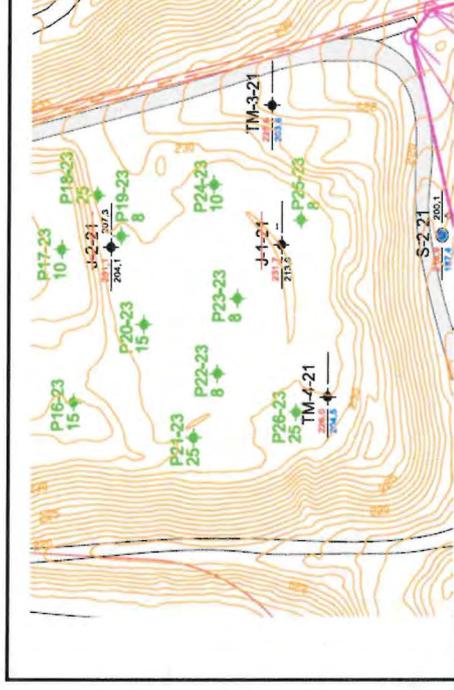
Siročičí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468212.71	1098331.42



Protokol o provedení vrtu

P23-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P23-23	152	24.08.2023	10	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	7:45 10:10 1'25"	Ověřená mocnost navážky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 27: Protokol o provedení vrtu P24

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

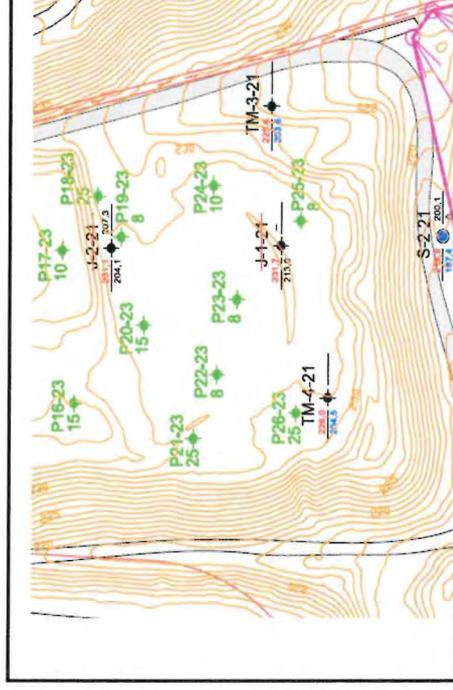
Siročtí 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Stanížení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468183.45	1098324.65



Protokol o provedení vrtu

P24-23									
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče	čas vrtání	poznámka o vrtání
P24-23	152	30.08.2023	10	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF	7:30 8:45 1'15"	Ověřená mocnost navážky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání



Příloha 28: Protokol o provedení vrtu P25

Zhotovitel:

DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA
odbor vrtných prací

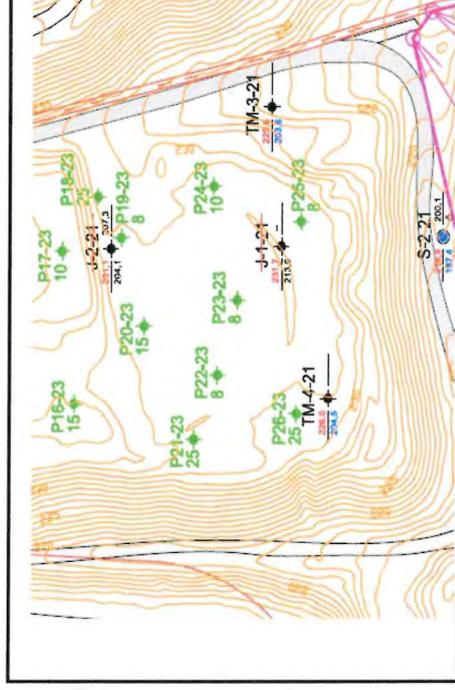
Sirotní 1145/7, Vítkovice
703 00 Ostrava

Stavba: Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A
vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice

Staničení: OVS-A ÚMTO Ostrava Heřmanice

Směnový předák: Vladimír Citta

Y	X
468192.49	1098349.73



Protokol o provedení vrtu

P25-23							
číslo vrtu	Ø vrtu v (mm)	datum vrtání	délka vrtu v (m)	sklon vrtu	vrtná korunka	pažení	vrtné tyče
P25-23	152	25.08.2023	10	0°	CGR 152,4 132/159 TD40 127	152/3CH	89x6,3MM 2 3/8 IF
			7:55				
			9:10				
			2'15"				
							poznamka o vrtání
							Ověřená mocnost navážky >10m

Za provedené práce zodpovídá: Zbyněk Drienovský - vedoucí úseku vrtání





Příloha 30: Protokol o zkoušce sklonu k samovznícení vzorku P3

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Katedra bezpečnosti práce a procesů

Protokol o zkoušce 1/2024

- a) **Použitá metoda:** Stanovení bylo provedeno metodou podle článku AS (normativní metoda), uvedené v normě ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021). Protokol byl zpracován podle bodu 7 uvedené normy.
- b) **Zkušební laboratoř:** VŠB – TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnosti práce a procesů, laboratoř č. 114, Lumírova 13, 700 30 Ostrava – Výškovice
- c) **Zadavatel:** DIAMO, státní podnik, Máchova 201, 471 27 Stráž pod Ralskem

d) Charakteristika vzorku

1. Popis vzorku

Vzorek byl odebrán z Odvalu Heřmanice. Mechanické vzorkování bylo provedeno pomocí vrtného ponorného kladiva. Jednotlivé vrty zajišťovala společnost DIAMO, s. p., odštěpný závod ODRA. Samotné vzorkování prováděla společnost LABTECH s. r. o. za přítomnosti zástupců DIAMO, s. p. a VŠB-TUO, přičemž oslovena k účasti na vzorkování byla rovněž společnost RIDERA BOHEMIA, a.s. jako zhotovitel OVS. Vzorek je tvořen zeminou, včetně kousků pevného materiálu o velikosti pod 3 cm a byl před dodáním upraven mletím a kvartací. Stav vzorku byl označen jako reprezentativní vzorek, tj. vzorek, jehož fyzikální nebo chemické charakteristiky jsou shodné s objemovými průměrnými charakteristikami celkového objemu, který je vzorkován. [2]

Analytický rozbor vzorku (tabulka 1, [2]):

parametr	jednotka	hodnota
obsah vlhkosti w_a	[%]	0,70
obsah popela A_d	[%]	90,86
ztráta žíháním z_{zd}	[%]	9,14

2. Název vzorku

Vzorek byl označen P3. V laboratoři byl přechováván za nepřístupu světla při teplotě do 24 °C v původním obalu.

3. Objemová hustota 1,38 g/cm³

4. Příprava vzorku

Zkušební košík zvolené velikosti byl naplněn vzorkem volným sypáním. Po naplnění do $\frac{3}{4}$ objemu byl obsah zhutněn jemným poklepáním košíkem a dosypán mírně nad horní hranici. Přebytečný prach byl odstraněn a povrch košíku za rovnán. Vážením bylo ověřeno, že bylo dosaženo stanovené objemové hustoty. Košík se vzorkem se zavěsí do stojanu ve středu studené pece. Termočlánek se umístí do centra krychlového košíku

e) Změny na zkušebním zařízení

Zkušební zařízení se stávalo z těchto částí: Sušárna Binder s nucenou cirkulací, typ 115 E 3.1, Dataloger Almemo, typ 2590-2A/-4AS, termočlánky plášťové, typ K, průměr 1,5 mm, krychlové košíky o délce strany 2,5 cm, 5 cm a 10 cm, tepelná pojistka.

Aparatura odpovídá požadavkům normy ČSN EN 15188 [1] s výjimkou použití tepelné pojistky. Tato pojistka byla přidána s ohledem na zvýšení bezpečnosti provozu uvedené aparatury, protože umožňuje automatické vypnutí topení pece při zvolené teplotě ve vzorku. Rozměry použitých košíků byly 1:2, což norma nevylučuje.

f) Datum přijetí vzorku a datum zkoušek

Vzorek byl přijat dne 8. 3. 2024 a zkoušky byly provedeny ve dnech 12. 3. 2024 - 28. 3. 2024.

g) Neobvyklé chování vzorku během zkoušek

Vzorky nejevily žádné viditelné změny po provedených zkouškách, s výjimkou mírně změny zabarvení, které lze přičítat vyschnutí při zkoušce. Změny nebyly pozorovány ani na povrchu a ani uvnitř vzorků.

h) Výsledky zkoušek

Výsledek zkoušky je hodnocen jako pozitivní, tj. došlo k samovznícení, jestliže maximální teplota ve vzorku je o 60 °C vyšší než teplota pece. Zkouška je označena P.

Výsledek je hodnocen jako negativní, tj. nedošlo k samovznícení, jestliže maximální teplota ve vzorku je nižší než 60 °C než teplota pece. V tomto případě je zkouška označena N.

Výsledky měření samovznícení, vzorek P3 (tabulka 6, [2])

Rozměr koše [cm]	Teplota pece (průměr) [°C]	Maximální teplota vzorku [°C]	Rozdíl teploty pece a vzorku [°C]	Výsledek zkoušky
2,5	207,2	207,5	0,3	N
2,5	294,9	311,0	16,1	N
5,0	207,4	209,9	2,5	N
5,0	289,7	341,0	51,3	N
5,0	289,8	341,2	51,3	N
5,0	294,4	355,3	60,0	p
10,0	295,3	365,5	70,2	p

Výsledky zkoušek se vztahují pouze ke vzorku, jak byl a dodán a zkoušen.

V Ostravě – Výškovicích, dne 11. 4. 2024

Protokol zpracovala: Ing. Hana Věžníková, Ph.D.



Použité podklady:

1. ČSN EN 15188 (2021) Stanovení chování nahromaděného prachu z hlediska samovolného vznícení. Praha: ÚNMZ, 2021.
2. VŠB – TUO. Expertní posouzení. Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice na uzavřenou skládku chemického odpadu společnosti OKK Koksovny a.s. Ostrava: VŠB-TUO, duben 2024.

Příloha 31: Protokol o zkoušce sklonu k samovznícení vzorku P8

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Katedra bezpečnosti práce a procesů

Protokol o zkoušce 2/2024

- a) **Použitá metoda:** Stanovení bylo provedeno metodou podle článku AS (normativní metoda), uvedené v normě ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021). Protokol byl zpracován podle bodu 7 uvedené normy.
- b) **Zkušební laboratoř:** VŠB – TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnosti práce a procesů, laboratoř č. 114, Lumírova 13, 700 30 Ostrava – Výškovice
- c) **Zadavatel:** DIAMO, státní podnik, Máchova 201, 471 27 Stráž pod Ralskem

d) Charakteristika vzorku

1. Popis vzorku

Vzorek byl odebrán z Odvalu Heřmanice. Mechanické vzorkování bylo provedeno pomocí vrtného ponorného kladiva. Jednotlivé vrty zajišťovala společnost DIAMO, s. p., odštěpný závod ODRA. Samotné vzorkování prováděla společnost LABTECH s. r. o. za přítomnosti zástupců DIAMO, s. p. a VŠB- TUO, přičemž oslovena k účasti na vzorkování byla rovněž společnost RIDERA BOHEMIA, a.s. jako zhotovitel OVS. Vzorek je tvořen zeminou, včetně kousků pevného materiálu o velikosti pod 3 cm a byl před dodáním upraven mletím a kvartací. Stav vzorku byl označen jako reprezentativní vzorek, tj. vzorek, jehož fyzikální nebo chemické charakteristiky jsou shodné s objemovými průměrnými charakteristikami celkového objemu, který je vzorkován. [2]

Analytický rozbor vzorku (tabulka 1, [2]) :

parametr	jednotka	hodnota
obsah vlhkost i_{w_a}	[%]	3,75
obsah popela Ad	[%]	91,02
ztráta žíháním zžd	[%]	8,98

2. Název vzorku

Vzorek byl označen P8. V laboratoři byl přechováván za nepřístupu světla při teplotě do 24 °C v původním obalu.

3. Objemová hustota 1,40 g/cm³

4. Příprava vzorku

Zkušební košík zvolené velikosti byl naplněn vzorkem volným sypáním. Po naplnění do ¾ objemu byl obsah zhuštěn jemným poklepáním košíkem a dosypán mírně nad horní hranici. Přebytečný prach byl odstraněn a povrch košíku zarovnan. Vážením bylo ověřeno, že bylo dosaženo stanovené objemové hustoty. Košík se vzorkem se zavěsí do stojanu ve středu studené pece. Termočlánek se umístí do centra krychlového košíku

e) Změny na zkušebním zařízení

Zkušební zařízení se stávalo z těchto částí: Sušárna Binder s nucenou cirkulací, typ 115 E 3.1, Dataloger Almemo, typ 2590-2A/-4AS, termočlánky plášťové, typ K, průměr 1,5 mm, krychlové košíky o délce strany 2,5 cm, 5 cm a 10 cm, tepelná pojistka.

Aparatura odpovídá požadavkům normy ČSN EN 15188 [1] s výjimkou použití tepelné pojistky. Tato pojistka byla přidána s ohledem na zvýšení bezpečnosti provozu uvedené aparatury, protože umožňuje automatické vypnutí topení pece při zvolené teplotě ve vzorku. Rozměry použitých košíků byly 1:2, což norma nevyklučuje.

f) Datum přijetí vzorku a datum zkoušek

Vzorek byl přijat dne 8. 3. 2024 a zkoušky byly provedeny ve dnech 2. 4. 2024 - 8. 4. 2024.

g) Neobvyklé chování vzorku během zkoušek

Vzorky nejevily žádné viditelné změny po provedených zkouškách, s výjimkou mírně změny zabarvení, které lze přičítat vyschnutí při zkoušce. Změny nebyly pozorovány ani na povrchu a ani uvnitř vzorků.

h) Výsledky zkoušek

Výsledek zkoušky je hodnocen jako pozitivní, t.j. došlo k samovznícení, jestliže maximální teplota ve vzorku je o 60 °C vyšší než teplota pece. Zkouška je označena P.

Výsledek je hodnocen jako negativní, tj. nedošlo k samovznícení, jestliže maximální teplota ve vzorku je nižší než 60 °C než teplota pece. V tomto případě je zkouška označena N.

Výsledky měření samovznícení, vzorek P8 (tabulka 7, (2))

Rozměr koše [cm]	Teplota pece (průměr) [°C]	Maximální teplota vzorku [°C]	Rozdíl teploty pece a vzorku [°C]	Výsledek zkoušky
2,5	294,7	307,0	12,3	N
5,0	294,9	349,6	54,7	N
10,0	293,4	365,6	72,2	P

Výsledky zkoušek se vztahují pouze ke vzorku, jak byl a dodán a zkoušen.

V Ostravě – Výškovicích, dne 11. 4. 2024

Protokol zpracovala: Ing. Hana Věžníková, Ph.D.



Použité podklady:

1. ČSN EN 15188 (2021) Stanovení chování nahromaděného prachu z hlediska samovolného vznícení. Praha: ÚNMZ, 2021.
2. VŠB – TUO. Expertní posouzení. Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice na uzavřenou skládku chemického odpadu společnosti OKK Koksovny a.s. Ostrava: VŠB-TUO, duben 2024.

Příloha 32: Protokol o zkoušce sklonu k samovznícení vzorku P22

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Katedra bezpečnosti práce a procesů**

Protokol o zkoušce 3/2024

- a) **Použitá metoda:** Stanovení bylo provedeno metodou podle článku AS (normativní metoda), uvedené v normě ČSN EN 15188 (ČSN EN 15188, 2021). Protokol byl zpracován podle bodu 7 uvedené normy.
- b) **Zkušební laboratoř:** VŠB – TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnosti práce a procesů, laboratoř č. 114, Lumírova 13, 700 30 Ostrava – Výškovice
- c) **Zadavatel:** DIAMO, státní podnik, Máchova 201, 471 27 Stráž pod Ralskem

d) Charakteristika vzorku

1. Popis vzorku

Vzorek byl odebrán z Odvalu Heřmanice. Mechanické vzorkování bylo provedeno pomocí vrtného ponorného kladiva. Jednotlivé vrty zajišťovala společnost DIAM O, s. p., odštěpný závod ODRA. Samotné vzorkování prováděla společnost LABTECH s. r. o. za přítomnosti zástupců DIAMO, s. p. a VŠB- TUO, přičemž oslovena k účasti na vzorkování byla rovněž společnost RIDERA BOHEMIA, a.s. jako zhotovitel OVS. Vzorek je tvořen zeminou, včetně kousků pevného materiálu o velikosti pod 3 cm a byl před dodáním upraven mletím a kvartací. Stav vzorku byl označen jako reprezentativní vzorek, tj. vzorek, jehož fyzikální nebo chemické charakteristiky jsou shodné s objemovými průměrnými charakteristikami celkového objemu, který je vzorkován. [2]

Analytický rozbor vzorku (tabulka 1, [2]) :

parametr	jednotka	hodnota
obsah vlhkosti wa	[%]	0,46
obsah popela Ad	[%]	93,89
ztráta žíháním zžd	[%]	6,11

2. Název vzorku

Vzorek byl označen P22. V laboratoři byl přechováván za nepřístupu světla při teplotě do 24 °C v původním obalu .

3. Objemová hustota 1,34 g/cm³

4. Příprava vzorku

Zkušební košík zvolené velikosti byl naplněn vzorkem volným sypáním. Po naplnění do $\frac{3}{4}$ objemu byl obsah zhutněn jemným poklepáním košíkem a dosypán mírně nad horní hranici. Přebytečný prach byl odstraněn a povrch košíku zarovnan. Vážením bylo ověřeno, že bylo dosaženo stanovené objemové hustoty. Košík se vzorkem se zavěsí do stojanu ve středu studené pece. Termočlánek se umístí do centra krychlového košíku

e) Změny na zkušebním zařízení

Zkušební zařízení se stávalo z těchto částí: Sušárna Binder s nucenou cirkulací, typ 115 E 3.1, Dataloger Almemo, typ 2590-2A/4AS, termočlánky plášťové, typ K, průměr 1,5 mm, krychlové košíky o délce strany 2,5 cm, 5 cm a 10 cm, tepelná pojistka.

Aparatura odpovídá požadavkům normy ČSN EN 15188 [1] s výjimkou použití tepelné pojistky. Tato pojistka byla přidána s ohledem na zvýšení bezpečnosti provozu uvedené aparatury, protože umožňuje automatické vypnutí topení pece při zvolené teplotě ve vzorku. Rozměry použitých košíků byly 1:2, což norma nevylučuje.

f) Datum přijetí vzorku a datum zkoušek

Vzorek byl přijat dne 8. 3. 2024 a zkoušky byly provedeny ve dnech 9.4.2024 - 14. 4. 2024.

g) Neobvyklé chování vzorku během zkoušek

Vzorky nejevily žádné viditelné změny po provedených zkouškách, s výjimkou mírně změny zabarvení, které lze přičítat vyschnutí při zkoušce. Změny nebyly pozorovány ani na povrchu a ani uvnitř vzorků.

h) Výsledky zkoušek

Výsledek zkoušky je hodnocen jako pozitivní, tj. došlo k samovznícení, jestliže maximální teplota ve vzorku je o 60 °C vyšší než teplota pece. Zkouška je označena P.

Výsledek je hodnocen jako negativní, t.j. nedošlo k samovznícení, jestliže maximální teplota ve vzorku je nižší než 60 °C než teplota pece. V tomto případě je zkouška označena N.

Výsledky měření samovznícení, vzorek P22 (tabulka 8, [2])

Rozměr koše [cm]	Teplota pece (průměr) [°C]	Maximální teplota vzorku [°C]	Rozdíl teploty pece a vzorku [°C]	Výsledek zkoušky
2,5	295,0	315,0	20,6	N
5,0	295,0	344,4	49,0	N
10,0	294,9	364,6	69,7	P

Výsledky zkoušek se vztahují pouze ke vzorku, jak byl a dodán a zkoušen.

V Ostravě – Výškovicích, dne 14. 4. 2024

Protokol zpracovala: Ing. Hana Věžníková, Ph.D.



Použité podklady:

1. ČSN EN 15188 {2021} Stanovení chování nahromaděného prachu z hlediska samovolného vznícení. Praha: ÚNMZ, 2021.
2. VŠB – TUO. Expertní posouzení. Posouzení funkčnosti oddělovací vzdušné stěny A vůči případným účinkům endogenního hoření odvalu Heřmanice na uzavřenou skládku chemického odpadu společnosti OKK Koksovný a.s. Ostrava: VŠB-TUO, duben 2024.