VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

TERDUMP

Spolupráce VŠB-TUO/GIG Katowice na průzkumu hořících hald na obou stranách společné hranice

(CZ.11.4.120/0.0/0.0/15_006/0000074)

2. workshop

Václav Dombek
VŠB–TU Ostrava

Návaznost na projekt:

„PAHMET“ Hodnocení koncentrací PAU a těžkých kovů na povrchu odvalů a v okolí průmyslových podniků

(*CZ.3.22/1.2.00/12.03398)*

Doporučení PAHMET:

- Vyhodnotit vliv plynných emisí z hald
- Pro případ odtěžování posoudit zdravotní riziko pro obyvatelstvo do cca 500 m od haldy s ohledem na obsah PAHs (zejména benzo[a]pyrenu) a toxických kovů

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

Financování projektu: Operační program Interreg V-A Česká republika - Polsko

Prioritní osa 4: ***Spolupráce institucí a komunit***

4.1. Zintenzivnění spolupráce institucí a komunit v příhraničních regionech

Vedoucí partner: Vysoká škola báňská – technická univerzita
Ostrava
Česká republika

Partner projektu: Glówny Instytut Górnictwa (GIG)
Katowice
Polsko

Doba realizace projektu:

březen 2017 – srpen 2019

Rozpočet projektu:

CELKEM:	399 520,47 Euro
VŠB-TUO:	220 805,28 Euro
GIG:	178 715,19 Euro

CÍL

Prohlubování vzájemné spolupráce obou institucí při společném monitorování a analýzách emisí z termicky aktivních odvalů po hornické činnosti na obou stranách česko-polské hranice

PŘEDMĚT

Plynné a prachové emise s ohledem na obsah organických látek, plynů a toxických kovů a posouzení možného dopadu na životní prostředí

TECHNICKÉ A PERSONÁLNÍ ZDROJE

- ***VŠB-TUO:***
  - Řešitelský tým s dlouholetou zkušeností s realizací podobných projektů
  - Analytické práce jsou zajištěny v laboratořích CNT a KEI:
    - Laboratoř separačních metod (GC-MS, HPLC-MS)
    - Laboratoř AAS a ICP-MS
  - Speciální odbornosti, kterými řešitelský tým nedisponuje, jsou řešeny formou konzultací s externími specialisty

- ***GIG:***
  - Řešitelský tým s dlouholetou zkušeností
  - Analytické práce budou prováděny v laboratořích pracoviště monitoringu životního prostředí GIG:
  - Laboratoř rozborů tuhých odpadů,
  - Laboratoř rozborů organických sloučenin,
  - Pracoviště environmentálních analýz, s aplikací analytických postupů
  - Speciální odbornosti - řešeny formou konzultací s externími specialisty (IPIŠ PAN)

CÍLOVÉ SKUPINY PROJEKTU

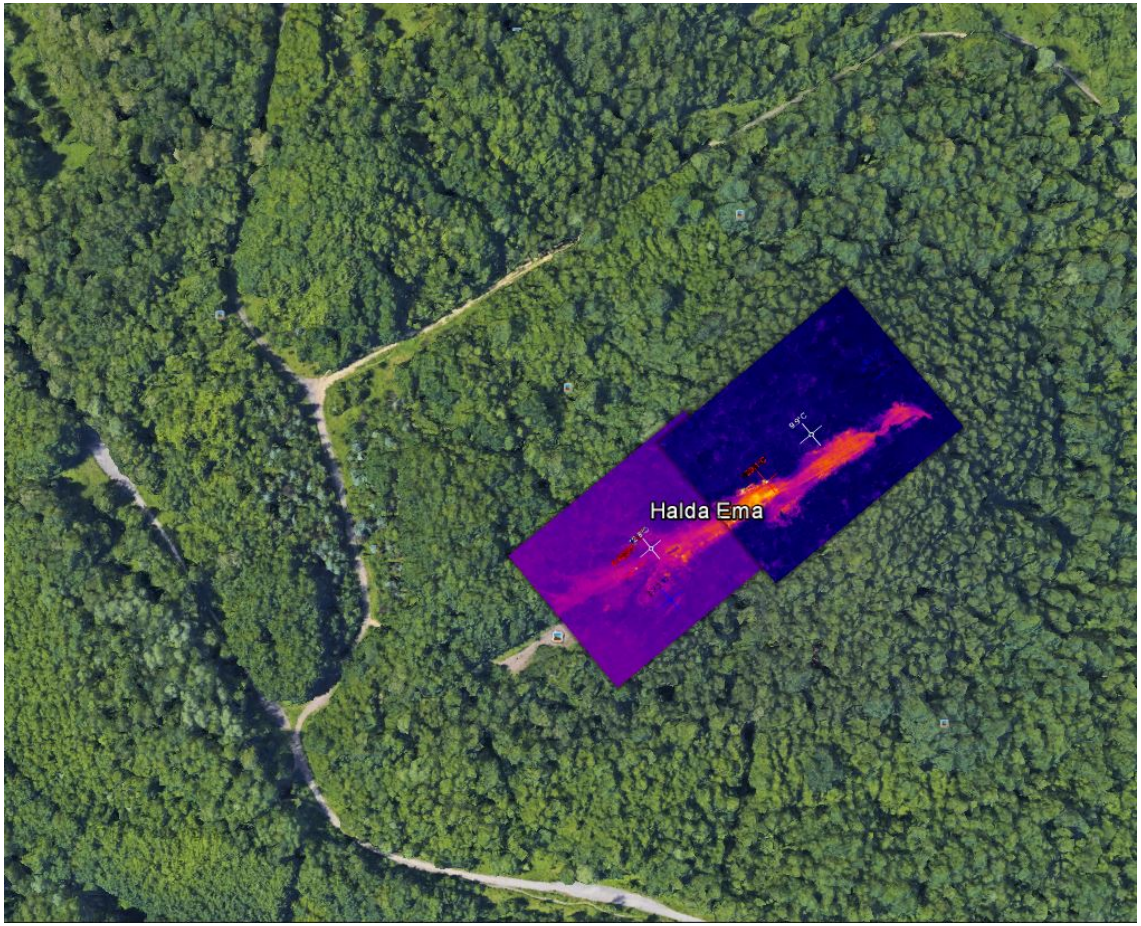
- Občané a komunity společného regionu včetně nevládních organizací.
- Majitelé a správci odvalů a hald po těžbě uhlí.
- Správní orgány (zainteresované obce, města, kraje) v oblasti ochrany ovzduší a územního plánování.
- Zástupci vládních organizací a samosprávných celků (decizní sféra).

PROPAGACE a PUBLICITA

- Speciální internetové stránky - médium s nejširším dopadem a nejjednodušším přístupem pro odbornou i laickou veřejnost :
  - http://www.horiciodvaly.cz/
  - http://www.terdump.gig.eu/terdump
- Stránky budou provozovány ještě 5 let po ukončení projektu

Halda EMA

Halda EMA

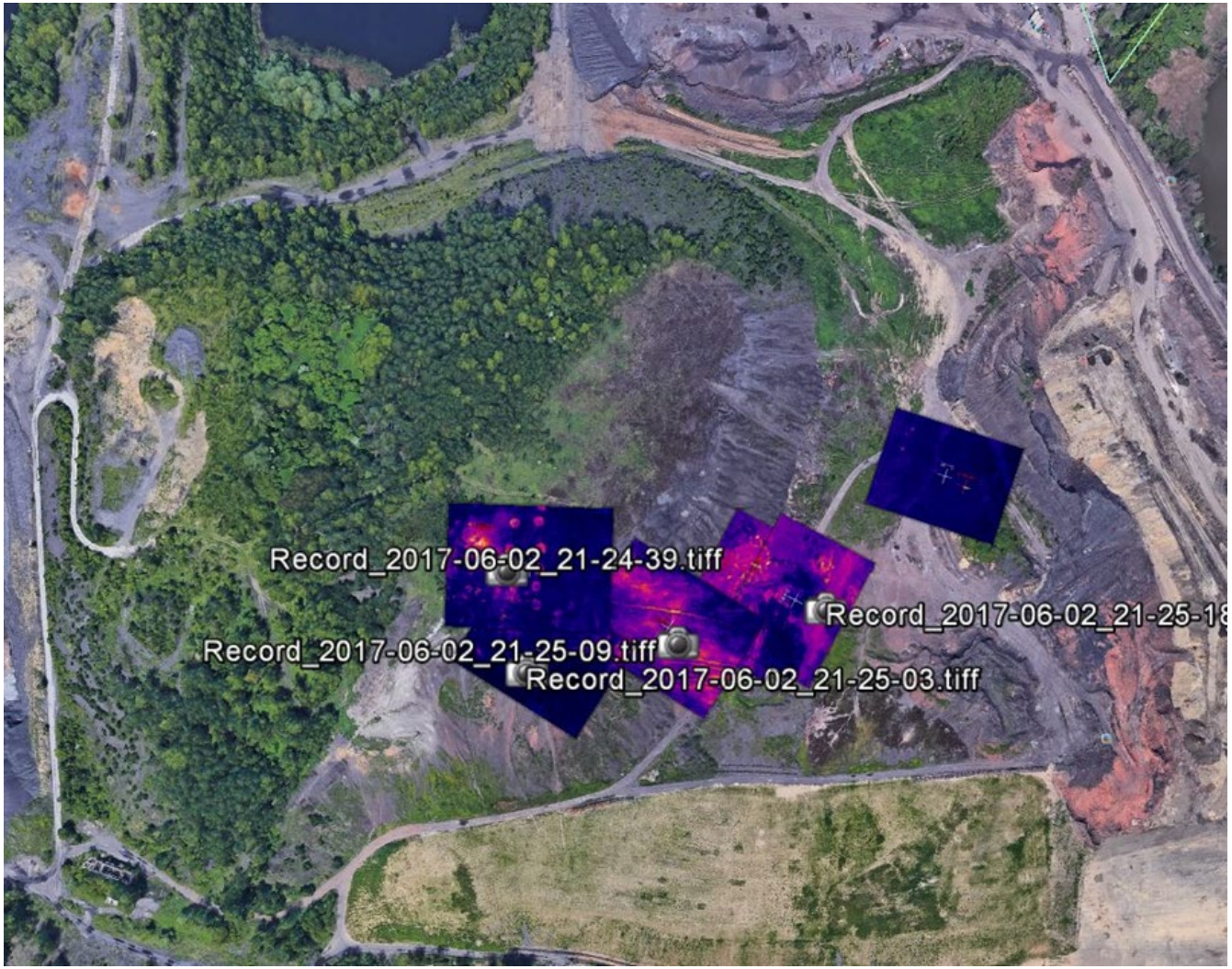


Halda HEDVIKA

Halda HEDVIKA

Halda HEŘMANICE

Halda HEŘMANICE



A haldy „zblízka“….

DĚKUJI ZA POZORNOST

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

Volba odběrových míst na termicky aktivních haldách ČR a metodika odběru vzorků plynných a prachových emisí

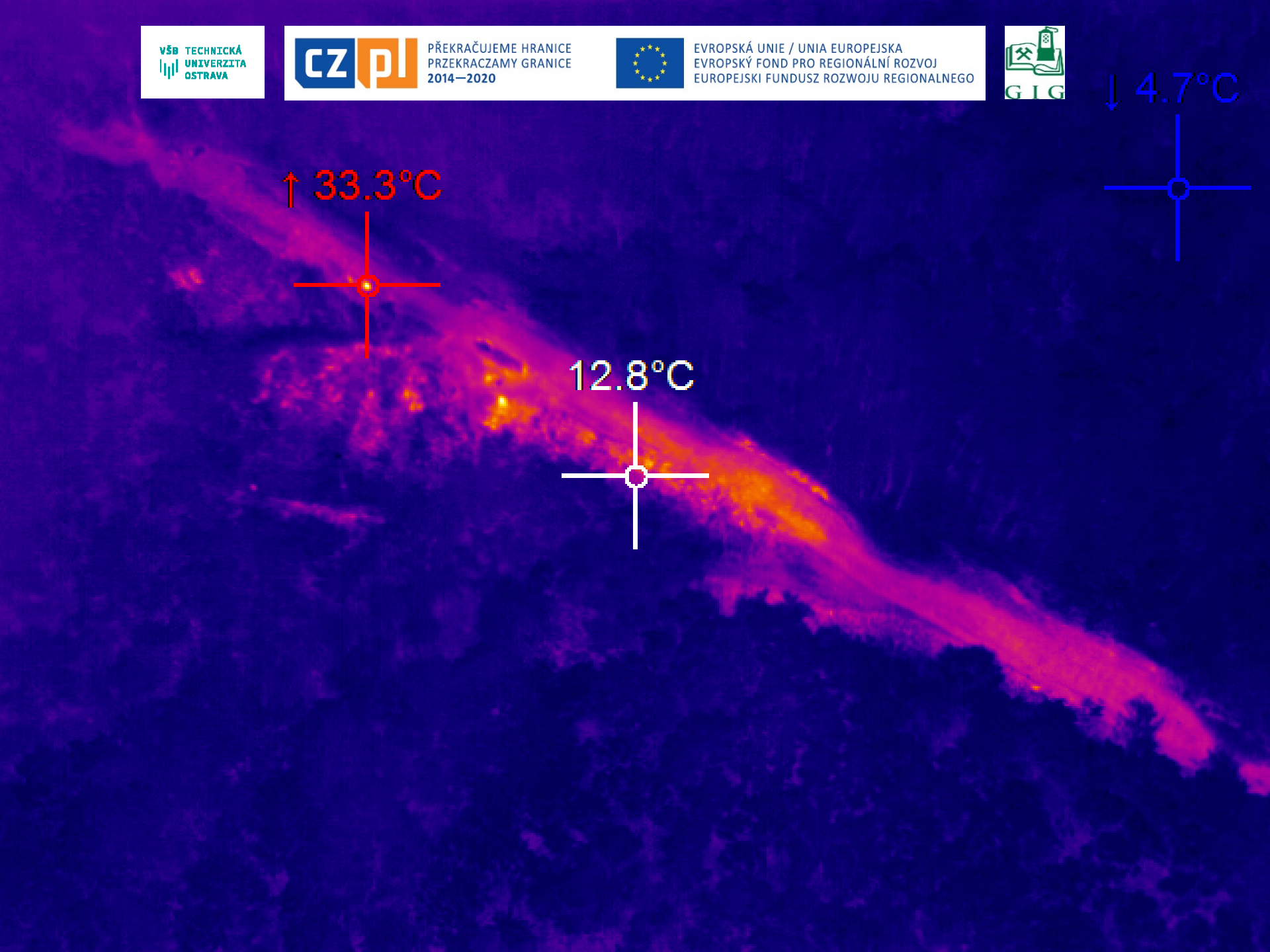
Ing. Michal Vaštyl, Ph.D.

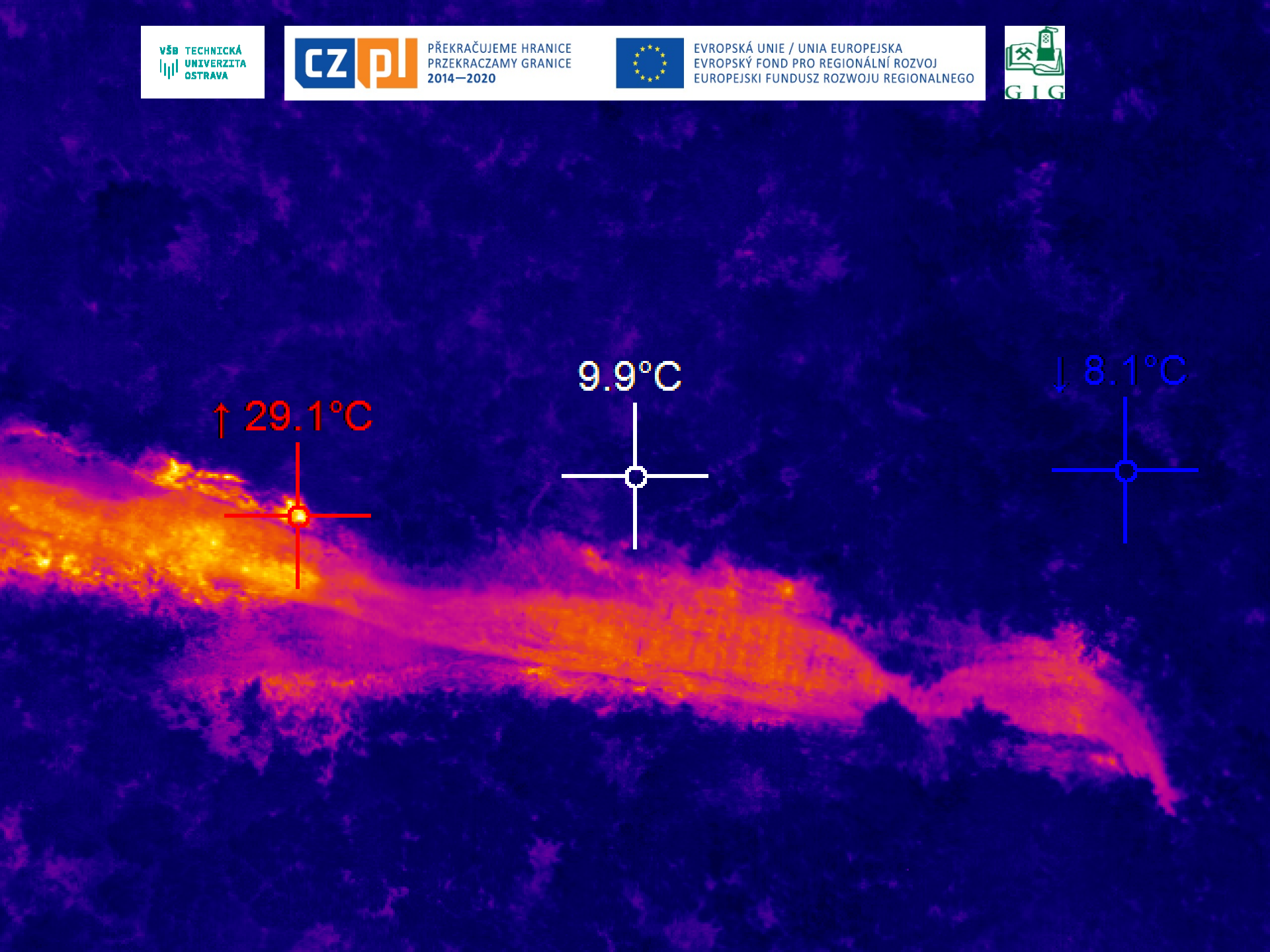
Odběrová místa

- Zmapování oblasti (terénní průzkum)
- Termosnímky – pomoci dronu
- Průzkum v terénu s termosnímky
- Screeningové odběry
- Určení odběrových míst pro vrty
- Vrty

Termosnímky odvalu Ema

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

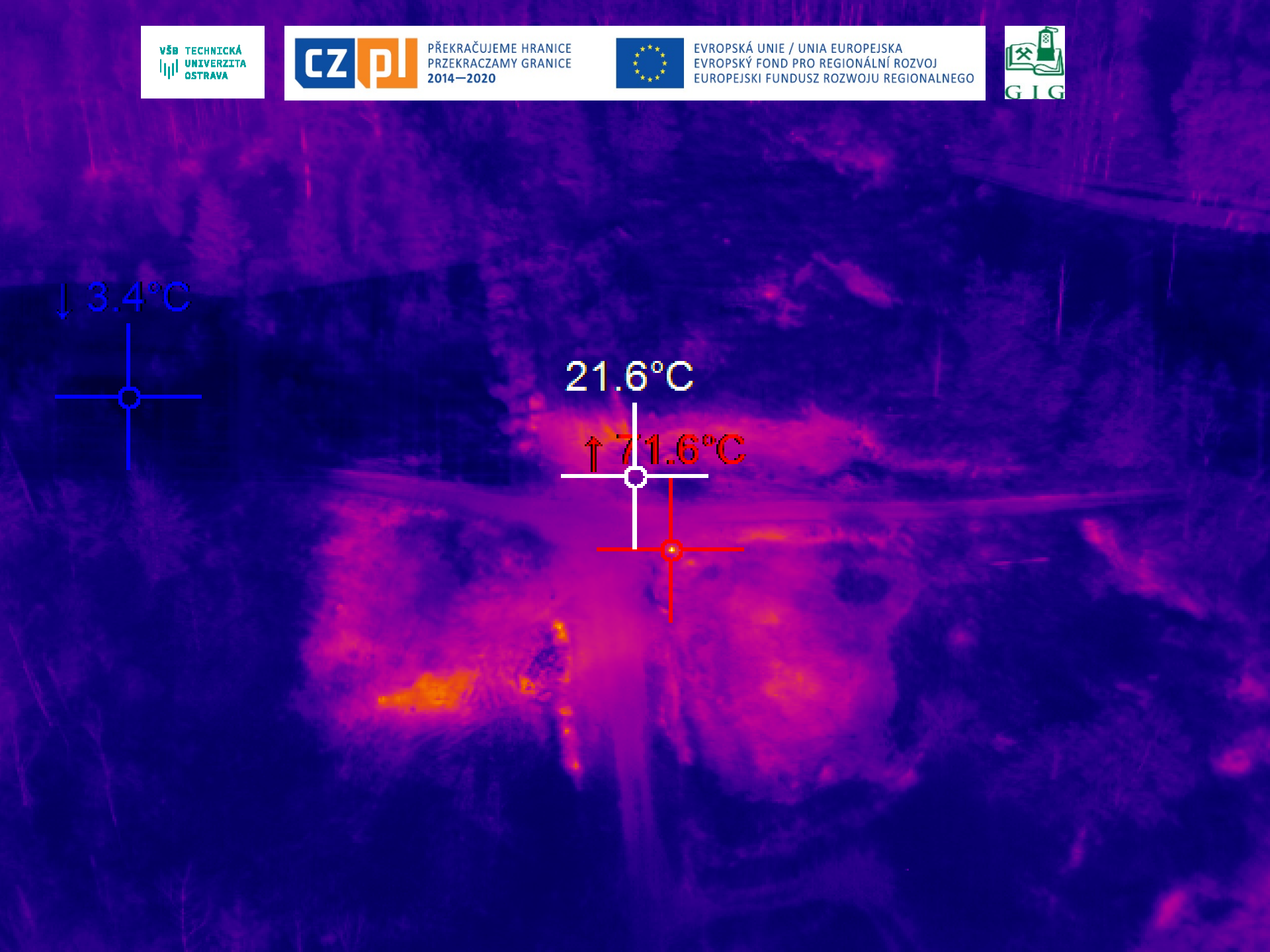



↑ 29.1°C
9.9°C
↓ 8.1°C

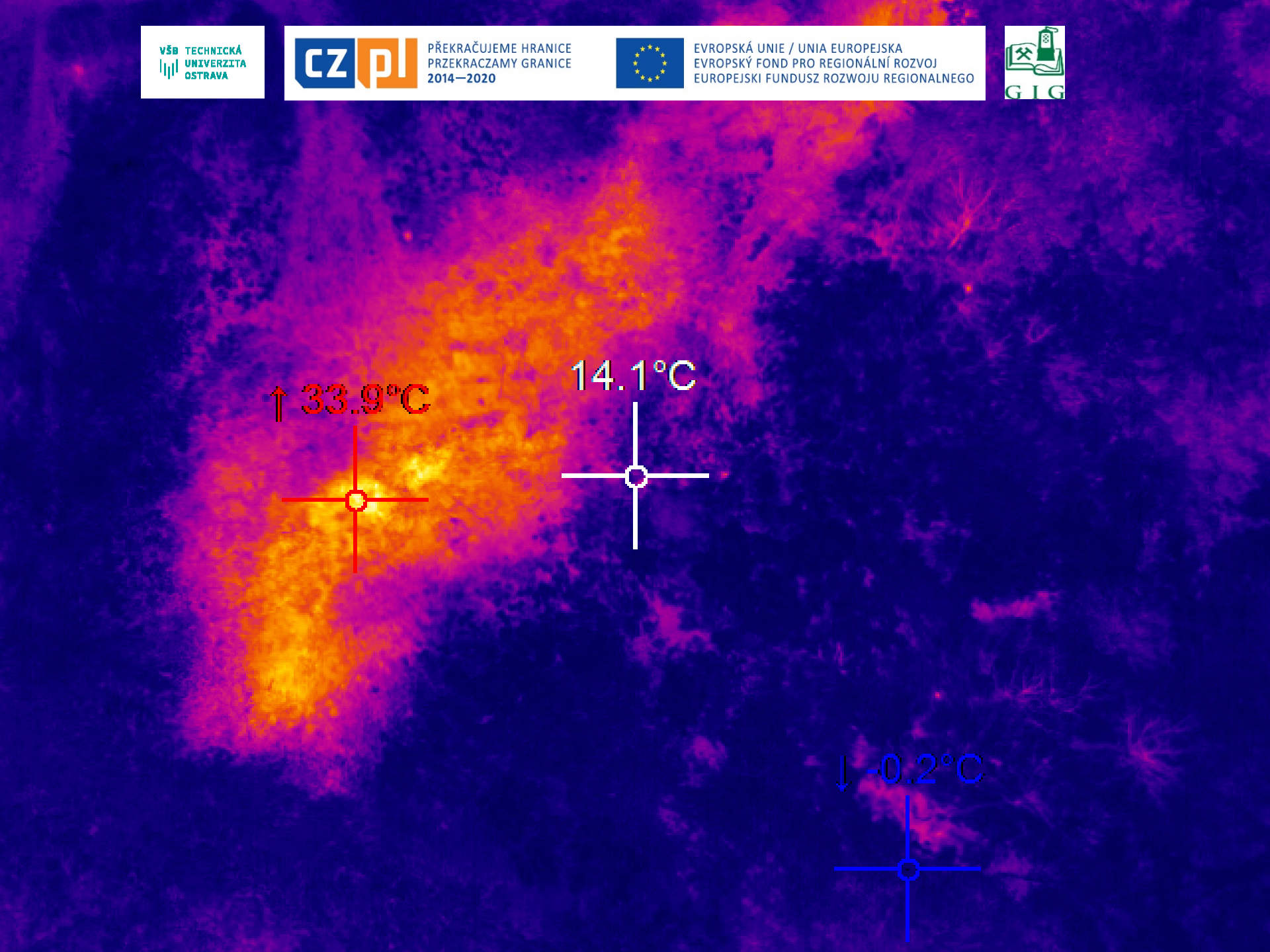
VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

Termosnímky odvalu Hedvika

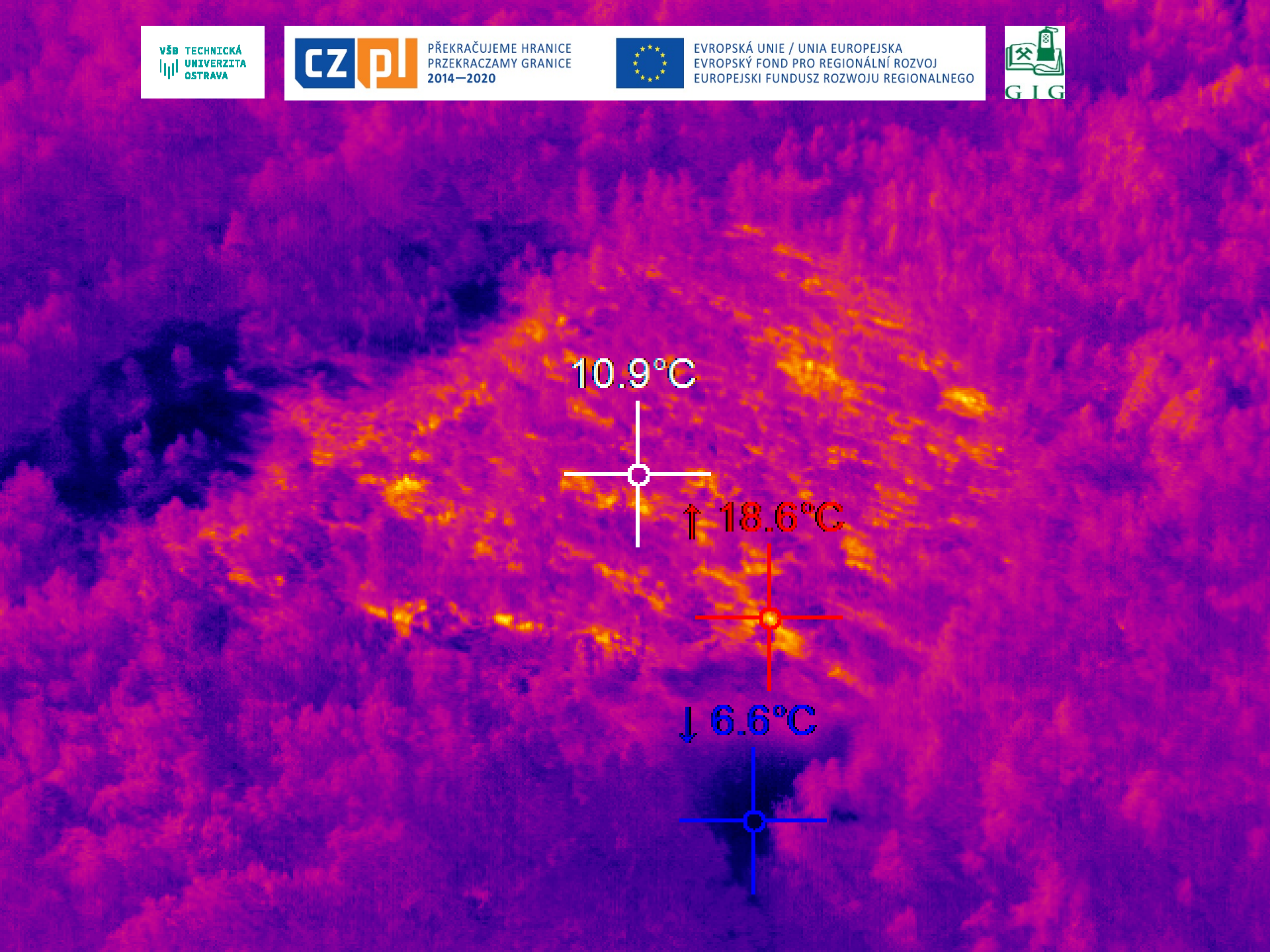
VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG



VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

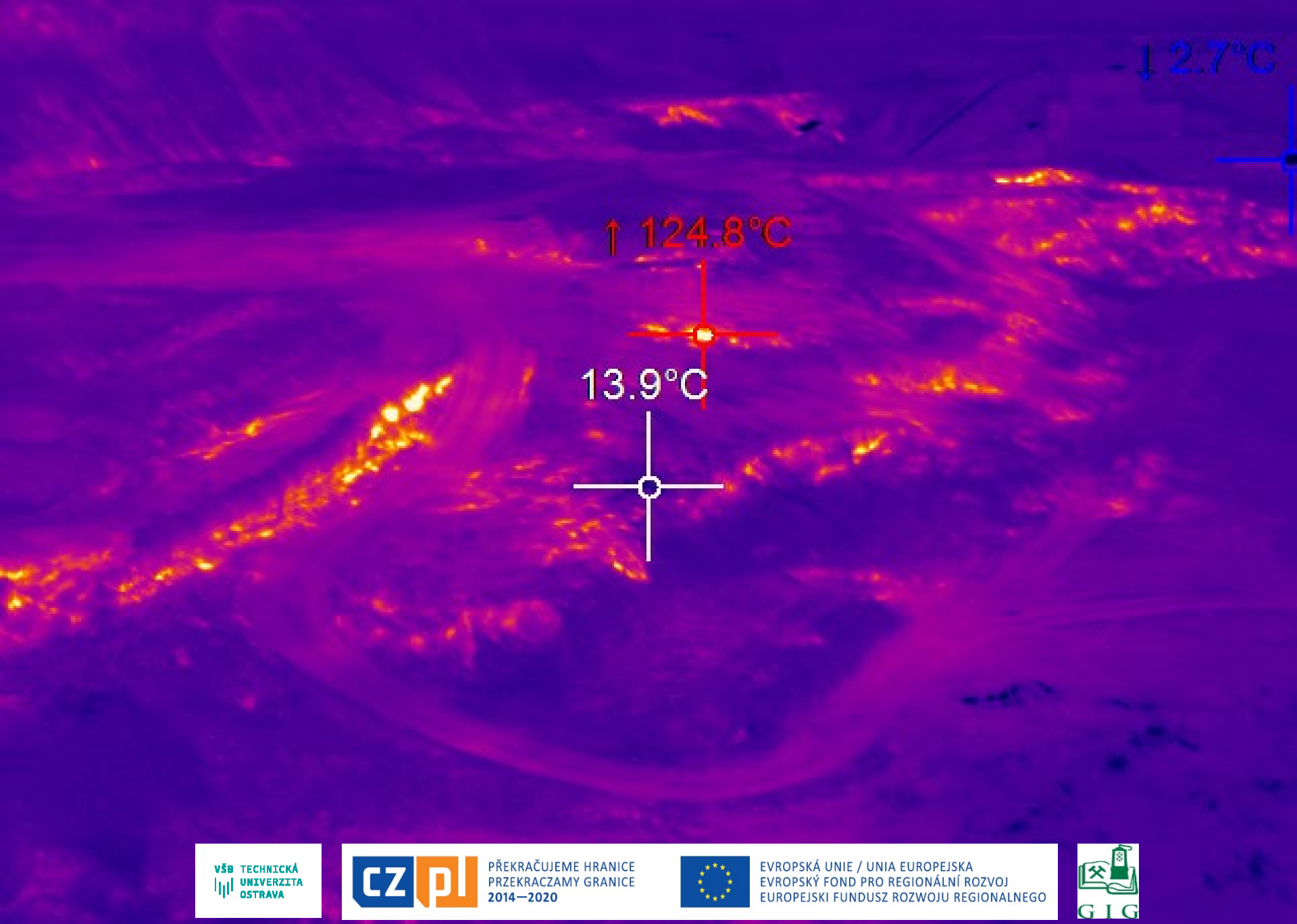


VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

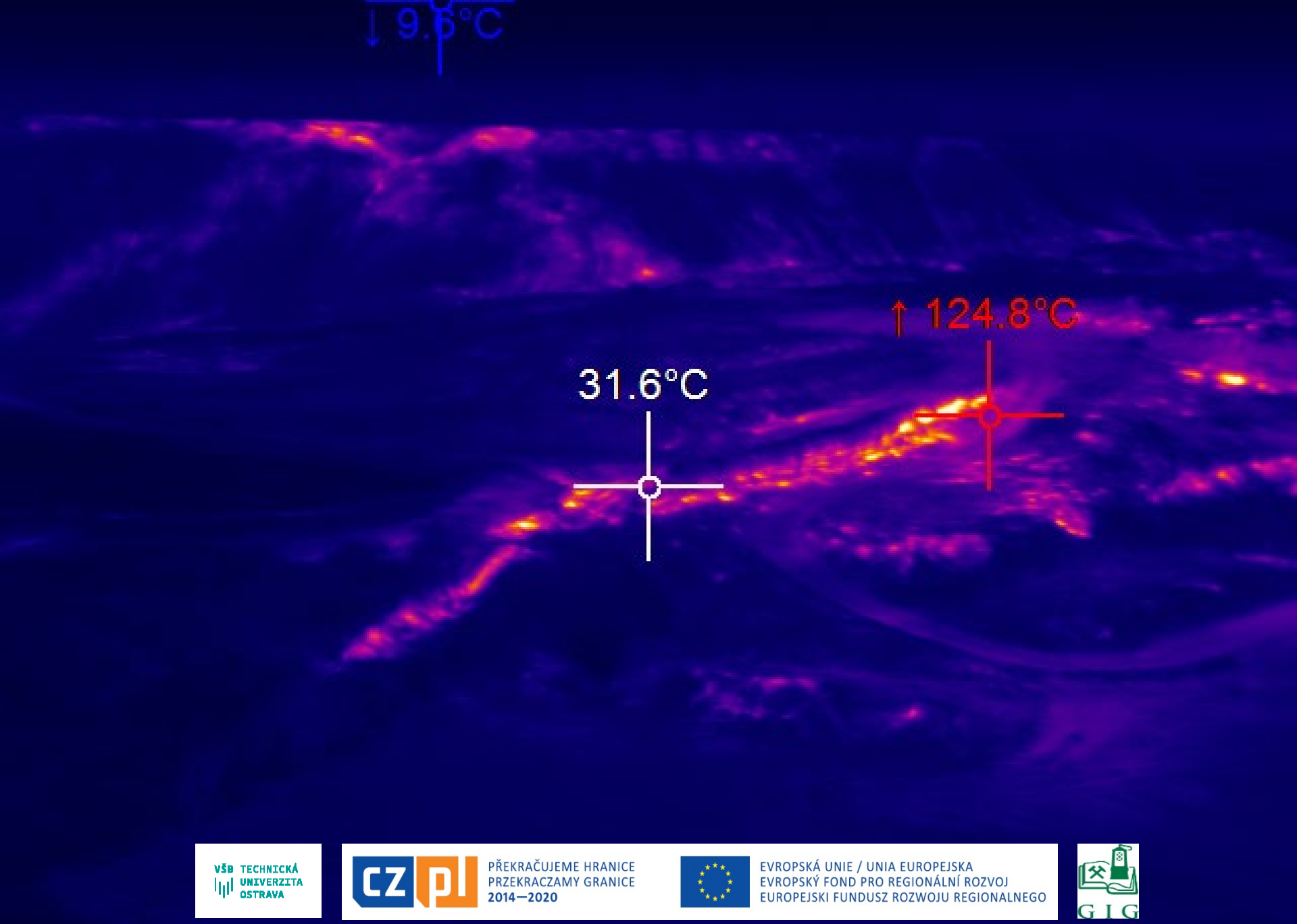


VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

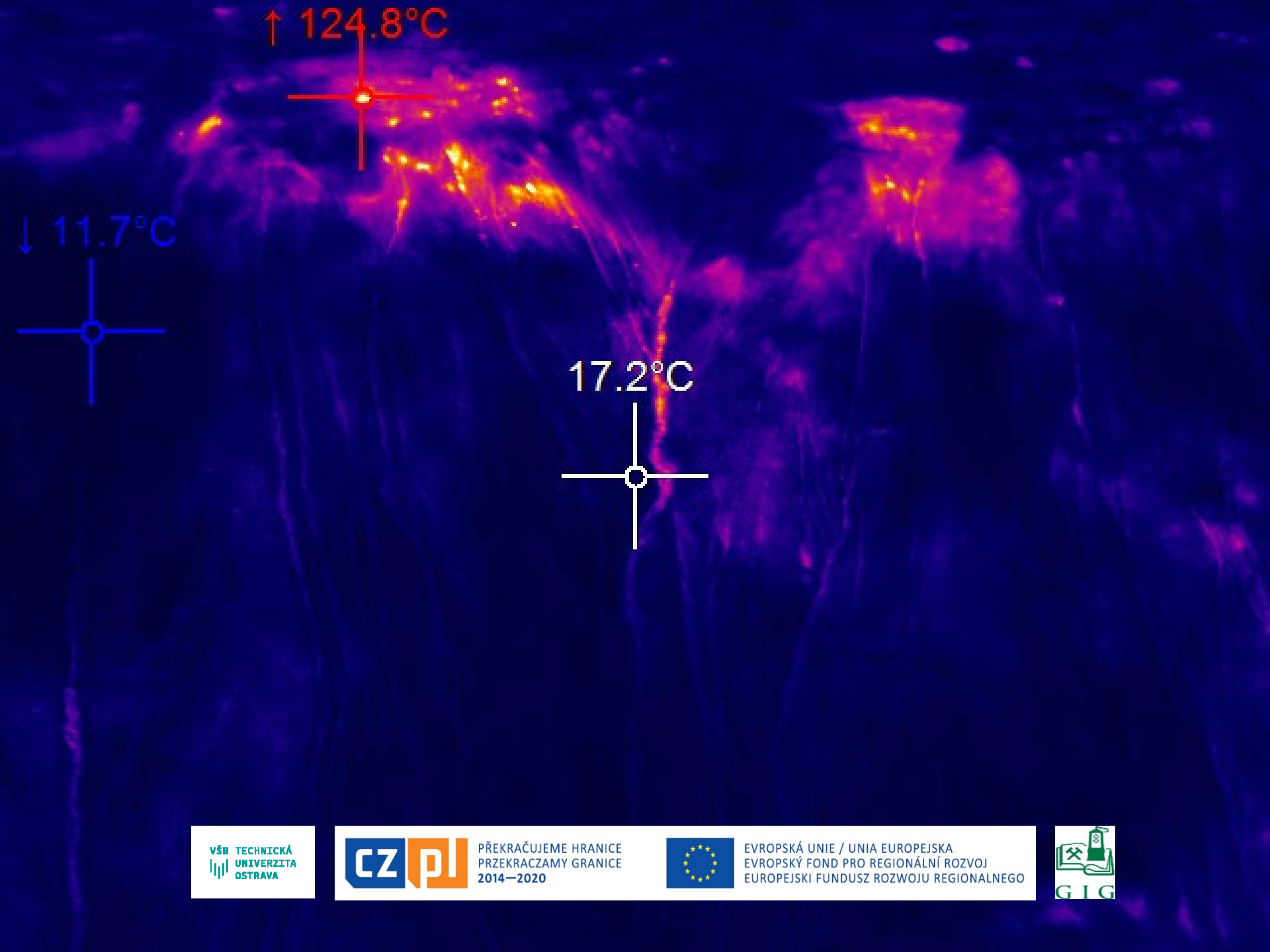
Termosnímky odvalu Heřmanice



VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG



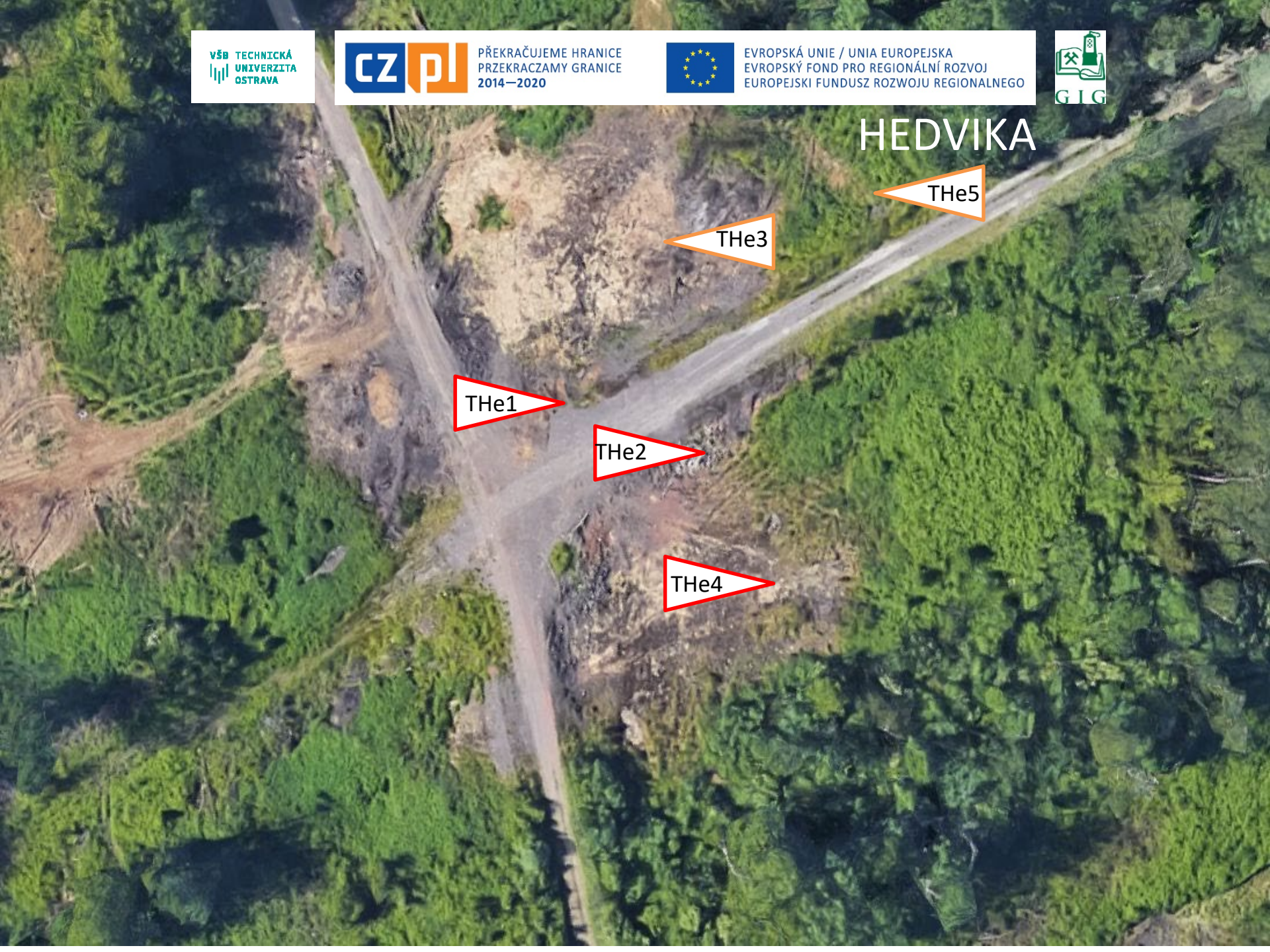
VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

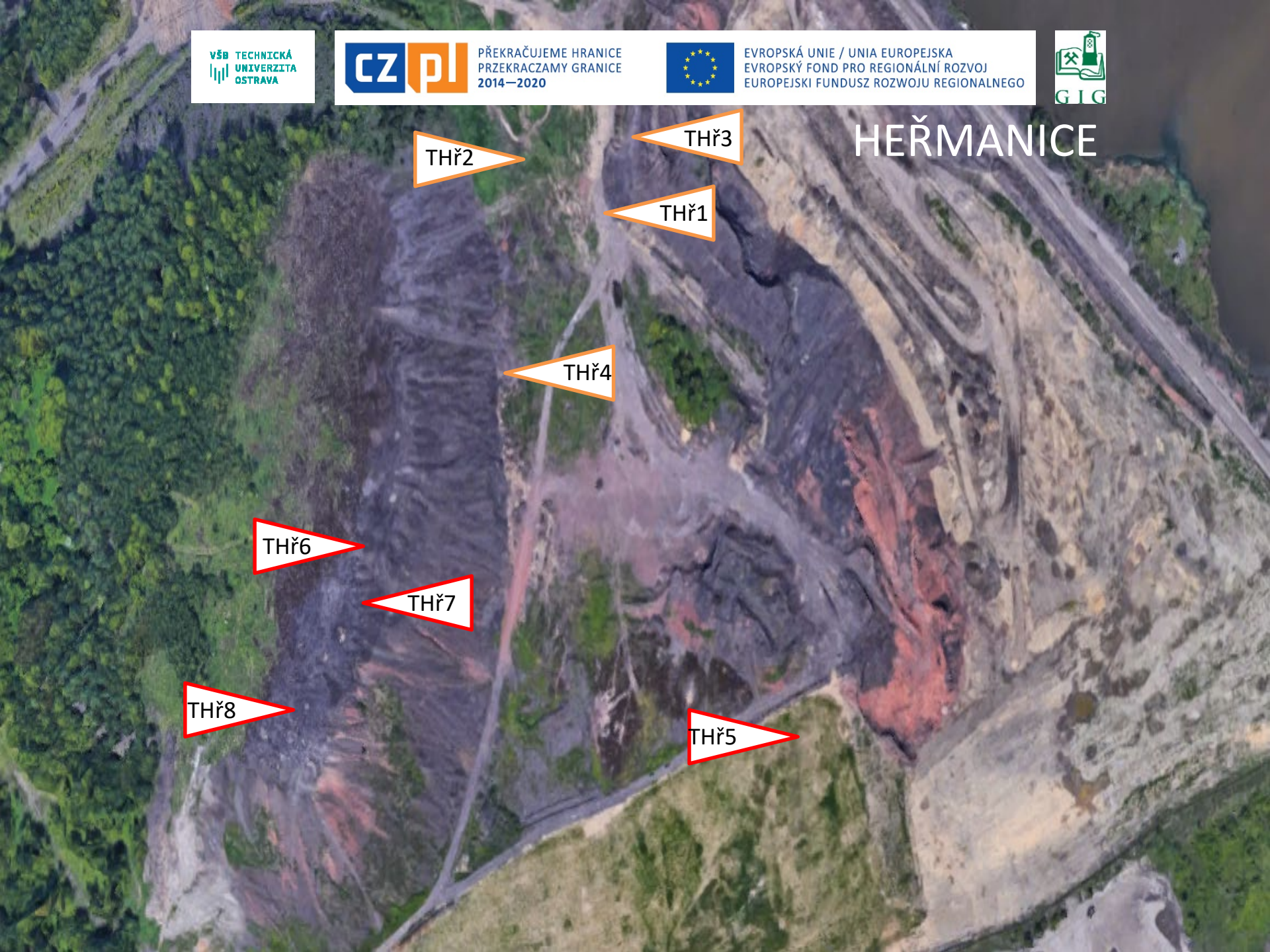


VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

Zvolená odběrová místa

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
CZ PL
PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG
EMA
Halda Ema
EMA1
EMA2

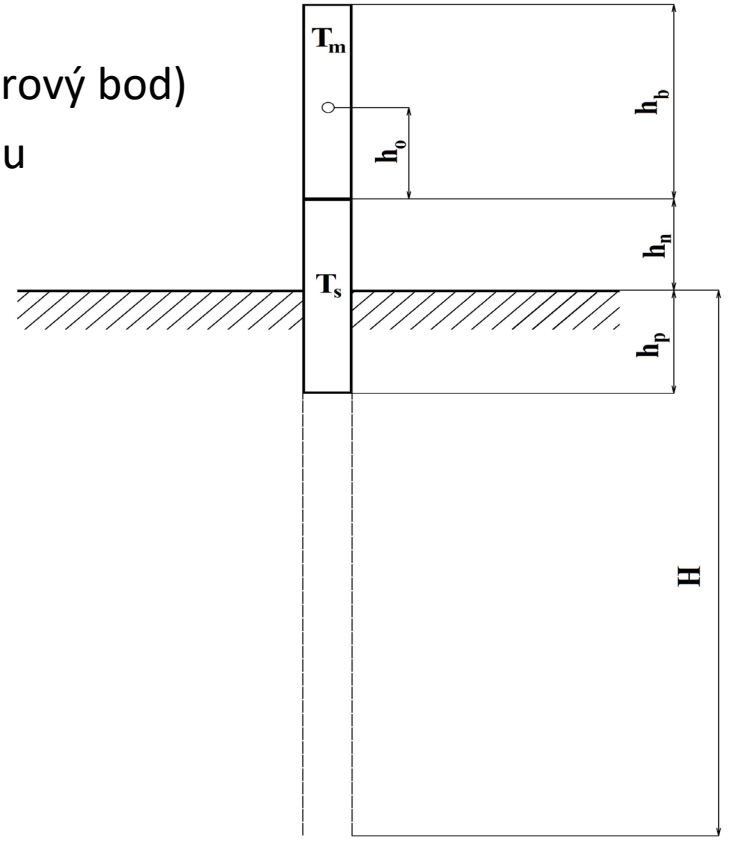

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
CZ PL
PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG
HEDVIKA
THe5
THe3
THe1
THe2
THe4


VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
CZ PL
PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG
HEŘMANICE
THř2
THř3
THř1
THř4
THř6
THř7
THř8
THř5

Odběrový bod

- H - hloubka vrtu
- h_p - hloubka zapuštění nerezové trubky (odběrový bod)
- h_n - výška trubky vystupující nad povrch odvalu
- h_b - výška odběrového trubice
- h_o - vzdálenost místa odběru od spoje T_s a T_m

- T_s a T_m - nerezové trubky (nerez 1.4004)



VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

VRTY

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

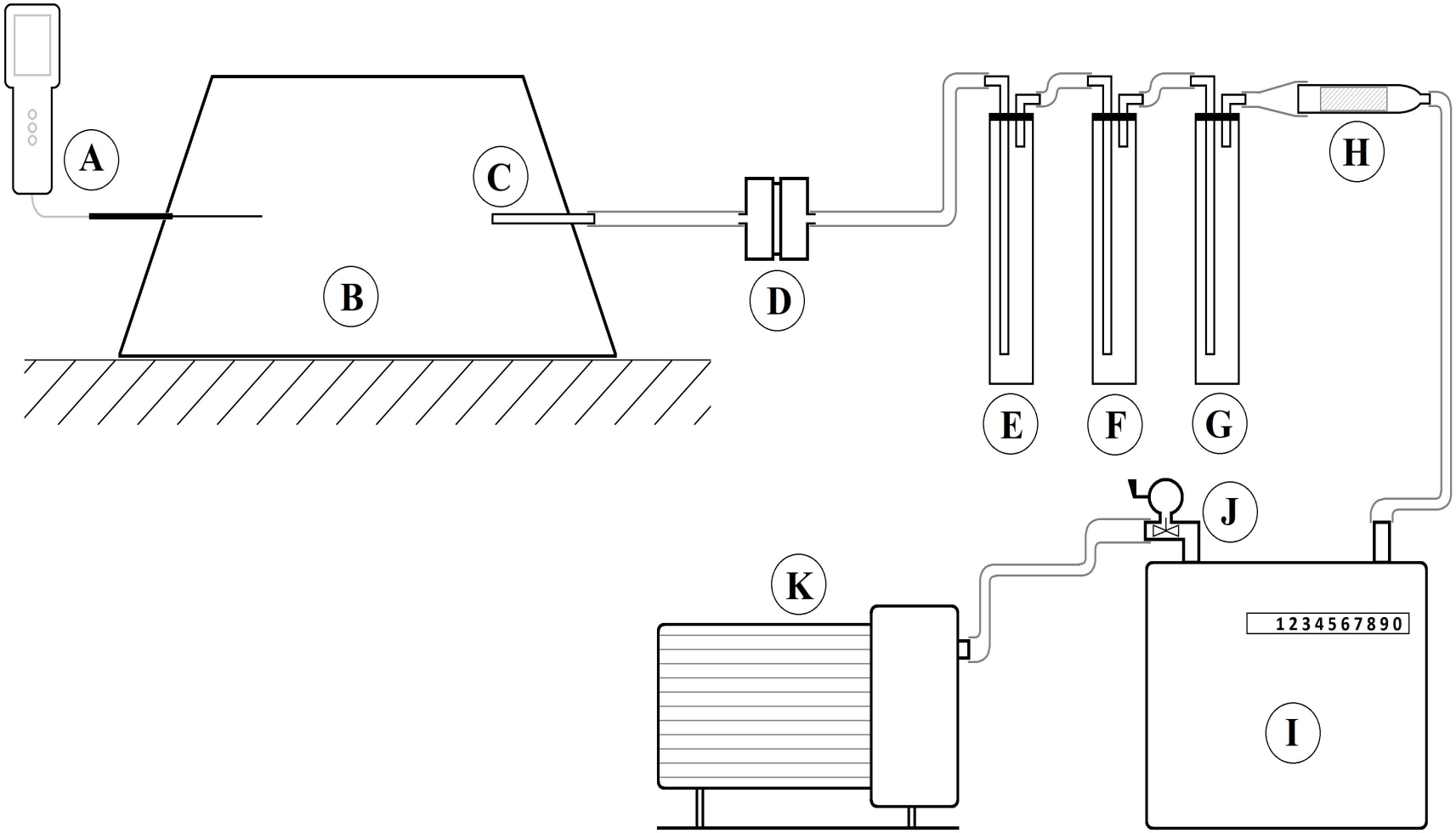
CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

Screeningová metoda odběru

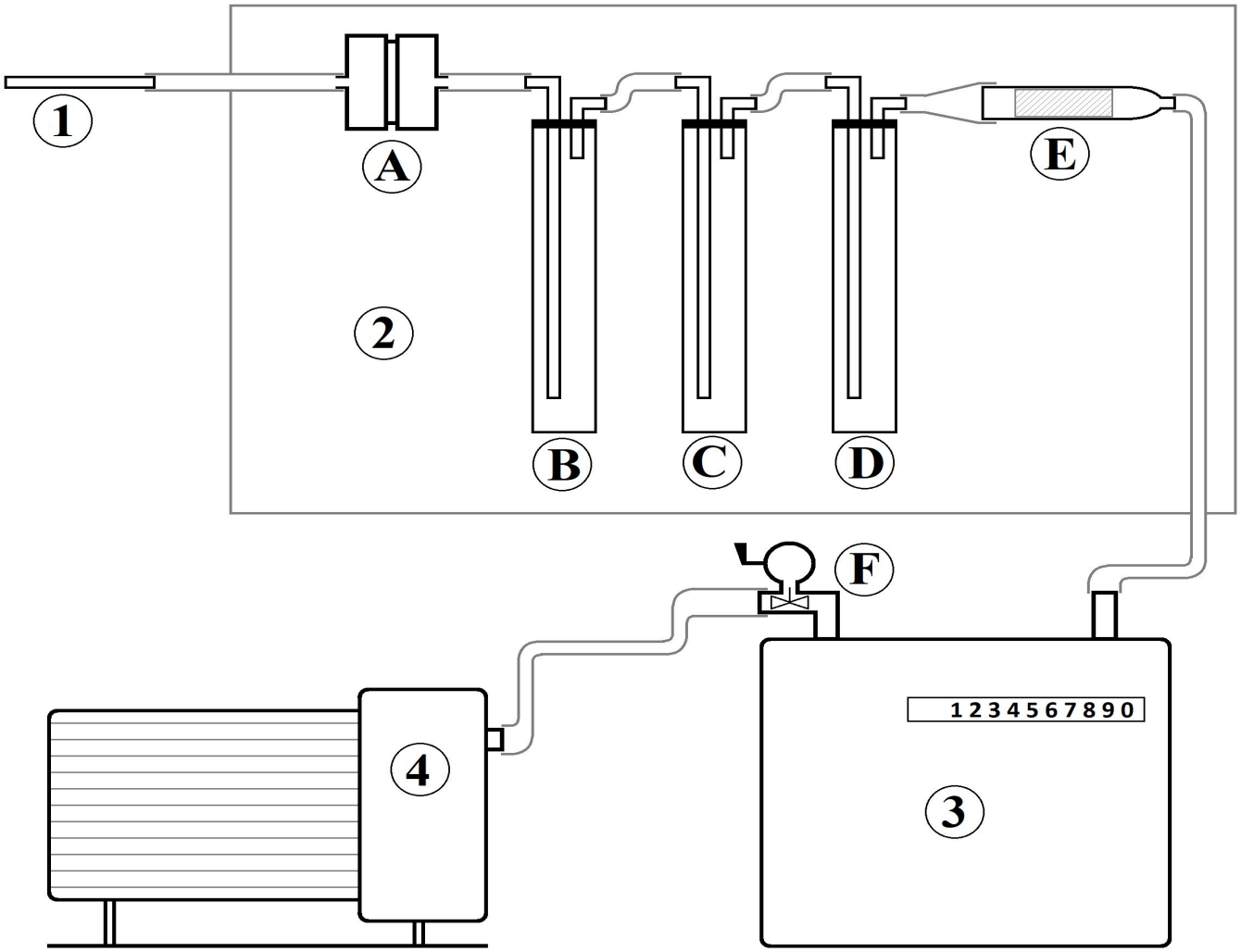
- Stanovení koncentrace
  - PAHs
  - PM_x a toxické kovy



Screeningová odběrová aparatura

Odběrová aparatura

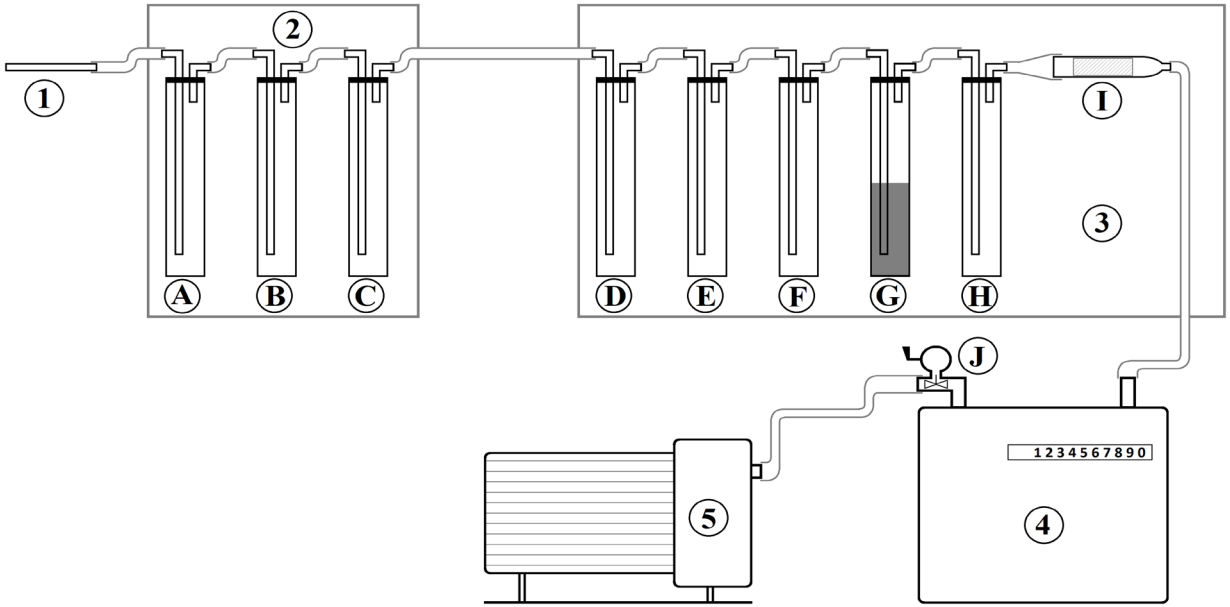
- Přesné odběry
- Úprava aparatury dle:
  - Teplota
  - Rychlost proudění
  - Kondenzace



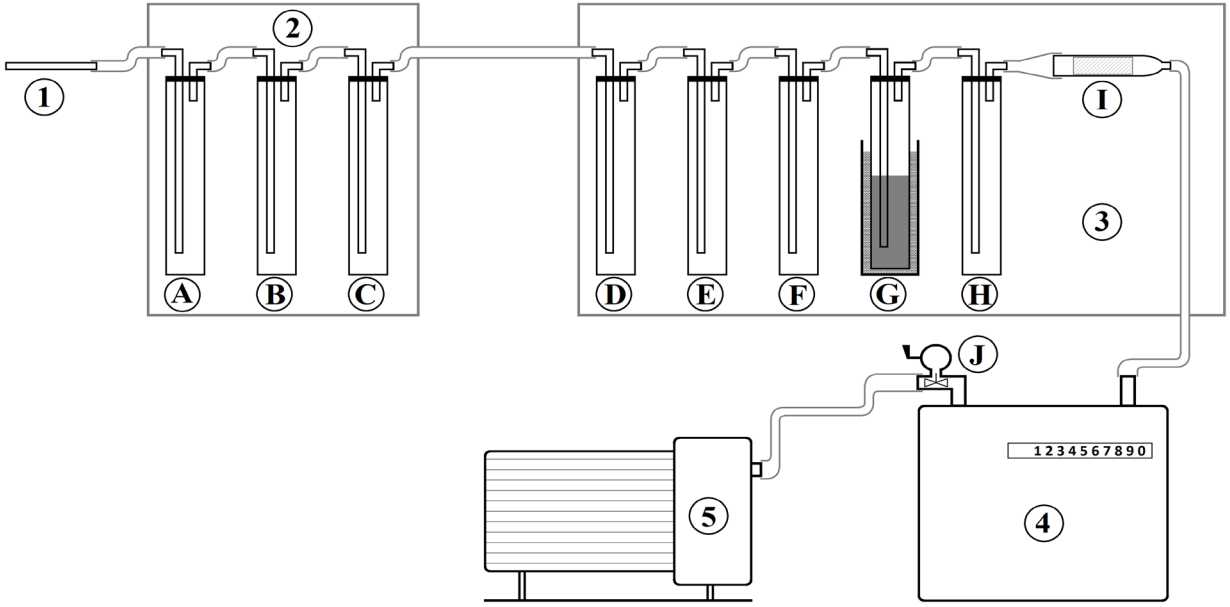
Základní odběrová aparatura

Teplota max: 180 °C

Rychlost proudění: 5-10 dm^3 min^{-1}

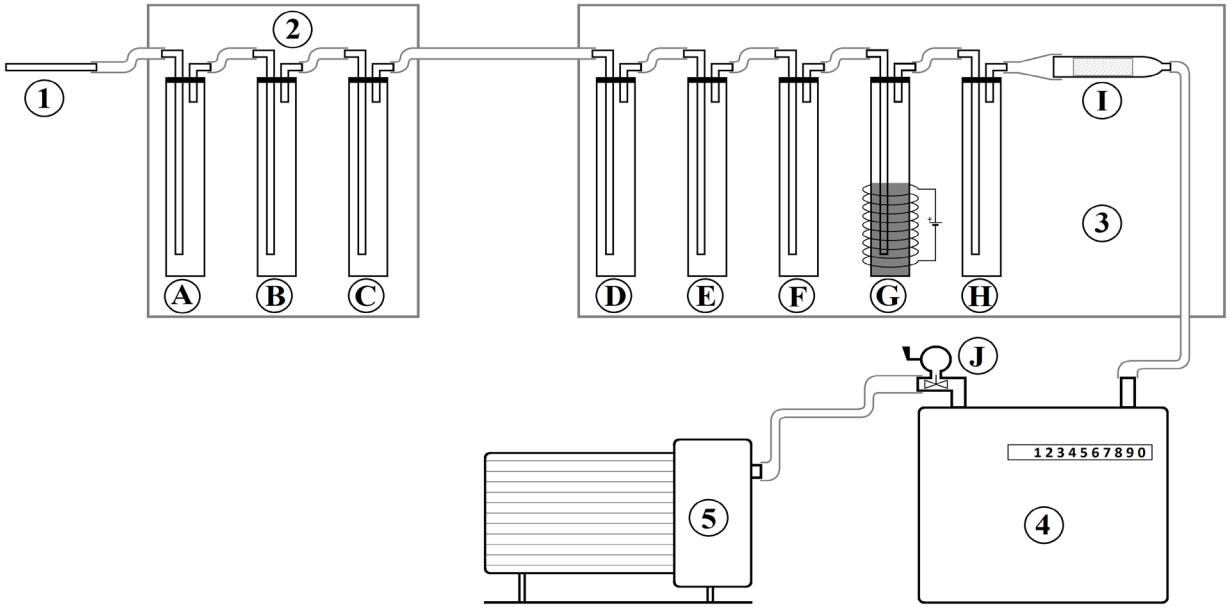


Teplota max: 300 °C
Rychlost proudění: 10-15 $dm^3\ min^{-1}$

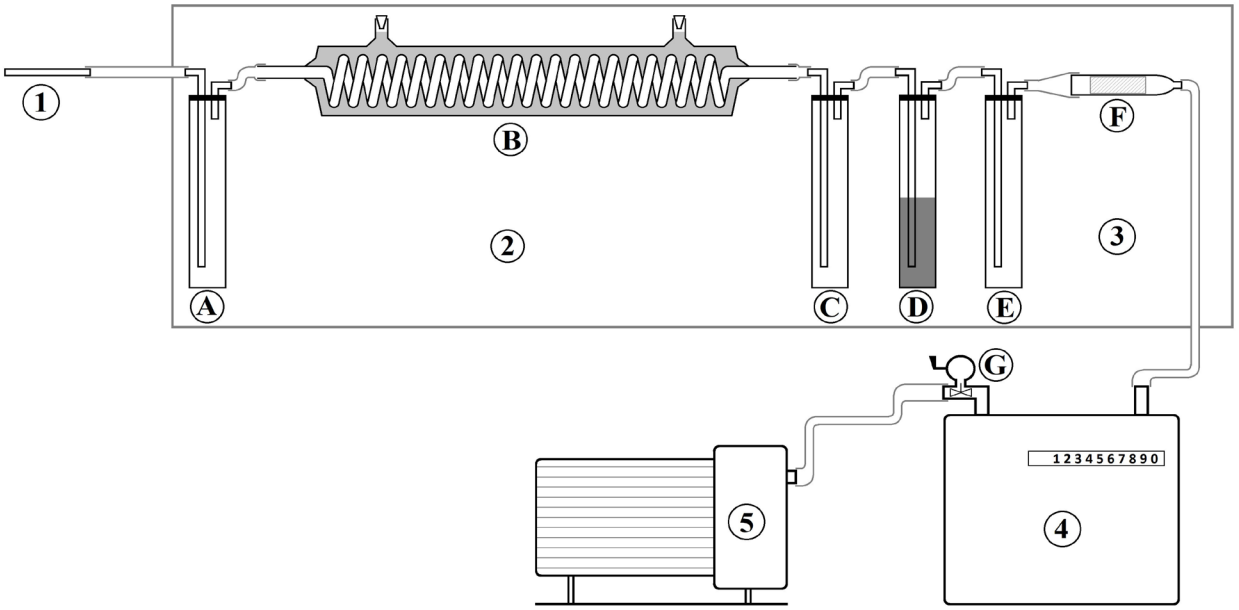


Teplota max: 350 °C
Rychlost proudění: 5-45 $dm^3\ min^{-1}$

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
GIG
CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO



Teplota max: 400 °C
Rychlost proudění: 1-50 $dm^3\ min^{-1}$



Teplota max: 500 °C
Rychlost proudění: 1-70 $dm^3\ min^{-1}$

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
GIG
CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

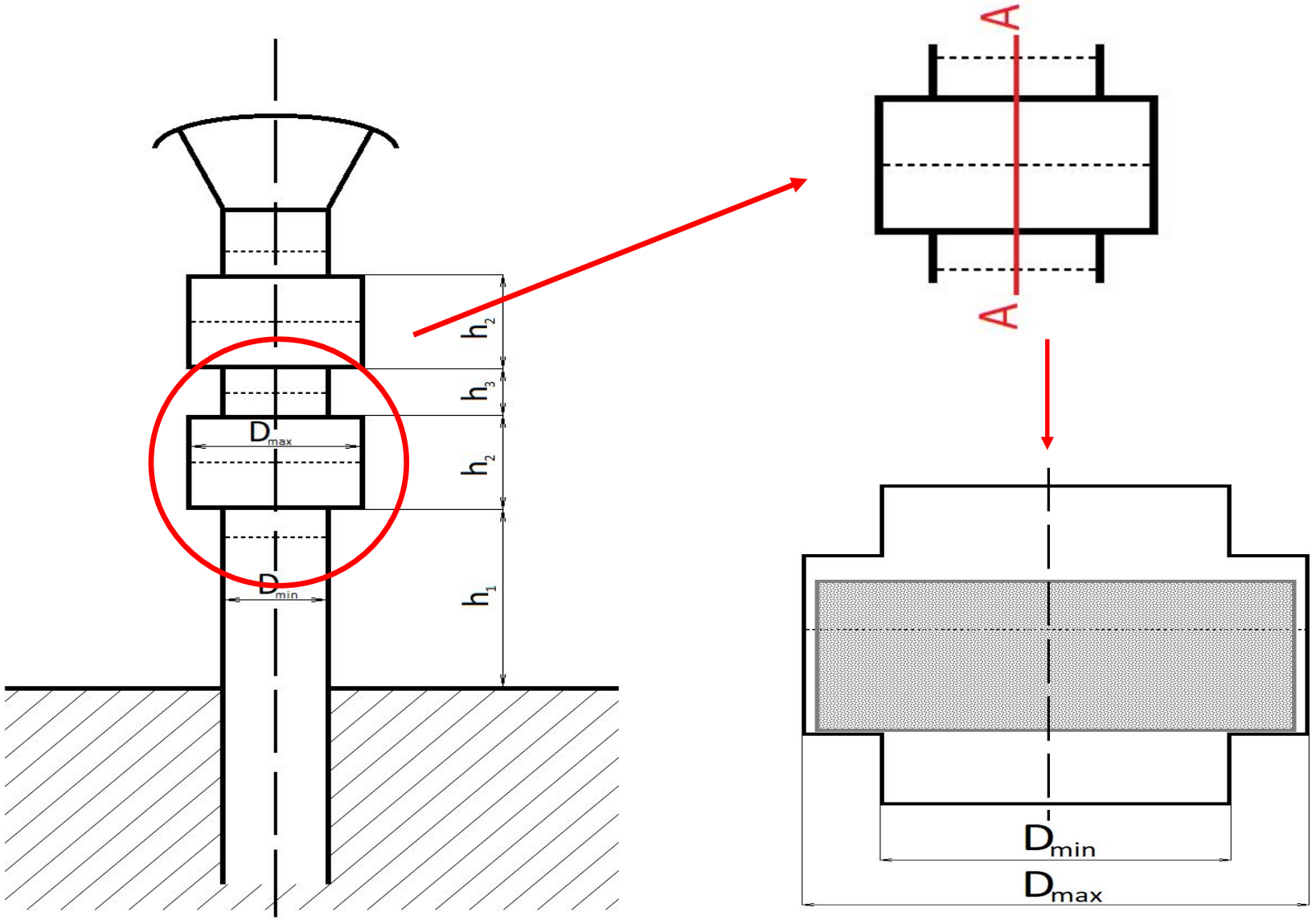
Stacionární odběrový bod

- Odběr PMx
- Pomocí filtru VUKOPOR

	Filtr 0	Filtr 1	Filtr 2	Filtr 3	Filtr 4
SiC	-	95 %	80 %	80 %	98 %
Al_2O_3	1,5 %	-	18 %	15 %	1,8 %
MgO	-	2 %	1,5 %	2 %	-
CaO	0,5 %	2,5 %	-	-	-
SiO_2	98 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,2 %
$CaCO_3$	-	-	-	2,5 %	-

Testy filtru VUKOPC

	Hedvika			
	Filtr 1	Filtr 2	Filtr 3	Filtr 4
Teplota spalin (°C)	364	352	348	355
Rychlost proudění (m s^{-1})	2,7–3,4			
Počet filtrů	3	3	3	3
Velikost pórů (mm) (F1/F3/F4)	5/0,5/0,05			
Míra degradace	zvýšená křehkost	částečný rozpad filtrů	částečný rozpad filtrů	bez poškození
pH kondenzátu	1,0–1,2			
	Heřmanice			
	Filtr 1	Filtr 2	Filtr 3	Filtr 4
Teplota spalin (°C)	321	308	312	317
Rychlost proudění (m s^{-1})	3,0–3,9			
Počet filtrů	3	3	3	3
Velikost pórů (mm) (F1/F3/F4)	5/0,5/0,05			
Míra degradace	zvýšená křehkost	částečný rozpad filtrů	kompletní rozpad filtrů	bez poškození
pH kondenzátu	0,95–1,2			


A
A
h_2
h_3
h_2
h_1
D_{max}
D_{min}
D_{min}
D_{max}

Parametry odběru

- Parametry odběr PAHs
  - Odběr 2 000 dm3
  - Délka odběru 3-5 h (jeden bod)
- Stacionární oděry
  - Doba odběru 24 h

Děkuji za pozornost

Poligony doświadczalne i prace terenowe po polskiej stronie granicy zrealizowane w ramach projektu TERDUMP

Testovaci polygony a terenni prace po polske strane hranice a dokonceny w ramci projektu TERDUMP

Krzysztof Gogola
Marcin Grądziel
Zbigniew Bzowski
Hubert Makuła
Grzegorz Ligocki
Zakład Monitoringu Środowiska
Główny Instytut Górnictwa

Ostrava, 13.06.2019 r.

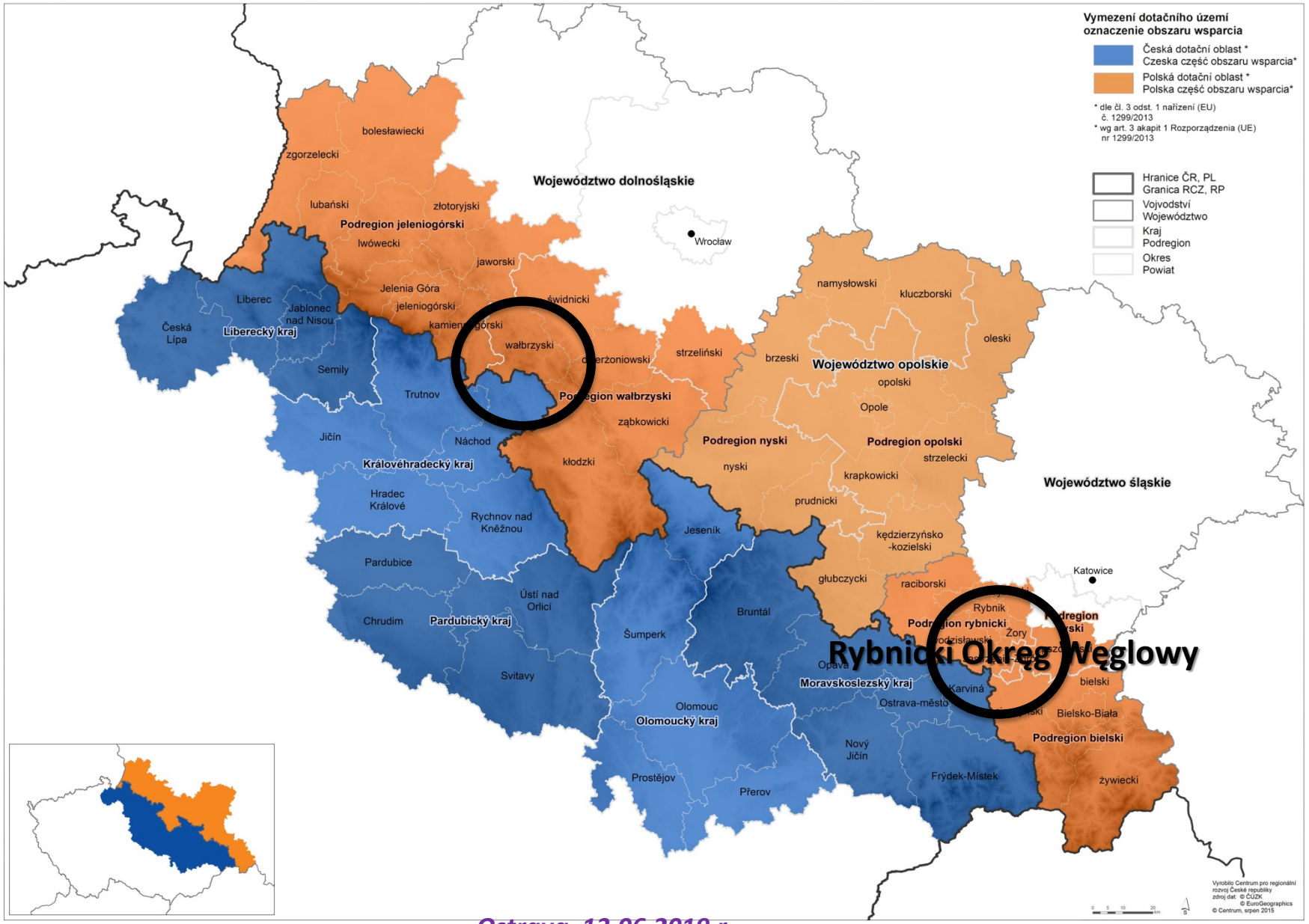
Hałdy w strefie przygranicznej

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

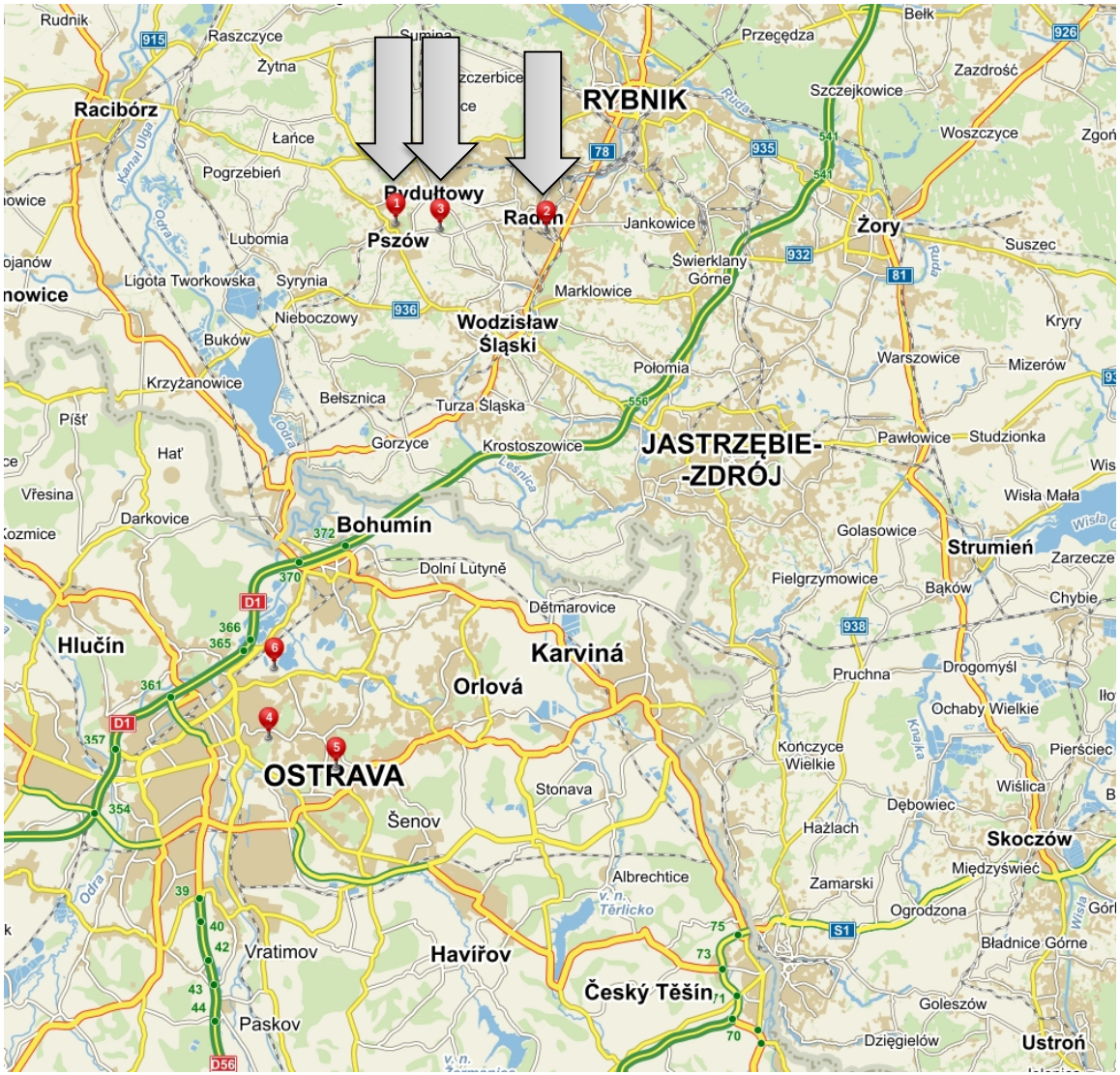
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

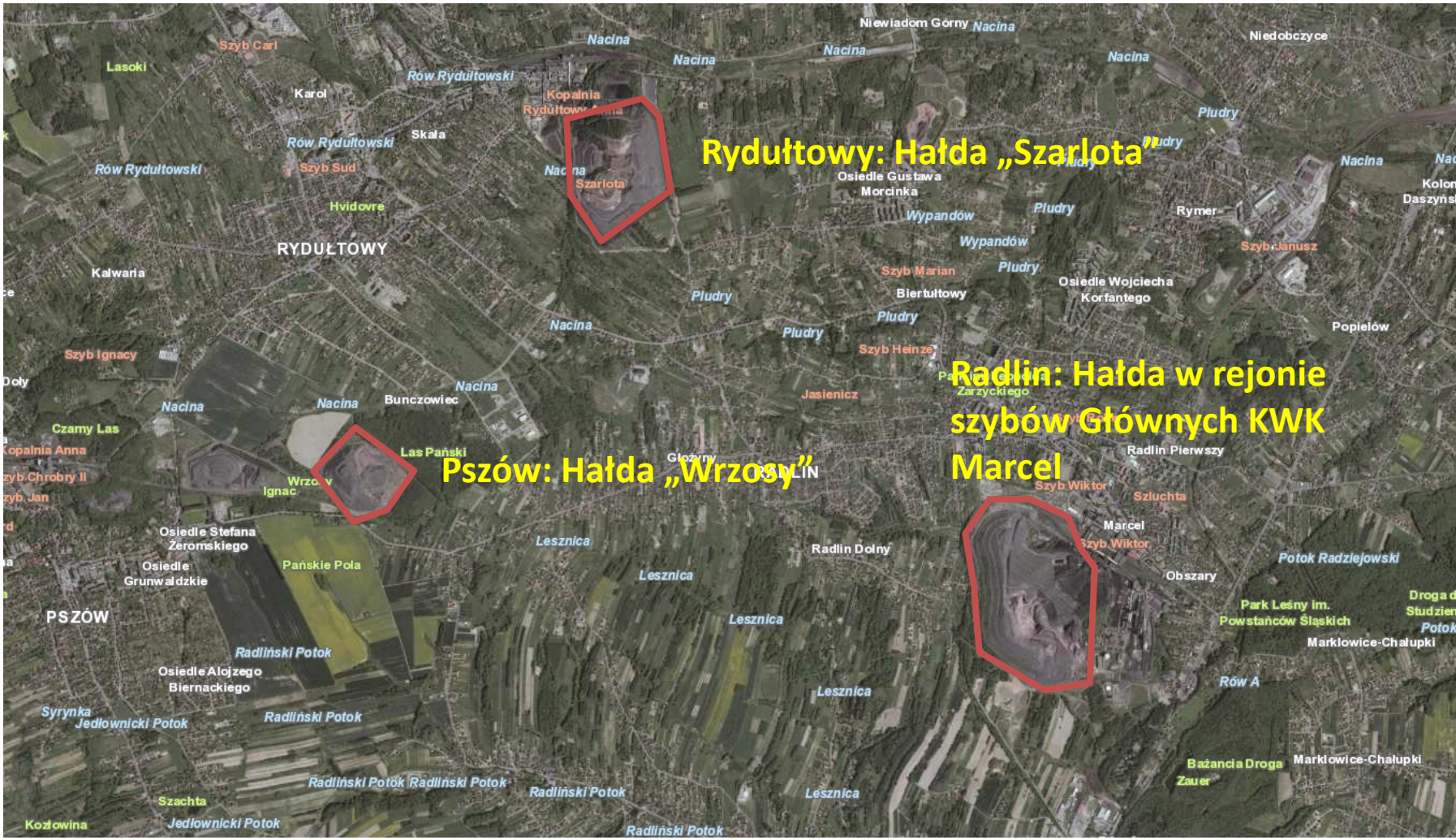


Ostrava, 13.06.2019 r.

Wybór poligonu doświadczalnego



Ostrava, 13.06.2019 r.



Ostrava, 13.06.2019 r.

- **Brak możliwości rekultywacji terenu**
- **Odory**
- **CO, WWA, H_2S, Cl_2, NH_3, GHG**
- **Zagrożenia termiczne**
- **Trwała degradacja terenu**

Problem

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

Wstępne wizje terenowe

Ostrava, 13.06.2019 r.

Wstępne wizje terenowe

Ostrava, 13.06.2019 r.

Doświadczenia z badań terenowych

Ostrava, 13.06.2019 r.

Doświadczenia z badań terenowych

Ostrava, 13.06.2019 r.

Doświadczenia z badań terenowych

Ostrava, 13.06.2019 r.

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

Poligon nr 1 - hałda „Wrzosy”

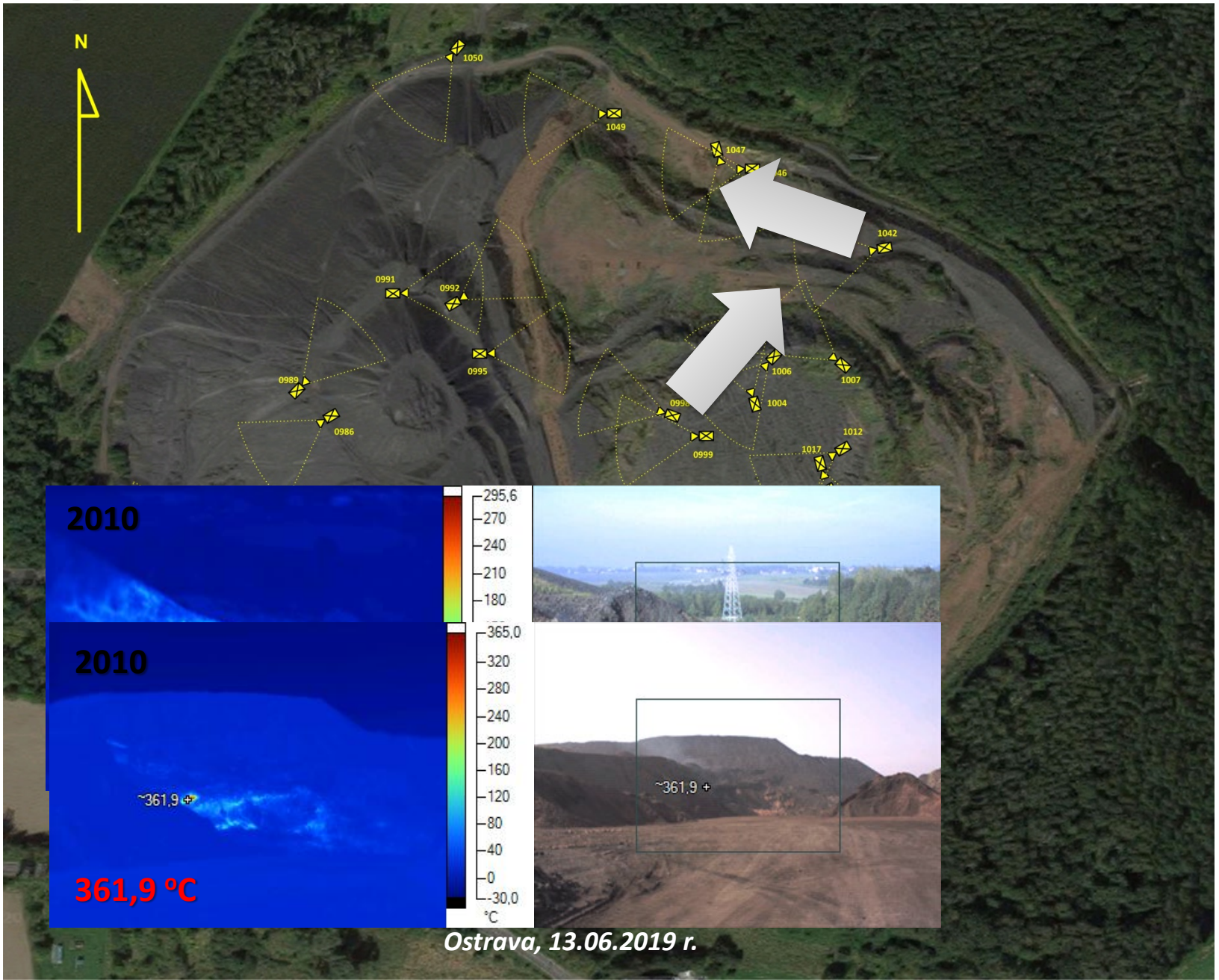
Ostrava, 13.06.2019 r.

Pszów: hałda „Wrzosy”

- Powierzchnia: ok. 16 ha
- Rzędna maksymalna: ok. 350 m n.p.m.
- Nagromadzenie odpadów: 2,7 mln m^3

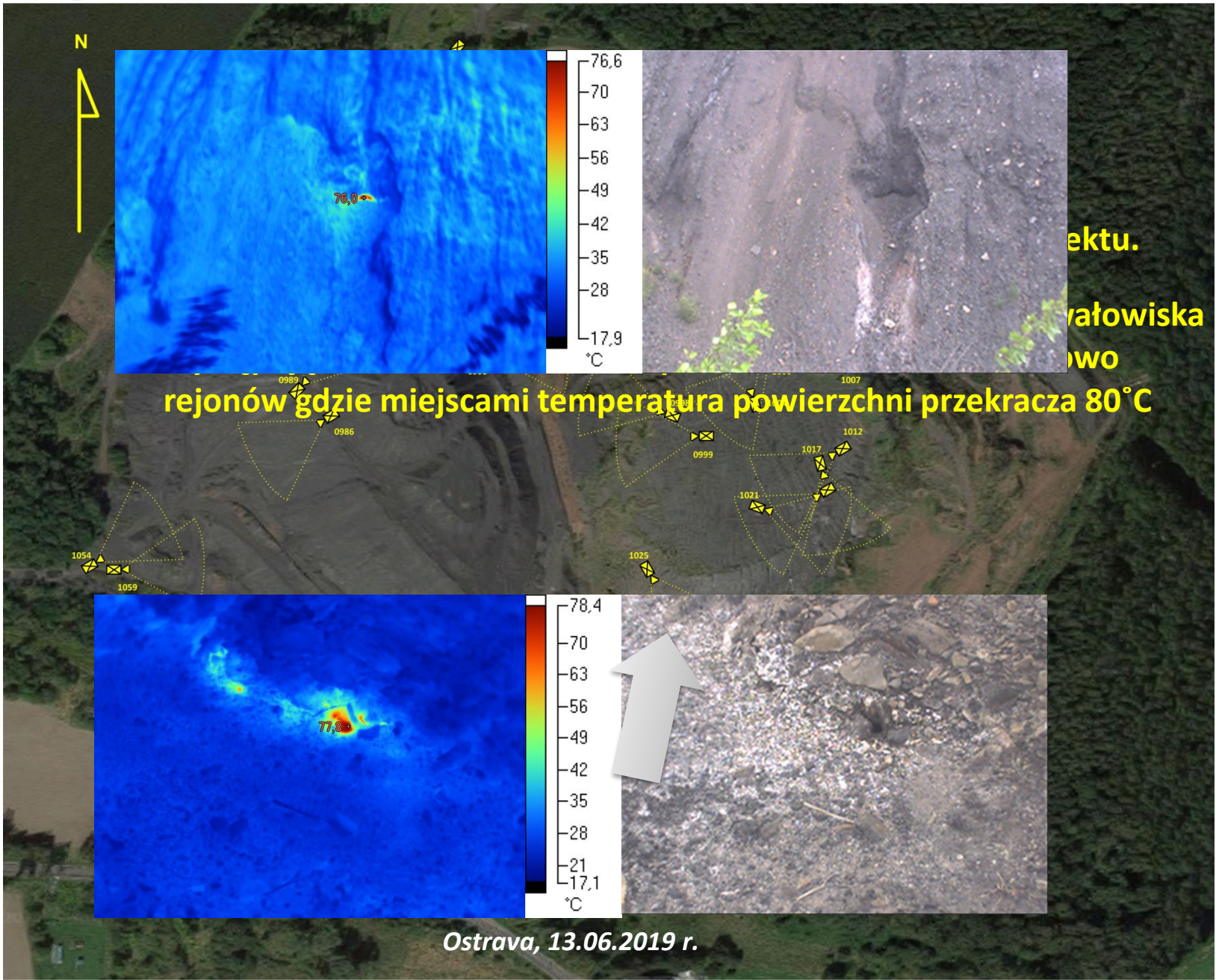
Ostrava, 13.06.2019 r.

Pszów: hałda „Wrzosy”



Ostrava, 13.06.2019 r.

TERDUMP „Wrzosy”



ektu.

wałowiska

owo

rejonów gdzie miejscami temperatura powierzchni przekracza 80˚C

Ostrava, 13.06.2019 r.

Pszów: hałda „Wrzosy”

- Na zwałowisku prowadzono pomiary emisji we wszystkich kwartałach podczas trwania projektu
- W ramach badań wykonano 3 otwory o głębokości 10 m
- W profilach otworów dominował głównie przepalony odpad powęglowy

Ostrava, 13.06.2019 r.

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

Poligon nr 3 - hałda KWK Marcel

Ostrava, 13.06.2019 r.

Radlin: hałda KWK Marcel

Zwałowisko KWK ROW Ruch Marcel – rejon Szybów Głównych

- Czynne, częściowo przepalone sukcesywnie rekultywowane
- W przeszłości w „starej” cześci obiektu występowały intensywne zjawiska termiczne
- Powierzchnia 56 ha
- Kubatura: 25 mln m^3
- Rzędna maksymalna: 320 m n.p.m

Ostrava, 13.06.2019 r.

Radlin: hałda KWK Marcel

Ostrava, 13.06.2019 r.

Radlin: hałda KWK Marcel

2017

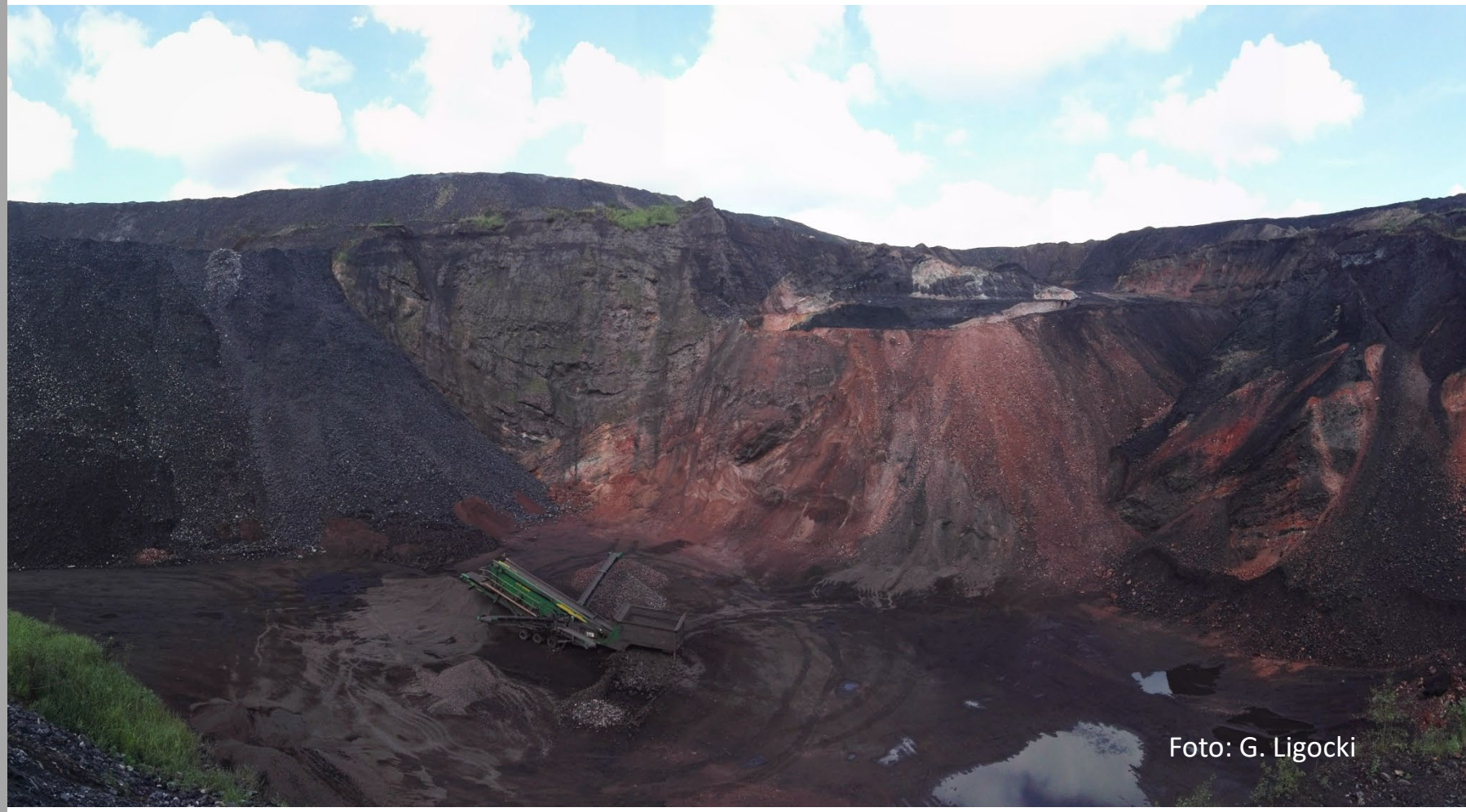


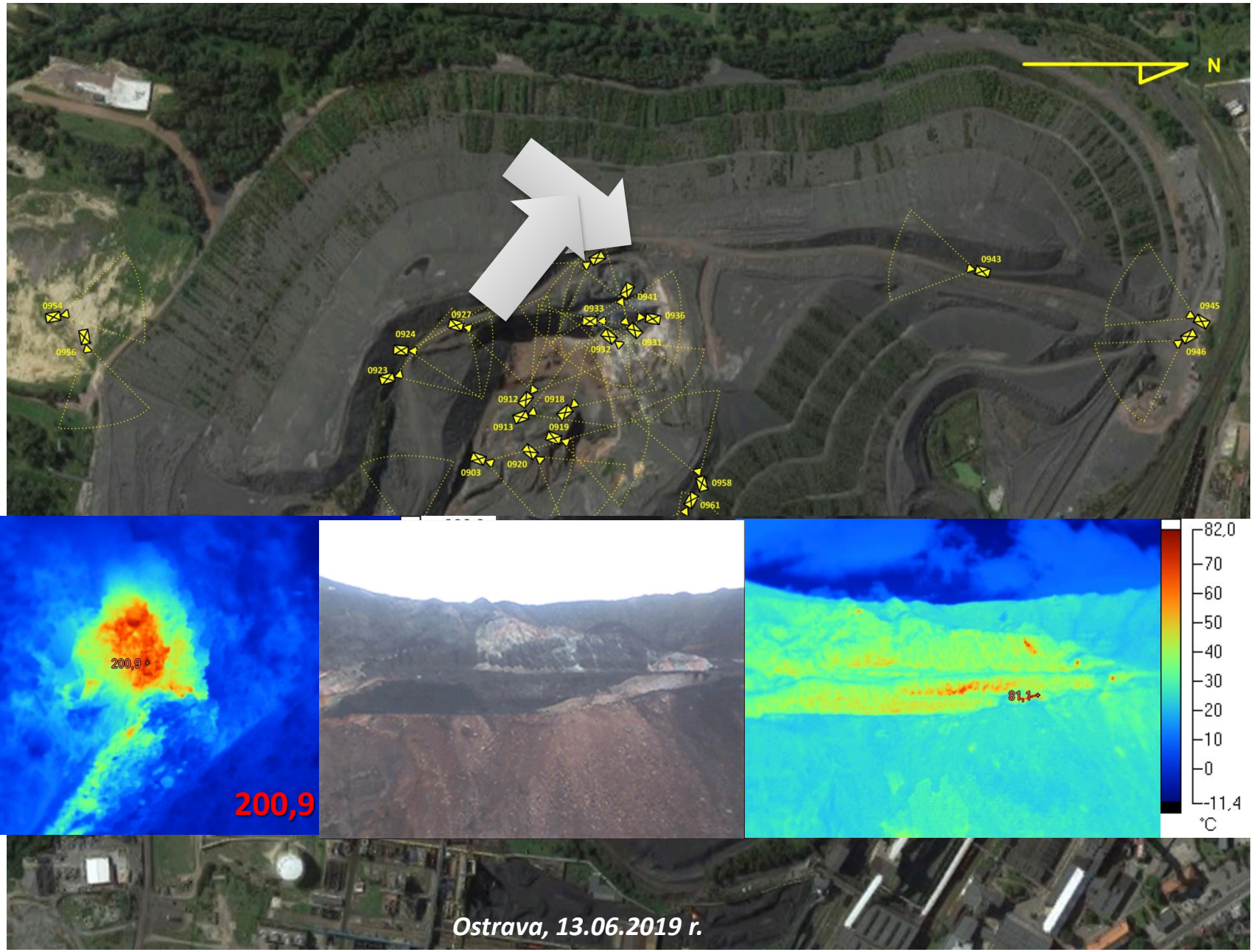
Foto: G. Ligocki

Ostrava, 13.06.2019 r.

- Badania termowizyjne TERDUMP: czerwiec 2017
- Wykonano 27 termogramów
- Brak oznak aktywności termicznej na „nowej”, sukcesywnie rekultywowanej części obiektu.
- W części centralnej hałdy, w rejonie gdzie prowadzona jest eksploatacja przepalonego łupka, lokalnie występują miejsca, gdzie temperaturę powierzchni przekracza 200˚C.

Ostrava, 13.06.2019 r.

TERDUMP Radlin



Poligon nr 2 - hałda „Szarlota”

Ostrava, 13.06.2019 r.

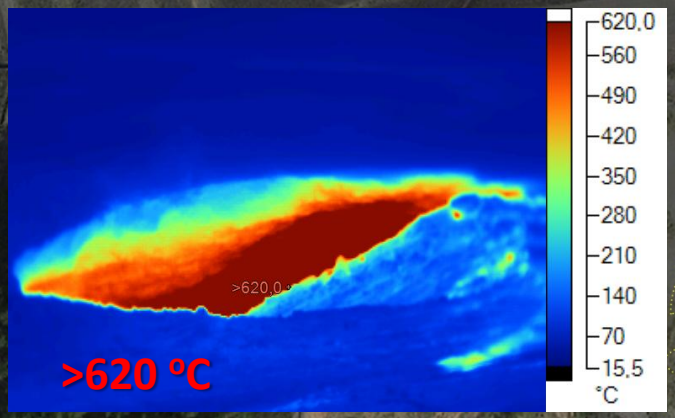
Rydułtowy: hałda „Szarlota”

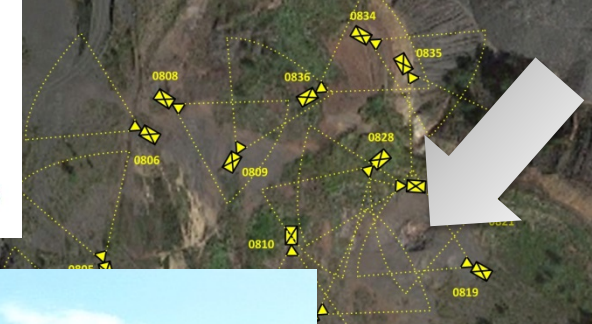
Zwałowisko przy szybie Leon II KWK ROW Ruch Rydułtowy.

- Czynne, częściowo aktywne termicznie.
- Powierzchnia: ok. 36 ha
- Rzędna maksymalna: 406 m n.p.m (stożek), 352 m n.p.m.
- Nagromadzenie odpadów: 13 mln m^3
- Intensywne zjawiska termiczne na obszarze tzw. zwału płaskiego nr 3 oraz dawnego stożka nr 2

Ostrava, 13.06.2019 r.

Rydułtowy: hałda „Szarlota”





Ostrava, 13.06.2019 r.

Rydułtowy: hałda „Szarlota”

Ostrava, 13.06.2019 r.

TERDUMP „Szarlota”

- Badania termowizyjne TERDUMP: maj-czerwiec 2017
- Wykonano 27 termogramów
- W rejonie zapadliska stwierdzono temperatury sięgające lokalnie 500 ^{o}C
- W rejonie spękań i szczelin, w miejscach ekshalacji gazów pożarowych, notowano temperatury powierzchni rzędu 40-70 ^{o}C

Ostrava, 13.06.2019 r.

- Na hałdzie przeprowadzono dwie serie pomiarowe 2018-2019
- Wykonano dwa otwory badawcze o głębokości ok. 6
- W strukturze nasypu dominował przepalony odpad powęglowy

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

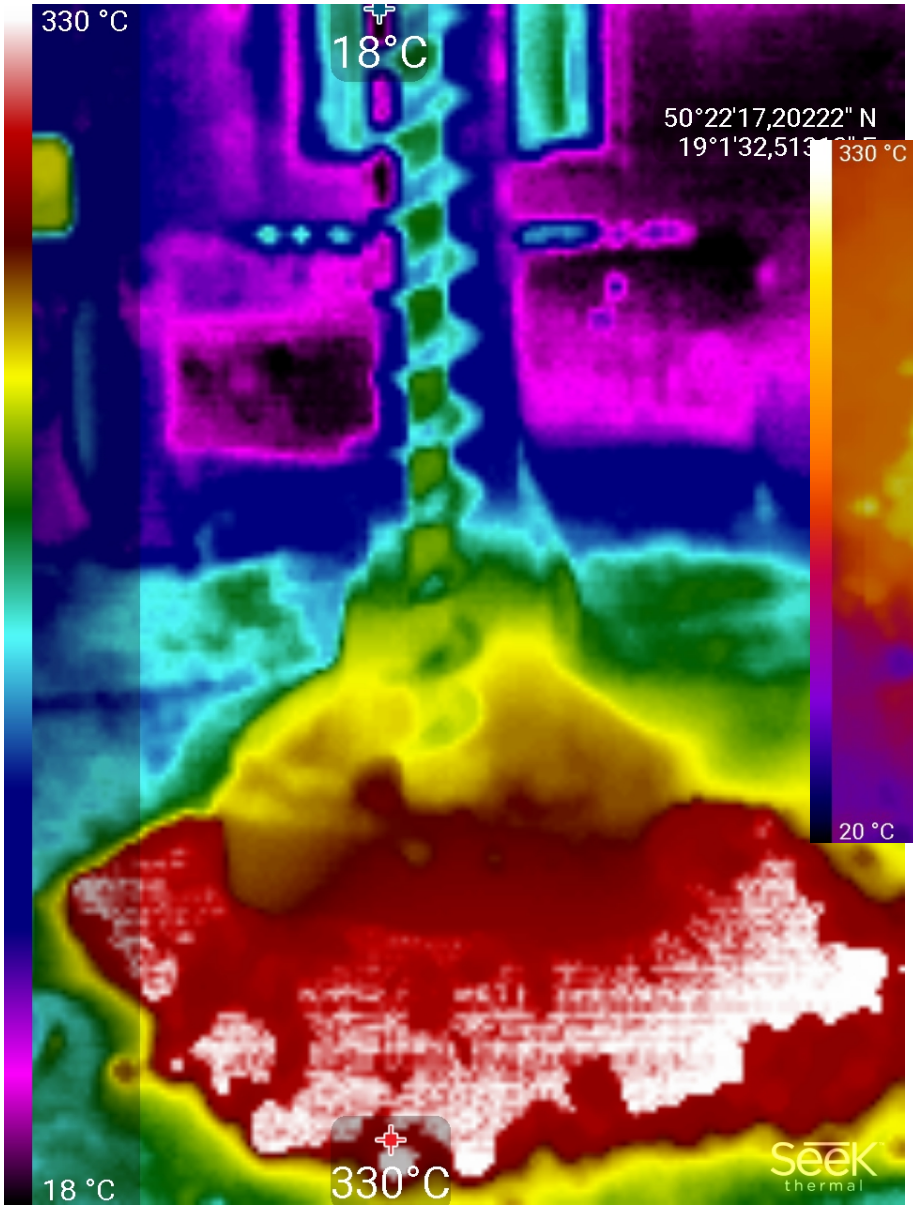
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

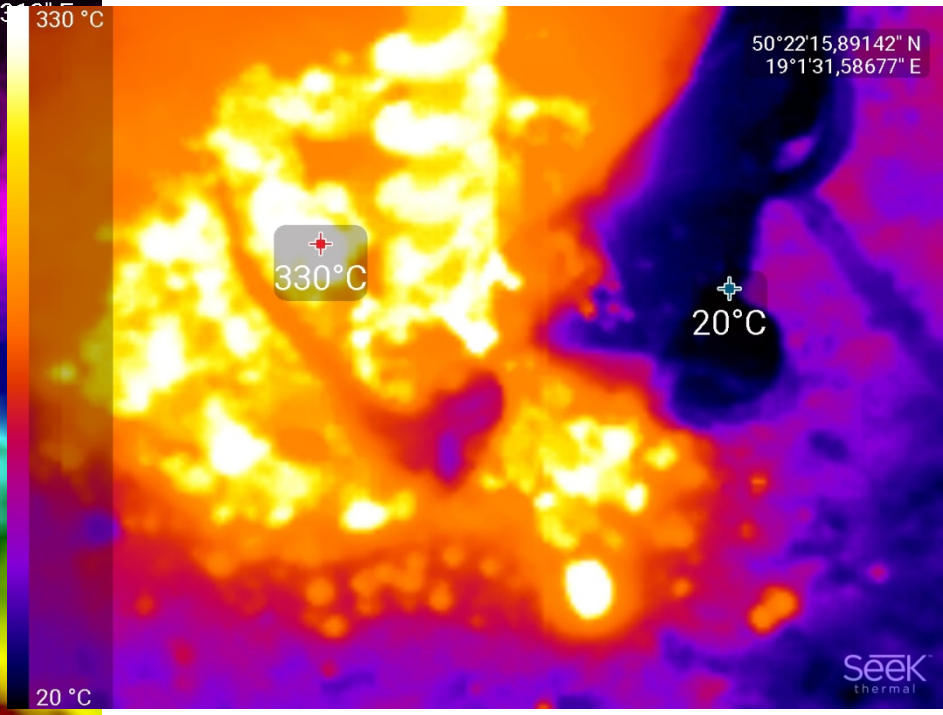
GIG

Doświadczenia z badań terenowych

Ostrava, 13.06.2019 r.

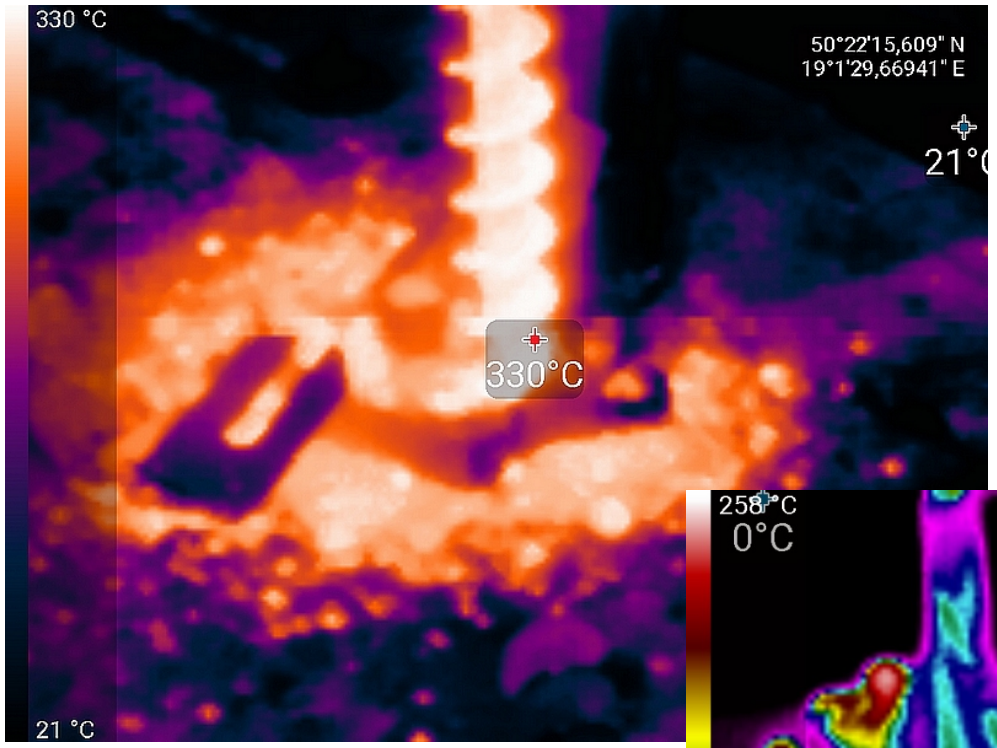
Doświadczenia z badań terenowych

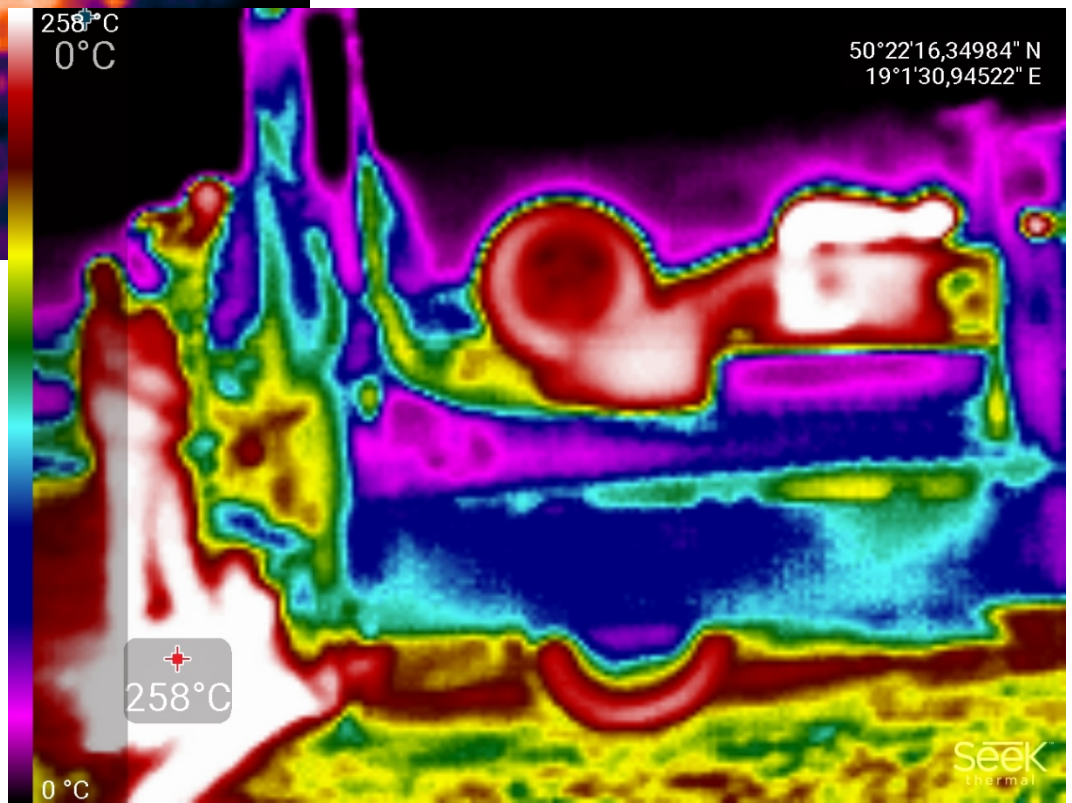




Ostrava, 13.06.2019 r.

Doświadczenia z badań terenowych





Ostrava, 13.06.2019 r.

Doświadczenia z badań terenowych

Ostrava, 13.06.2019 r.

PODSUMOWANIE

- W profilach otworów badawczych na hałdzie „Wrzosy” dominował przepalony odpad powęglowy z zachowanymi skutkami wcześniejszej aktywności termicznej.
- Na hałdzie „Szarlota” stwierdzono temperatury sięgające lokalnie 500 ^{o}C, co wskazuje na konieczność działań zmierzających do ograniczenia odziaływania na środowisko.
- Hałda KWK „Marcel” była podana rekultywacji przez likwidację odpadów przepalonych i zapożarowanych, co skutkuje zmianą jej kształtu i morfologii.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Ostrava, 13.06.2019 r.

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

TERDUMP

Spolupráce VŠB-TUO/GIG Katowice na průzkumu hořících hald na obou stranách společné hranice

(CZ.11.4.120/0.0/0.0/15_006/0000074)

2. workshop

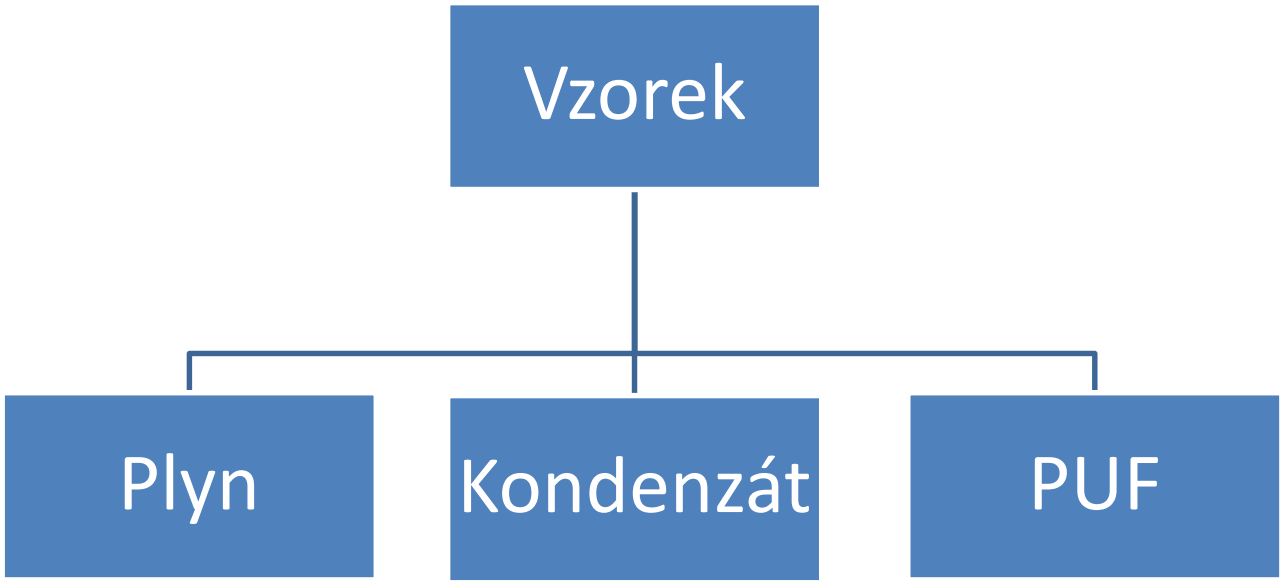
VŠB–TU Ostrava

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

Metody analýz a vyhodnocení na VŠB-TUO.

RNDr. H. Otoupalíková, Ing. Z. Lacný

Analýzy provedené na VŠB-TU Ostrava



Analýza plynů

Metan, etan, eten, propan, propen, butan, iso –butan, etyn

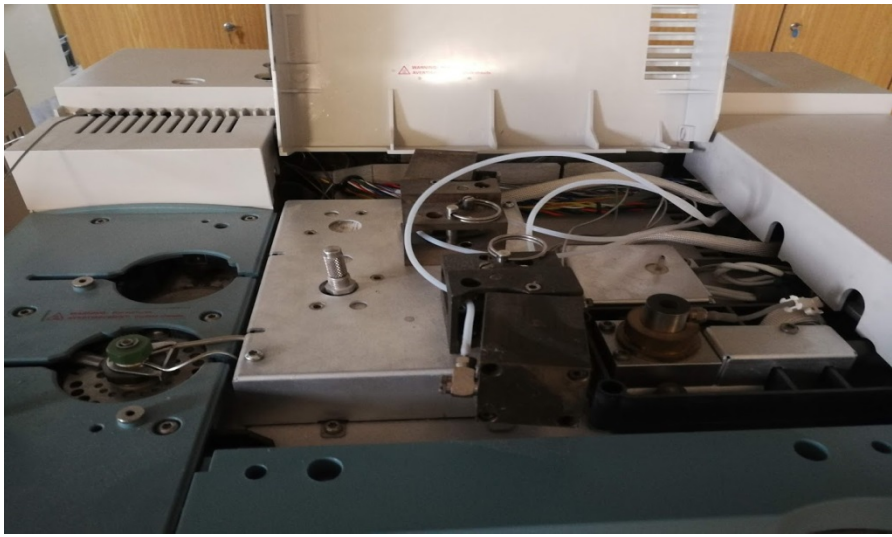
CO_2, H_2S

Tedlar

Plynová chromatografie

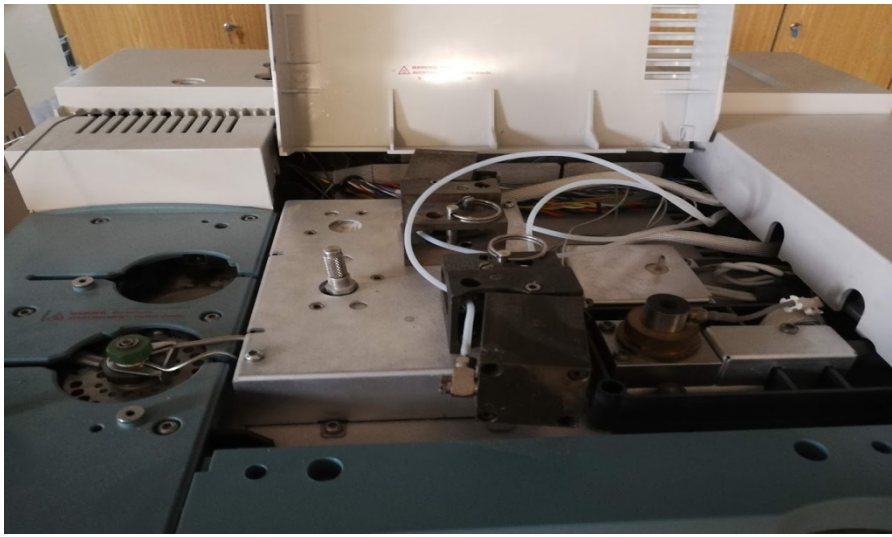
Analýza plynů GC/FID/TCD

- **Postup**
- Plyny odebrány do Tedlarových vaků o objemu 1l
- Analýza do 24 hodin od odběru.
- GC Separace plynů na kolonách typu PLOT .
- Dávkovaní plynů – plnění dávkovací smyčky pomocí plynotěsné stříkačky s ventilem.
- Vlastní analýza:
- Plynový chromatograf GC-Plynový chromatograf Agilent 6890N
- Analytický systém sestavený z plynového chromatografu vybaveného dávkovacím ventilem, předfiltrem, detektory, kolonami, nosnými a kalibračními plyny, PC a ovládacím software.



Analýza plynů GC/FID/TCD

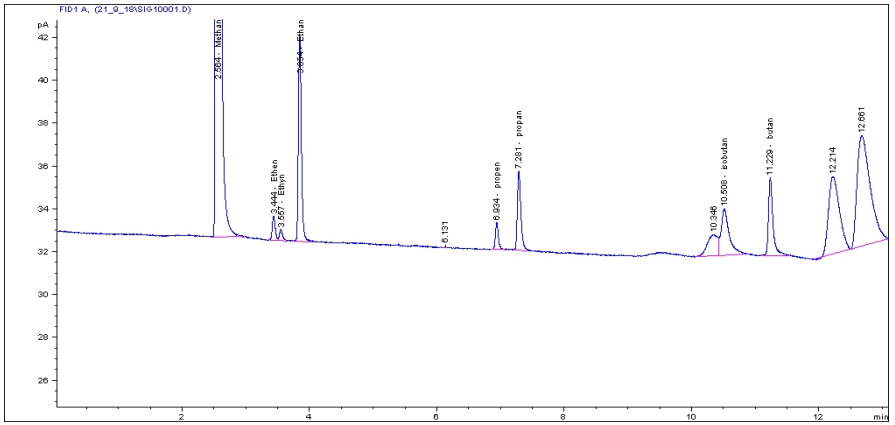
- Použité kolony pro analýzu plynů:
- 1.HP –Plot/Q 30 m x 0.53 mm
- 2. Mol –Sieve 30m x 0,53mm
- Zapojení do serie přes přepínací ventil
- Nosný plyn: He
- Detektory:
- Plamenoionizační detektor (FID)
- Teplotně vodivostní (TCD)
- Plynné certifikované kalibrační standardy fy. SIAD obsahující směs stanovovaných složek v dusíku. Kalibrace byla provedena metodou jednobodové kalibrace, při které byl příslušný GC on-line propojen přes redukční ventil přímo na kalibrační směs.
- Plyny byly skladovány při stejné teplotě a tlaku (prostředí), za jakých byly odebrány.

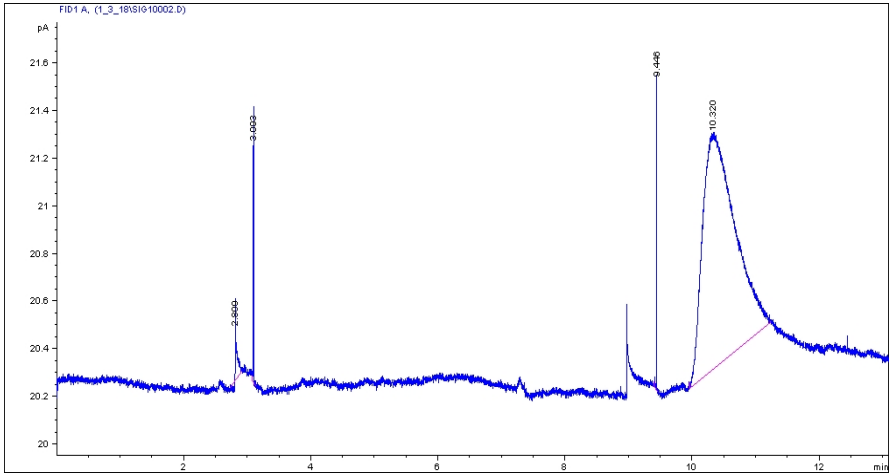


Analýza plynů GC/FID/TCD

- Výsledky - max. hodnoty.
- CO_2 - 13%
- Etan - 120ppm
- Propan - 16ppm
- Eten - 40ppm
- Iso-butan - 1600ppm
- H_2S - 0,02%

- Časté interference znemožňující analýzu – S ?





Analýza PAH Odběrový materiál

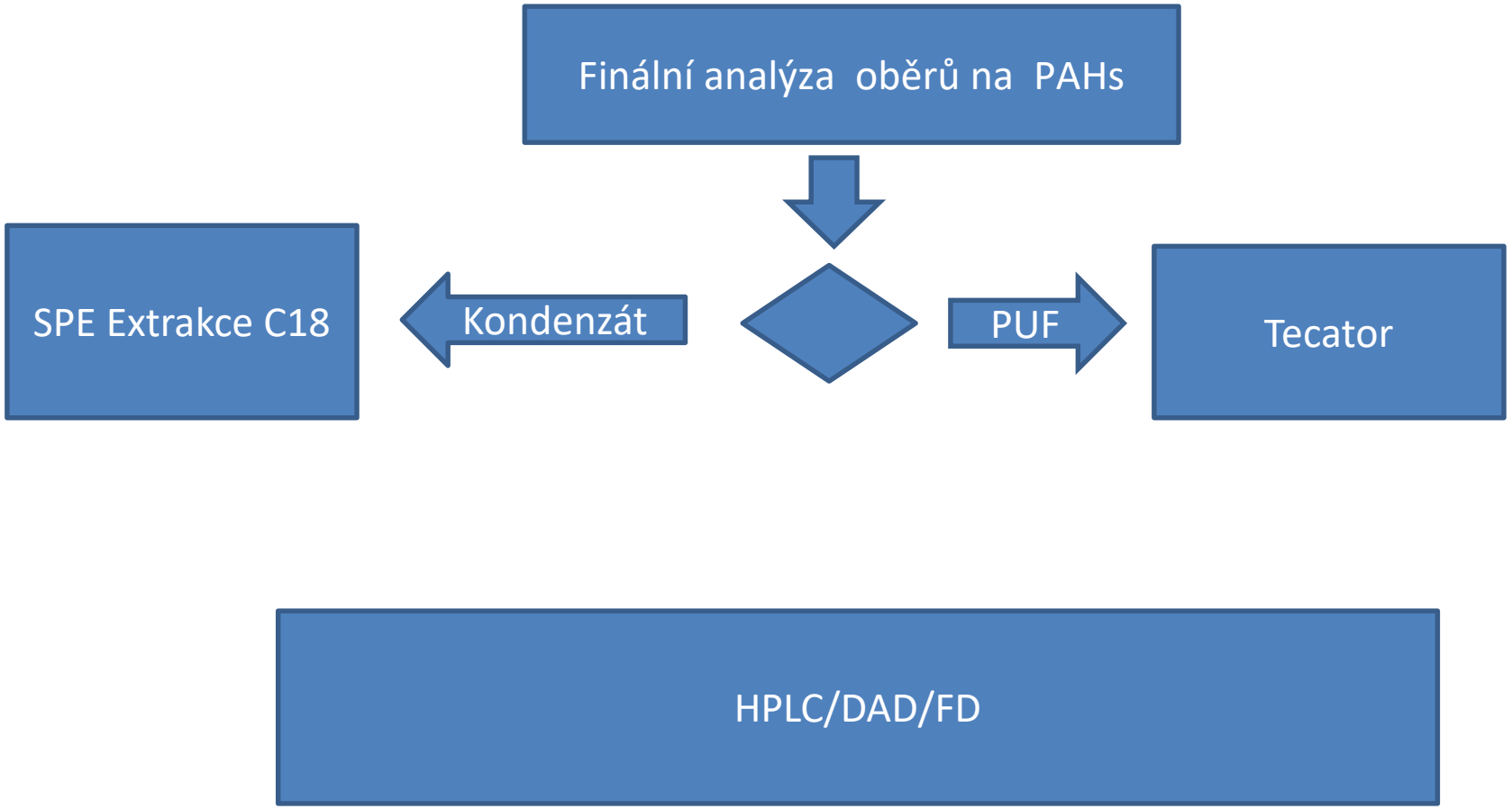
Vyčištěný PUF

SKC - Low-volume PUF Tubes
22-mm diameter x 76-mm length, uncleaned, Cat. No. 226-92

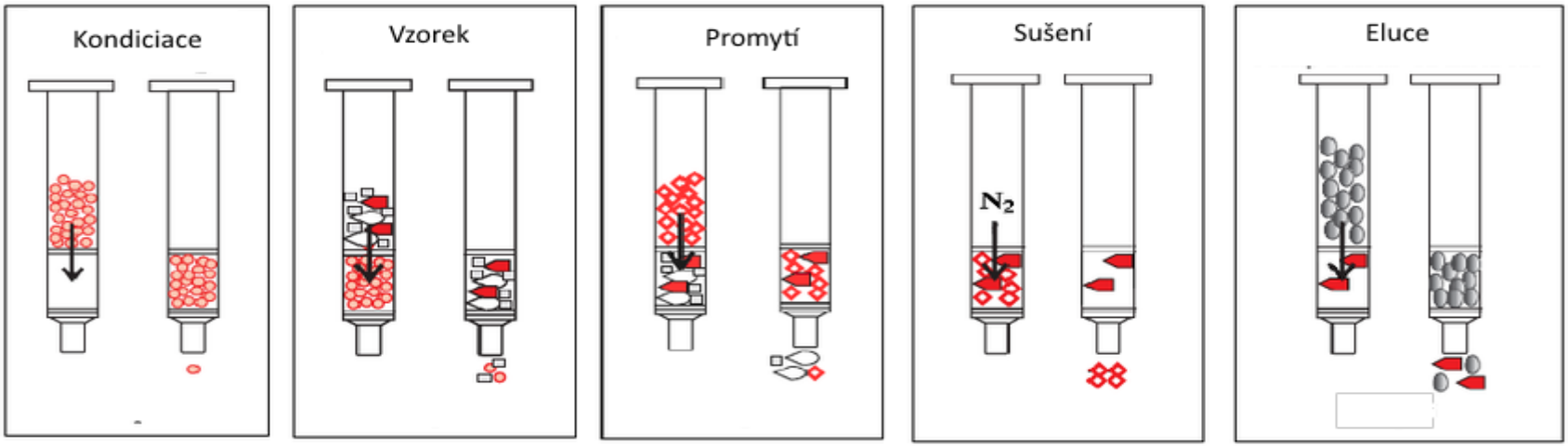
Filtry – Glass Microfiber GF/A , 47 mm

Čištění PUF

1. Praní demineralizovanou vodou
   1. Propírání 2 x 4 hodiny při 80°C
   2. Sušení min. 4 hodiny při 80°C (do sucha)
2. Extrakce ACE – aceton, 2 cykly (objemy dle přístroje)
3. Extrakce ACE – hexan, 2 cykly, sušení N_2 (objemy dle přístroje)
4. Sklo – kyselina chromsírová, násobný oplach demineralizovanou vodou, sušení 105°C
5. Vložení PUF do skleněného držáku, obalení alobalem.


Finální analýza oběrů na PAHs
SPE Extrakce C18
Kondenzát
PUF
Tecator
HPLC/DAD/FD

Zpracování kondenzátu
Extrakce na pevné fázi -SPE



Přesný postup a podmínky odzkoušeny a společně odladěny při konzultacích a vzájemných návštěvách pracovníku VŠB TU Ostrava a GIG Katowice.

Tecator

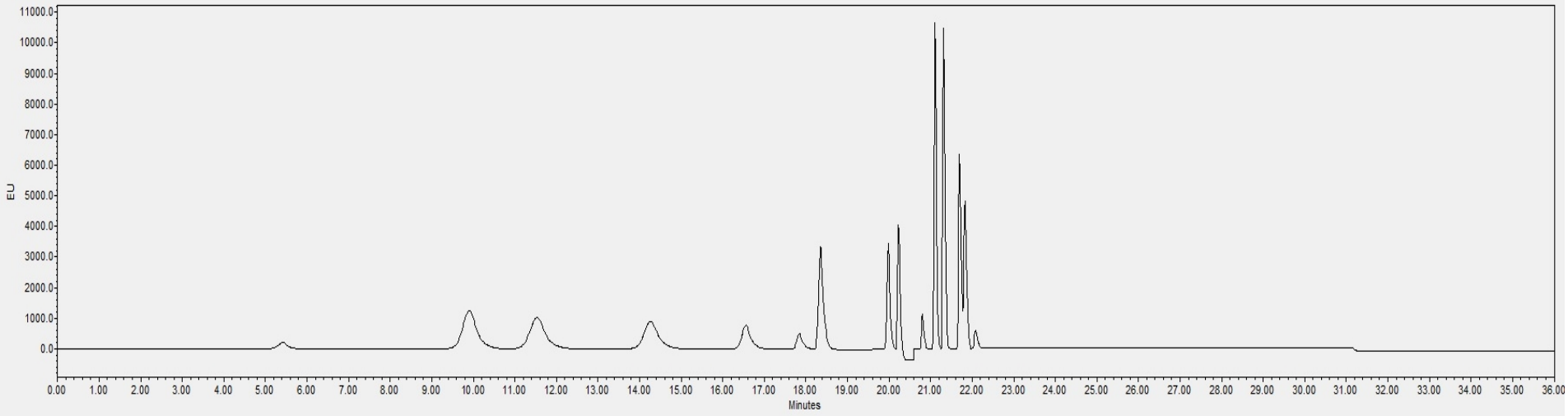
Podmínky zpracování PUF

1. Skleněná frita
2. Extrakční činidlo - dichlormethan
3. Doba extrakce - 8 hodin
4. Objem extraktu – 10ml
5. Alikvót – 2ml
6. Odfoukání dusíkem
7. Změna rozpouštědla na acetonitril 2ml
8. Filtrace 0,2μm – změna oproti původnímu postupu
9. Vlastní stanovení HPLC
10. Výpočet obsahu jednotlivých PAH ve vzorku

Postup odzkoušen a společně odladěn při konzultacích a vzájemných návštěvách pracovníku VŠB TU Ostrava a GIG Katowice.

Analýza HPLC

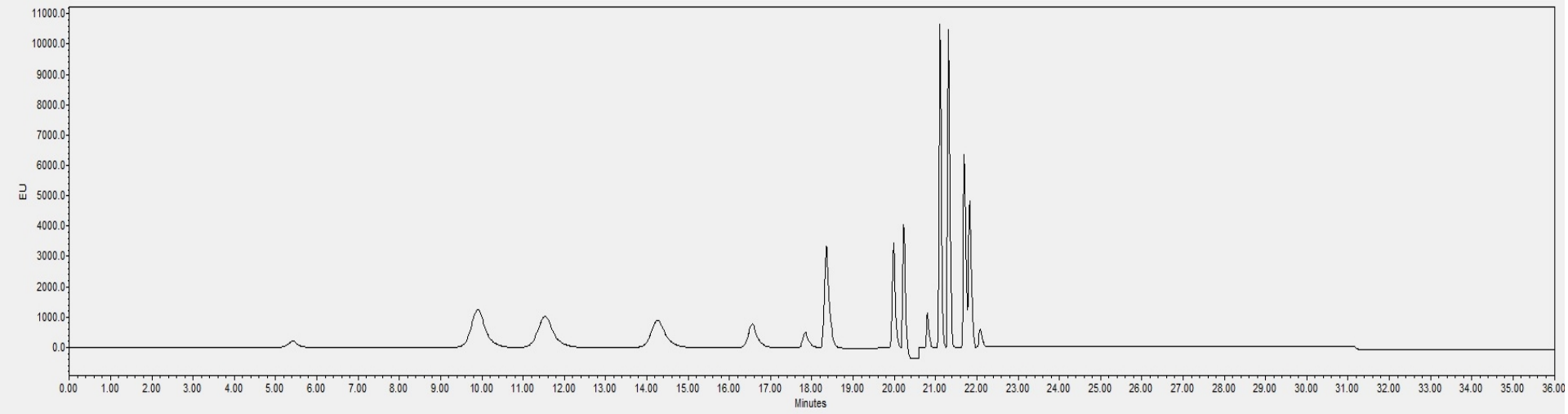
Přístroj - UPLC Waters I-Class
Detektory: DAD, FD
Kolona: Waters PAH, 2.1 x 150mm, předkolonka
Autosampler: FTN
Eluce: gradientová, acetonitril – voda
Kalibrace: 5 bodová , rozsah 0,01 - 2 mg / l
Standard: Absolute Standars E8310, acetonitril, 100µg/ml
Software: Empower 3



Analýza HPLC

Celková časová náročnost analýzy
- každý vzorek analyzován 2 x
- každý vzorek ředěn minimálně 1x
  - tj. další 2 analýzy

Celkem tedy 1 odebraný vzorek – 8 analýz PAH
Nutný výběr dat



Vyhodnocení - postup

- Kondenzát
  - Výpočet obsahu jednotlivých PAH
    - H1= naměřená koncentrace x konečný objem extraktu
- PUF
  - Výpočet obsahu jednotlivých PAH
    - H2= naměřená koncentrace x konečný objem extraktu
- Prach
  - Výpočet obsahu jednotlivých PAH
    - H3= naměřená koncentrace x konečný objem
  - Celkový obsah = H1+H2+H3 (pro jednotlivé PAH)
- Přepočet na odebraný objem vzdušiny

Přesný způsob výpočtů odsouhlašen při konzultacích a vzájemných návštěvách pracovníku VŠB TU Ostrava a GIG Katowice.

Vyhodnocení PAH

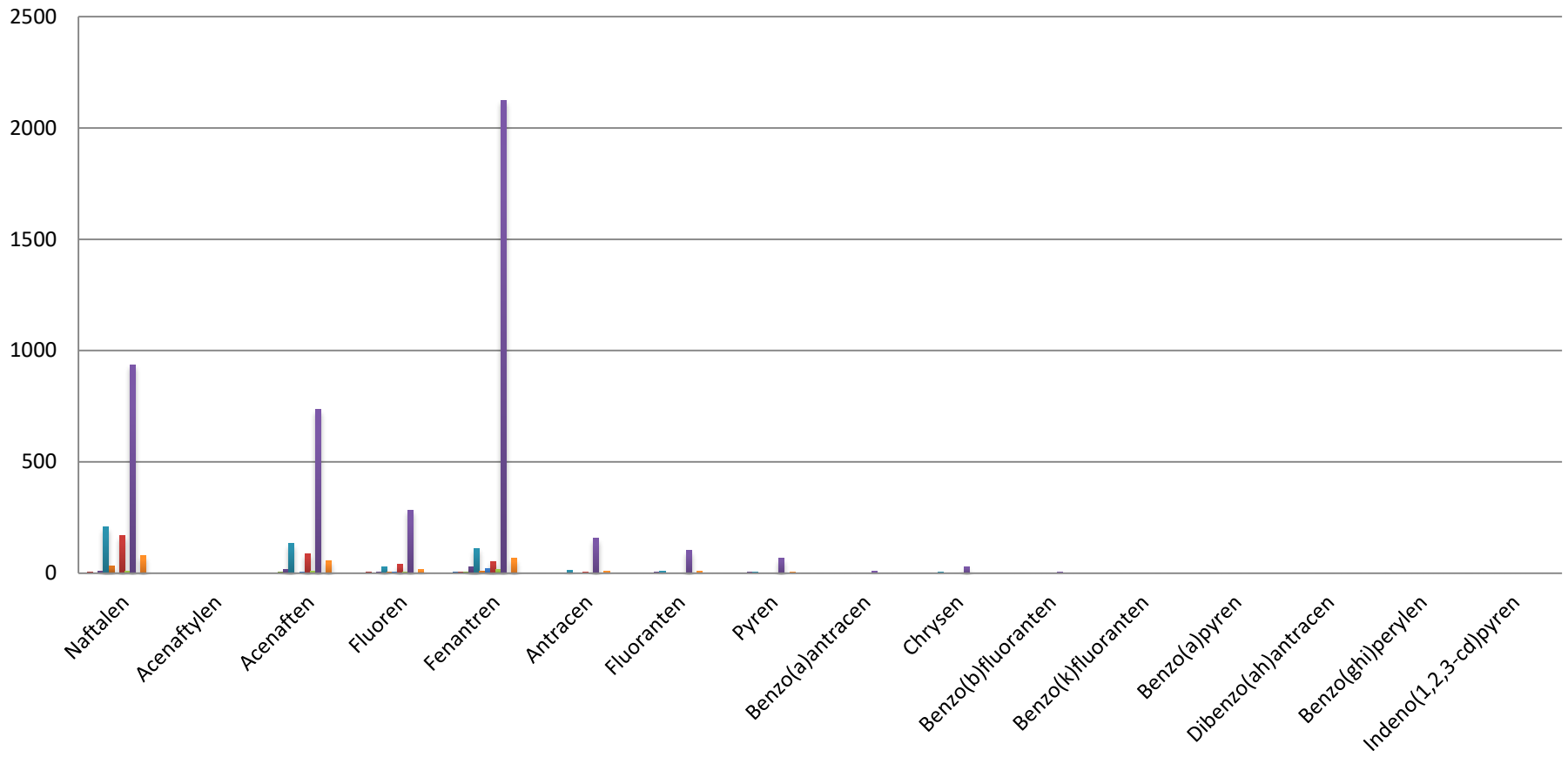
Čís. vz. CNT	Kond-5 -05-18	
Analyt	mg/l	µg/vz
Naftalen	0.112	0.224
Acenaftylen		0.000
Acenaften	0.107	0.214
Fluoren	0.054	0.108
Fenantren	0.298	0.596
Antracen	0.013	0.026
Fluoranten	0.093	0.186
Pyren	0.037	0.074
Benzo(a)antracen	0.03	0.060
Chrysen	0.048	0.096
Benzo(b)fluoranten	0.019	0.038
Benzo(k)fluoranten		0.000
Benzo(a)pyren		0.000
Dibenzo(ah)antracen		0.000
Benzo(ghi)perylen	0.025	0.050
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.005	0.010
Objem vzorku	107	

Čís. vz. CNT	PUF -5_05-18	
Analyt	mg/l	ug/vz
Objem vzdušiny [n	2.08	
Naftalen	5.842	29.210
Acenaftylen		0.000
Acenaften		0.000
Fluoren	1.914	9.570
Fenantren	3.505	17.525
Antracen	0.359	1.795
Fluoranten	0.610	3.050
Pyren	0.359	1.795
Benzo(a)antracen	0.009	0.045
Chrysen	0.020	0.100
Benzo(b)fluoranter	0.002	0.010
Benzo(k)fluoranten		0.000
Benzo(a)pyren	0.002	0.010
Dibenzo(ah)antrac	0.017	0.085
Benzo(ghi)perylen	0.002	0.010
Indeno(1,2,3-cd)p	0.001	0.005
Suma		63.210

Čís. vz. CNT			
Objem vzdušiny [m	2.08		
Analyt	µg/vz	µg/vz	na objem [ug/m3]
Naftalen	29.21	0.224	14.15
Acenaftylen	0	0	0.00
Acenaften	0	0.214	0.10
Fluoren	9.57	0.108	4.65
Fenantren	17.525	0.596	8.71
Antracen	1.795	0.026	0.88
Fluoranten	3.05	0.186	1.56
Pyren	1.795	0.074	0.90
Benzo(a)antracen	0.045	0.06	0.05
Chrysen	0.1	0.096	0.09
Benzo(b)fluoranten	0.01	0.038	0.02
Benzo(k)fluoranten	0	0	0.00
Benzo(a)pyren	0.01	0	0.00
Dibenzo(ah)antrace	0.085	0	0.04
Benzo(ghi)perylen	0.01	0.05	0.03
Indeno(1,2,3-cd)pyr	0.005	0.01	0.01
suma	63.21	1.682	31.20

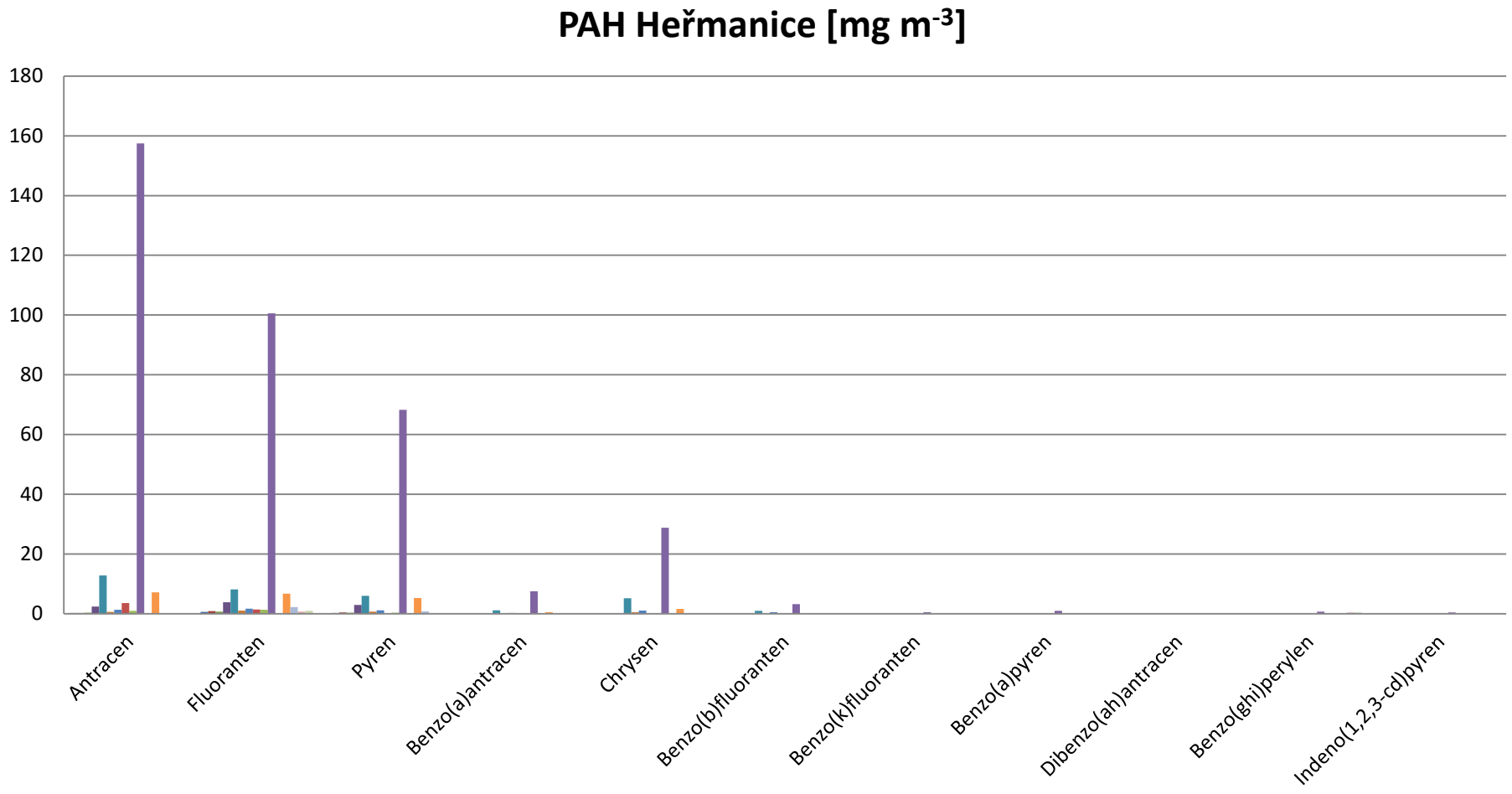
Dosažené výsledky

PAH Heřmanice



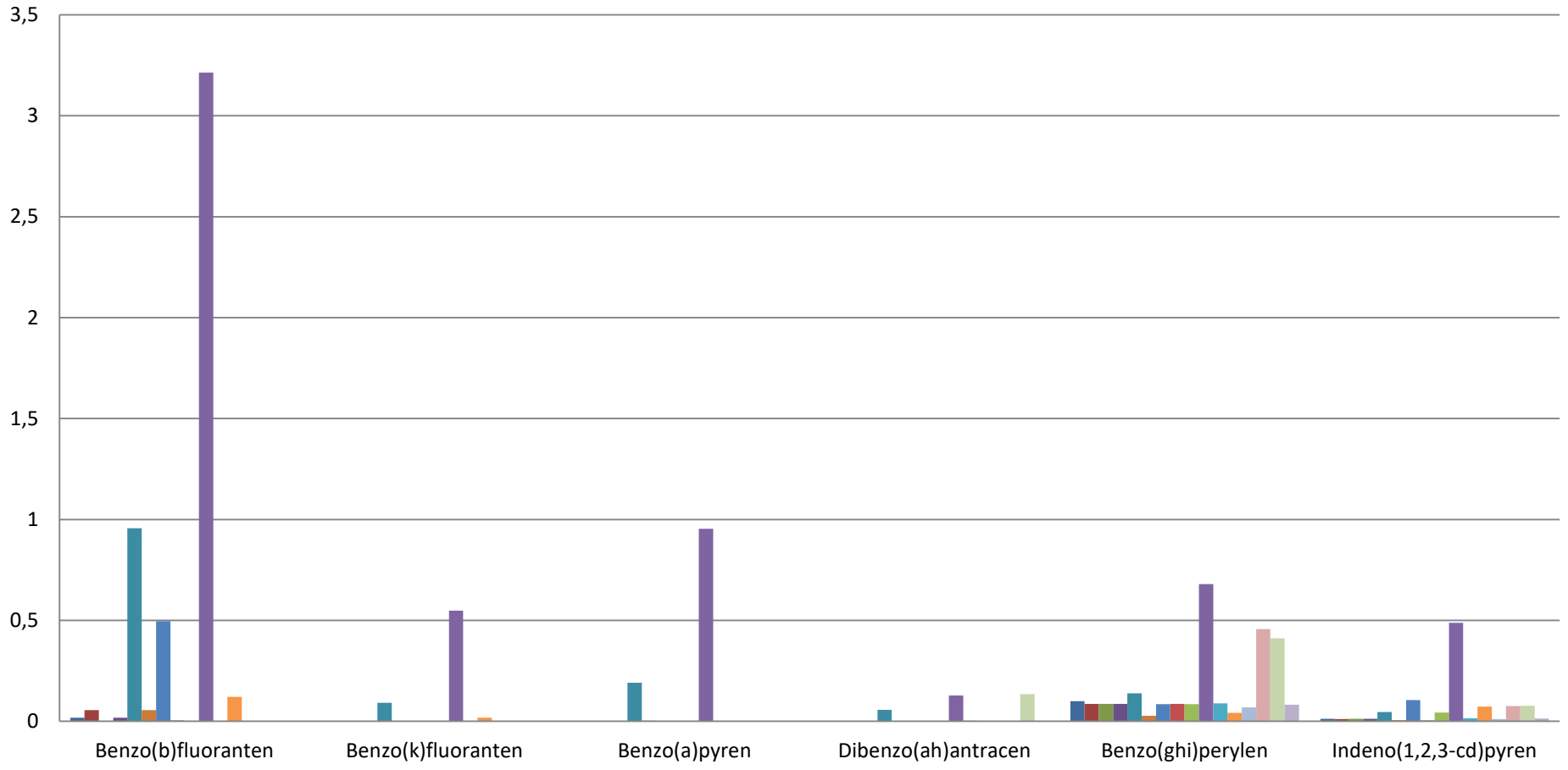
Dosažené výsledky

PAH Heřmanice



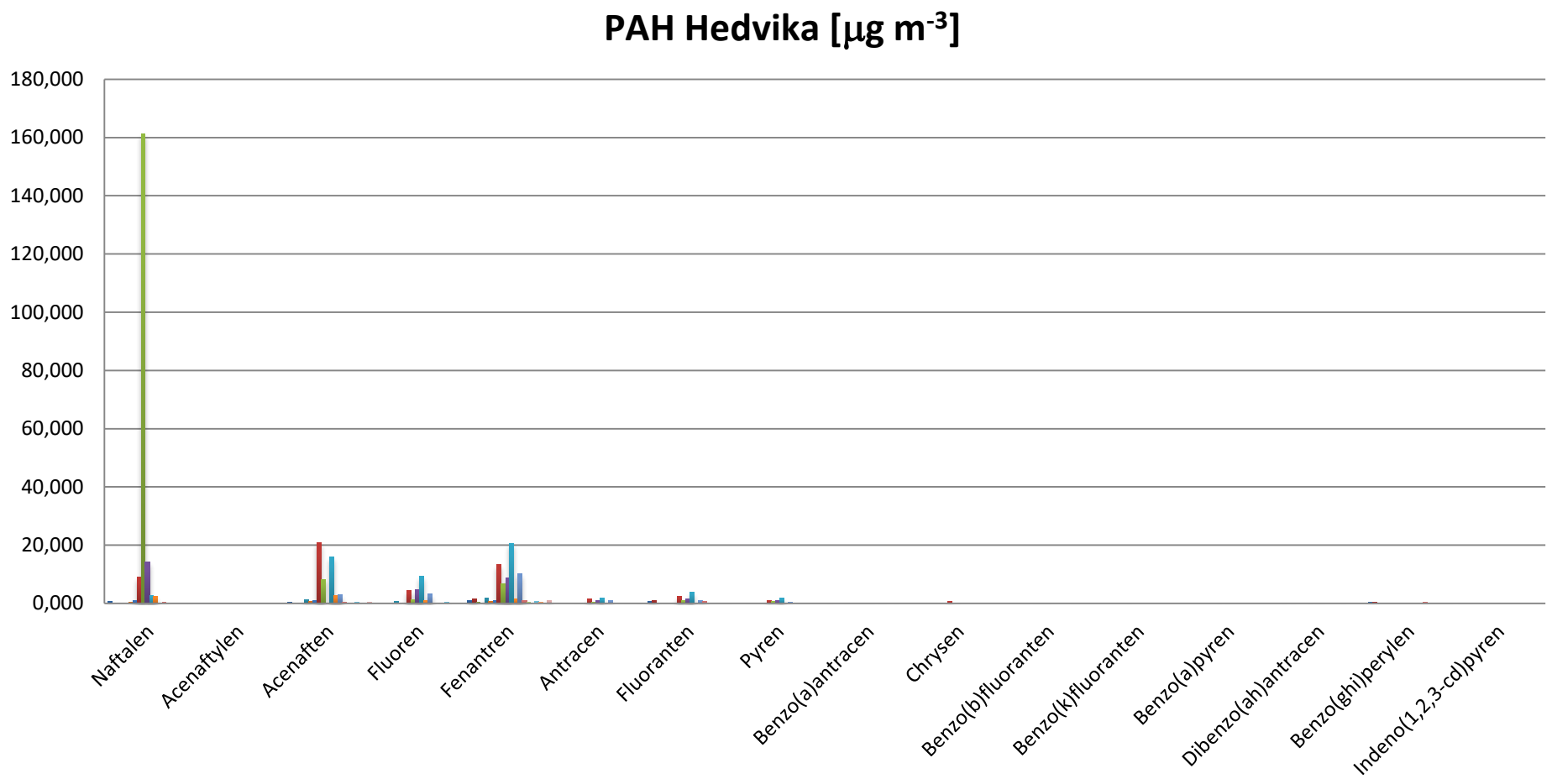
Dosažené výsledky

PAH Heřmanice



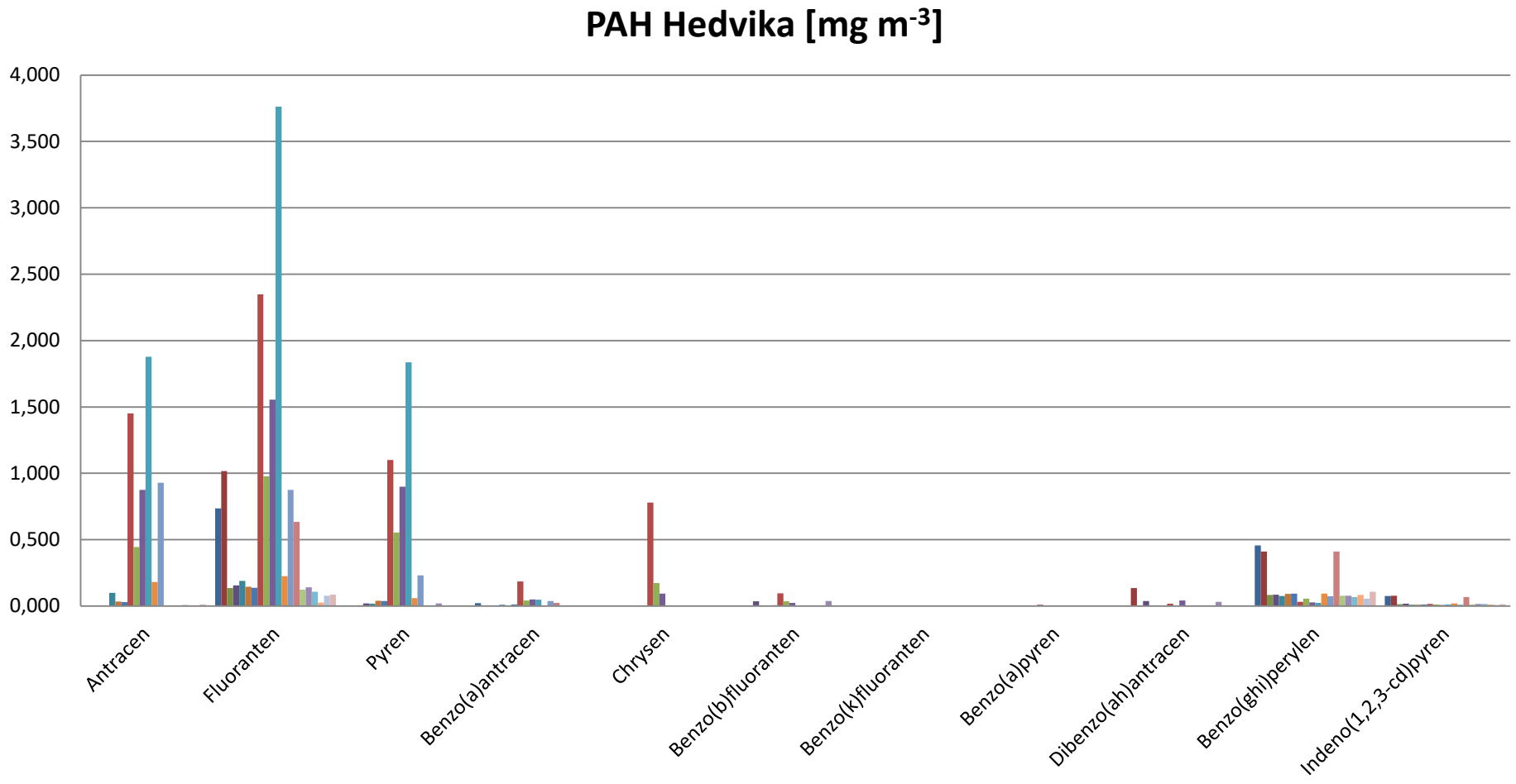
Dosažené výsledky

PAH Hedvika



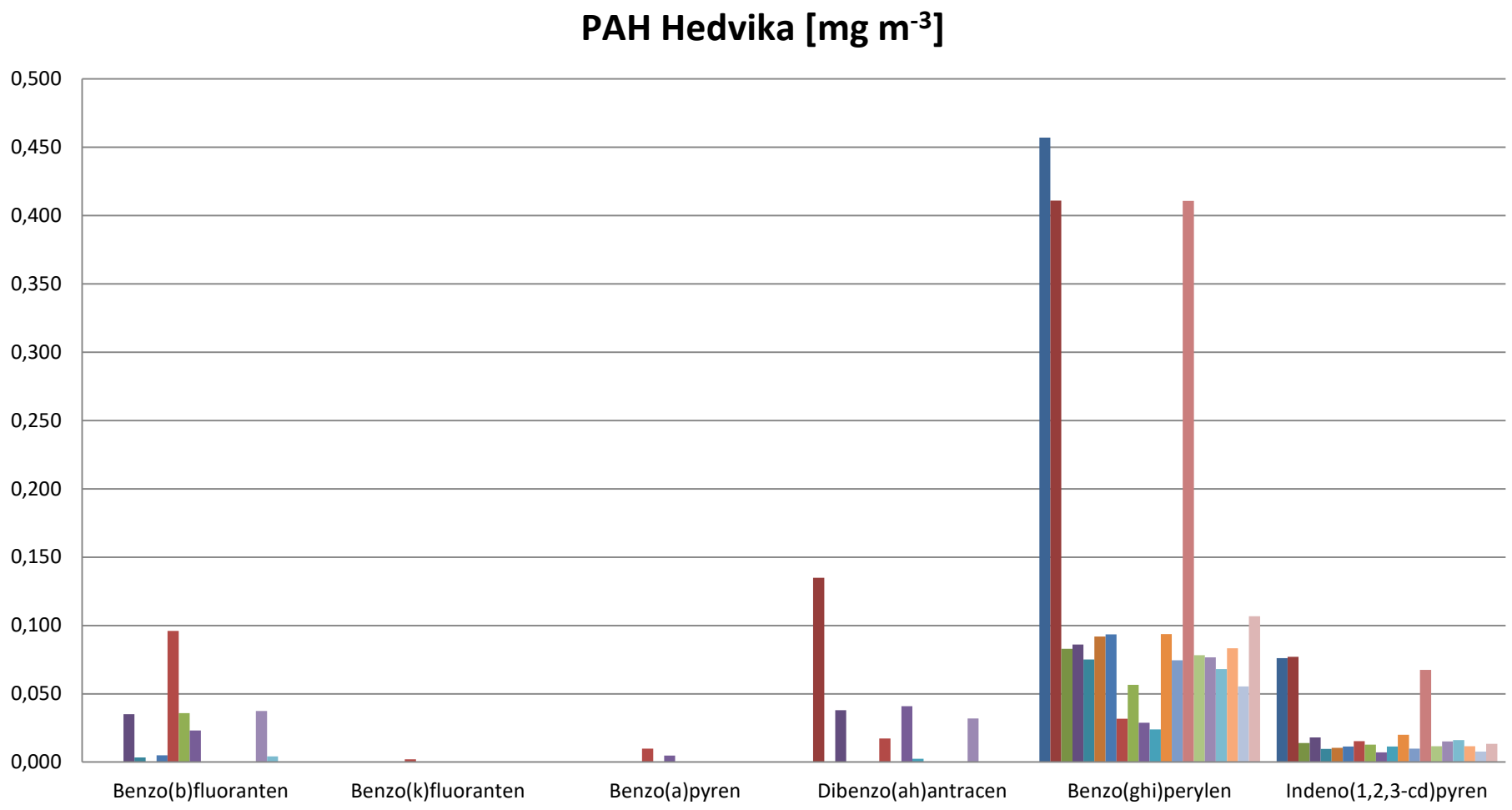
Dosažené výsledky

PAH Hedvika



Dosažené výsledky

PAH Hedvika



Dosažené výsledky ?!?

Děkuji za pozornost

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

Metodyka oznaczania policyklicznych węglowodorów aromatycznych (PAH) w gazach emitowanych z termicznie aktywnych hałd

mgr inż. Ilona Gofroń,
mgr inż. Agnieszka Nycz,
mgr Agnieszka Matuszewska

Ostrava, 13.06.2019 r.

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

(policykliczne węglowodory aromatyczne;
z ang. polycyclic aromatic hydrocarbons
w skrócie **PAH** lub **WWA**)
- węglowodory zawierające skondensowane pierścienie aromatyczne bez podstawników.

Zalicza się do nich ponad 200 związków.

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA, PAH)

- powstają podczas niecałkowitego spalania wszystkich węglowodorów z wyjątkiem metanu;
- wydzielają się także w trakcie spalania drewna iglastego, palenia papierosów, produkcji asfaltu, pracy pieców koksowniczych;
- obecne są w spalinach samochodowych i smole pogazowej.

Związki te mają właściwości hydrofobowe
- zmieszane z cząsteczkami pary wodnej są elementem smogu.

Wiele związków z grupy **wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA, PAH)** podejrzewanych jest o, lub ma udowodnione, własności **rakotwórcze** (**kancerogenne**).

Związki te wykazują silne właściwości **genotoksyczne** (**teratogenne**) i **mutagenne**.

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

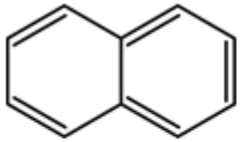
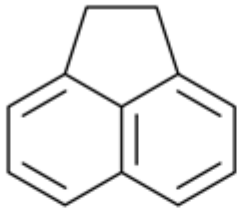
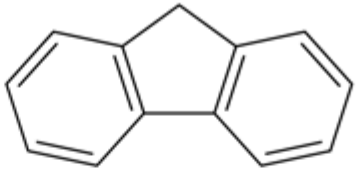
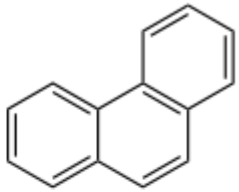
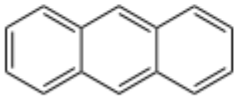
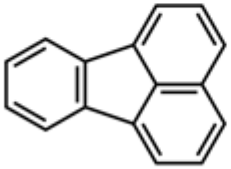
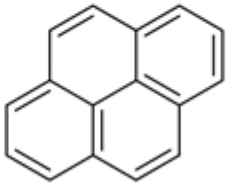
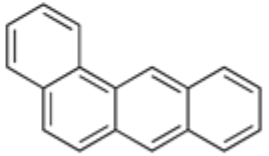
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

W Laboratorium Analiz Związków Organicznych Zakładu Monitoringu Środowiska Głównego Instytutu Górnictwa oznaczanych jest 15 Wielopierścieniowych Węglowodorów Aromatycznych (WWA, PAH) z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)

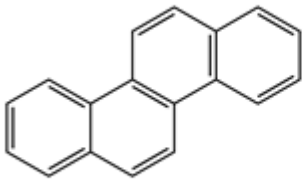
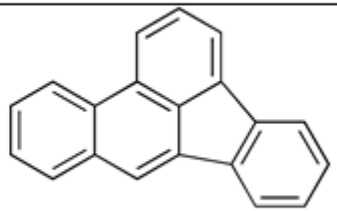
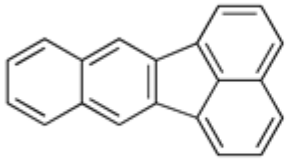
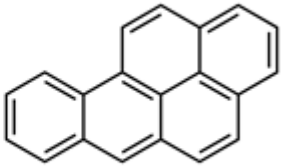
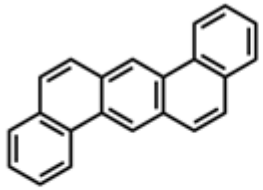
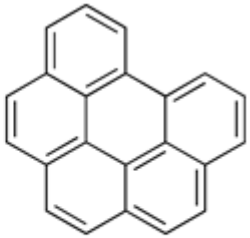
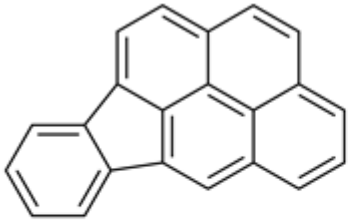
Ostrava, 13.06.2019 r.

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA, PAH)

 naftalen	 acenaften	 fluoren	 fenantren
 antracen	 fluoranten	 piren	 benzo(a)antracen

Ostrava, 13.06.2019 r.

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA, PAH)

 chryzen	 benzo(b)fluoranten	 benzo(k)fluoranten	 benzo(a)piren
 dibenzo(a,h)antracen	 benzo(g,h,i)perylen	 indeno(1,2,3-cd)piren	

Ostrava, 13.06.2019 r.

APARATURA ZASTOSOWANA DO OZNACZANIA WWA (PAH)

- **Zestaw do wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC 1200 Series firmy Agilent Technologies;**
- **Detektor FLD;**
- **Kolumna ZORBAX EclipsePAH 4.6×150 mm; 3.5 µm;**

Zestaw do chromatografii cieczowej HPLC

Ostrava, 13.06.2019 r.

PARAMETRY METODY cz.1:

Elucja i faza ruchoma

- **Elucja gradientowa;**
- **Przepływ: 1,2 ml/min;**
- **Faza ruchoma:**

  A: roztwór acetonitryl:woda (5%:95%);

  B: acetonitryl (100%).

PARAMETRY METODY cz.2:

Program temperaturowy

Czas [min]	A [%]	B [%]
0,0	50,0	50,0
1,5	50,0	50,0
16,0	0,0	100,0
27,0	0,0	100,0
28,0	50,0	50,0

PARAMETRY METODY cz.3:

Długość fali (wzbudzanie i emisja)

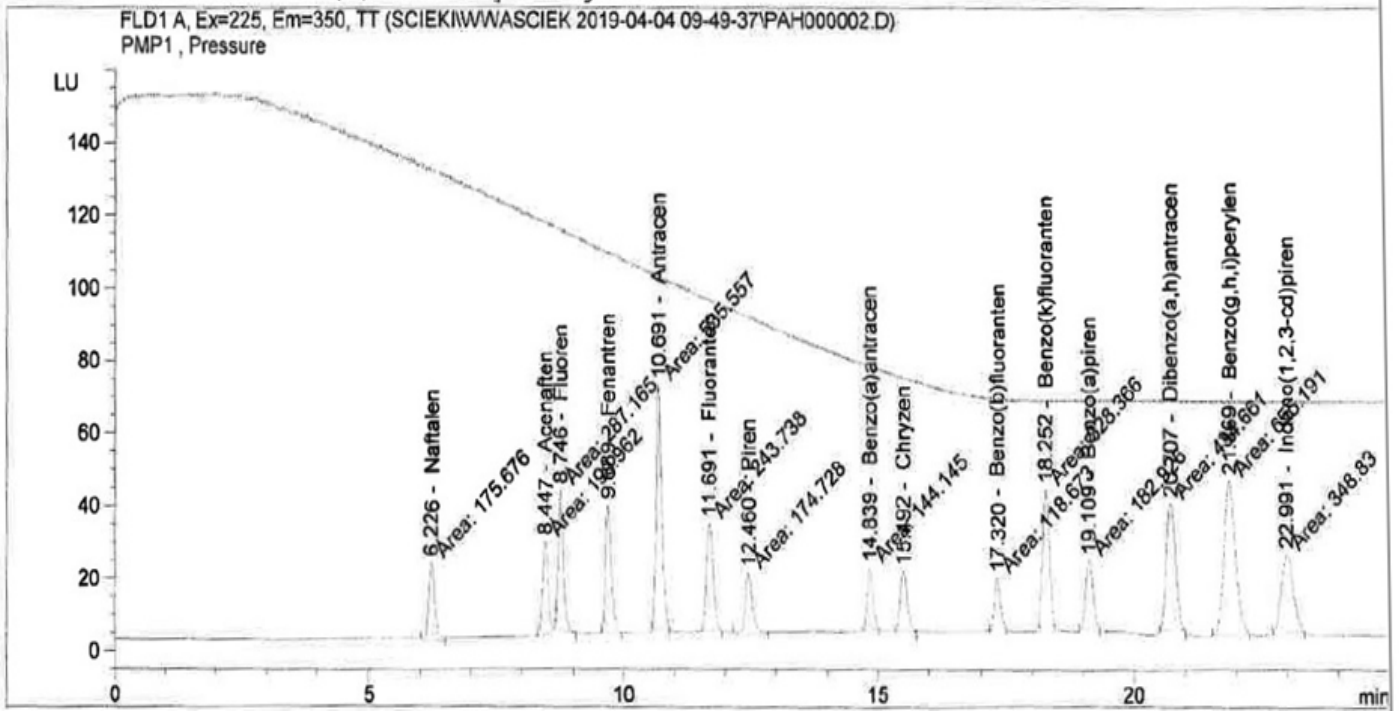
Związek		Długość fali [nm]	
		Wzbudzanie	Emisja
1	naftalen	225	350
2	acenaften	280	330
3	fluoren		
4	fenantren	245	375
5	antracen		
6	fluoranten	265	400
7	piren		
8	benzo(a)antracen	260	440
9	chryzen		
10	benzo(b)fluoranten	260	440
11	benzo(k)fluoranten		
12	benzo(a)piren		
13	dibenzo(a,h)antracen	265	410
14	benzo(g,h,i)perylen		
15	indeno(1,2,3-cd)piren	250	490

Ostrava, 13.06.2019 r.

Przykładowy chromatogram wzorca 15 WWA (PAH) cz.1

Data File C:\CHEM32\1\DATA\SCIEKI\WWASCIEK 2019-04-04 09-49-37\PAH000002.D
Sample Name: 0.2

Acq. Operator	:	Seq. Line	: 2
Acq. Instrument	: Instrument 1	Location	: Vial 2
Injection Date	: 4/4/2019 9:41:04 AM	Inj	: 1
		Inj Volume	: 10.0 µl
Method	: C:\CHEM32\1\DATA\SCIEKI\WWASCIEK 2019-04-04 09-49-37\WWA_SCIEK.M (Sequence Method)		
Last changed	: 3/28/2019 9:37:28 AM		
Additional Info	: Peak(s) manually integrated		



Ostrava, 13.06.2019 r.

Przykładowy chromatogram wzorca 15 WWA (PAH) cz.2

Signal 1: FLD1 A, Ex=225, Em=350, TT

RetTime [min]	Type	Area LU *s	Amt/Area	Amount [ug/l]	Grp	Name
6.226	MM	175.67642	1.11376e-3	1.95662e-1		Naftalen
8.447	MM	199.96196	1.06333e-3	2.12626e-1		Acenaften
8.746	MM	287.16479	6.96047e-4	1.99880e-1		Fluoren
9.689	BB	283.83469	7.46541e-4	2.11894e-1		Fenantren
10.691	MM	535.55737	4.08941e-4	2.19011e-1		Antracen
11.691	MM	243.73790	8.78378e-4	2.14094e-1		Fluoranten
12.460	MM	174.72758	1.21757e-3	2.12742e-1		Piren
14.839	MM	144.14458	1.42767e-3	2.05791e-1		Benzo(a)antracen
15.492	BB	147.41197	1.45682e-3	2.14752e-1		Chryzen
17.320	MM	118.67294	1.71004e-3	2.02936e-1		Benzo(b)fluoranten
18.252	MM	328.36557	6.36755e-4	2.09088e-1		Benzo(k)fluoranten
19.109	MM	182.92570	1.11829e-3	2.04564e-1		Benzo(a)piren
20.707	MM	434.66150	4.91135e-4	2.13478e-1		Dibenzo(a,h)antracen
21.869	MM	655.19104	3.13070e-4	2.05120e-1		Benzo(g,h,i)perylen
22.991	MM	348.82980	6.08715e-4	2.12338e-1		Indeno(1,2,3-cd)piren

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

POBIERANIE PRÓBEK
NA TERMICZNIE AKTYWNYCH HAŁDACH
NA OZNACZENIE WWA (PAH)

Ostrava, 13.06.2019 r.

Próbki gazów pobierane były z wykorzystaniem:

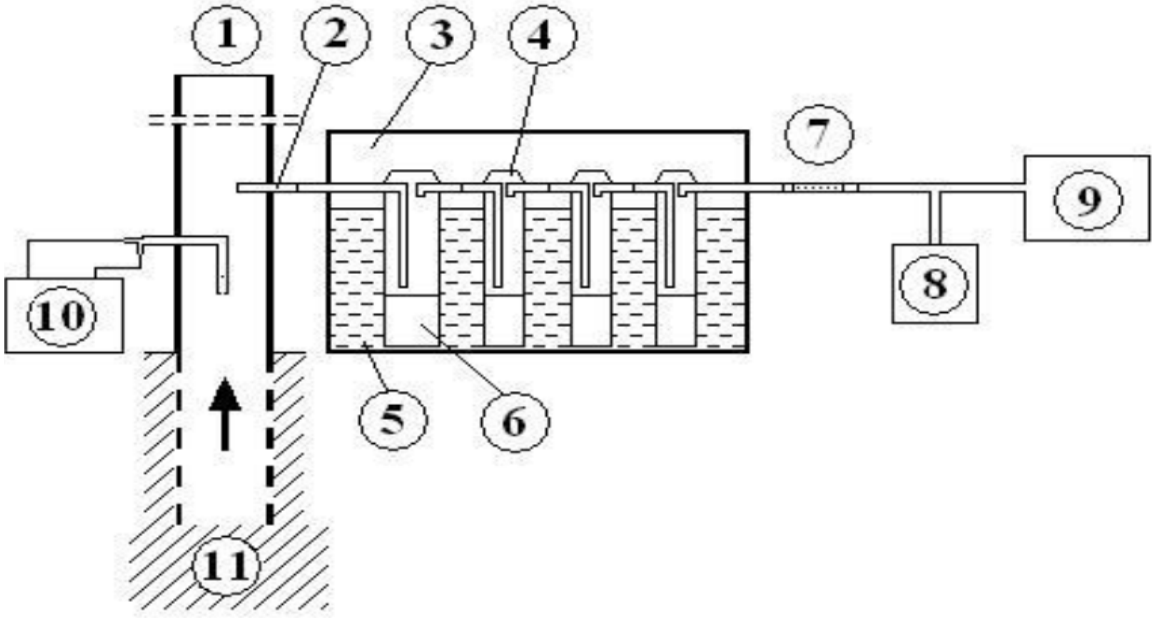
- **rurek sorbentowych ze złożem XAD-2 (hydrofobowa żywica sieciowany polistyren), wymiary rurek 8x110 mm**
- **rurek szklanych wypełnionych pianką poliuretanową (PUF)**

W obu przypadkach, podczas pobierania próbek gazów na rurki uzyskiwano także skropliny.

Schemat stosowanego układu pomiarowego - adsorpcja WWA (PAH) na rurki sorbentowe

(źródło IPIŚ PAN)

Układ pomiarowy stosowany przy adsorpcji WWA w rurkach sorbentowych:

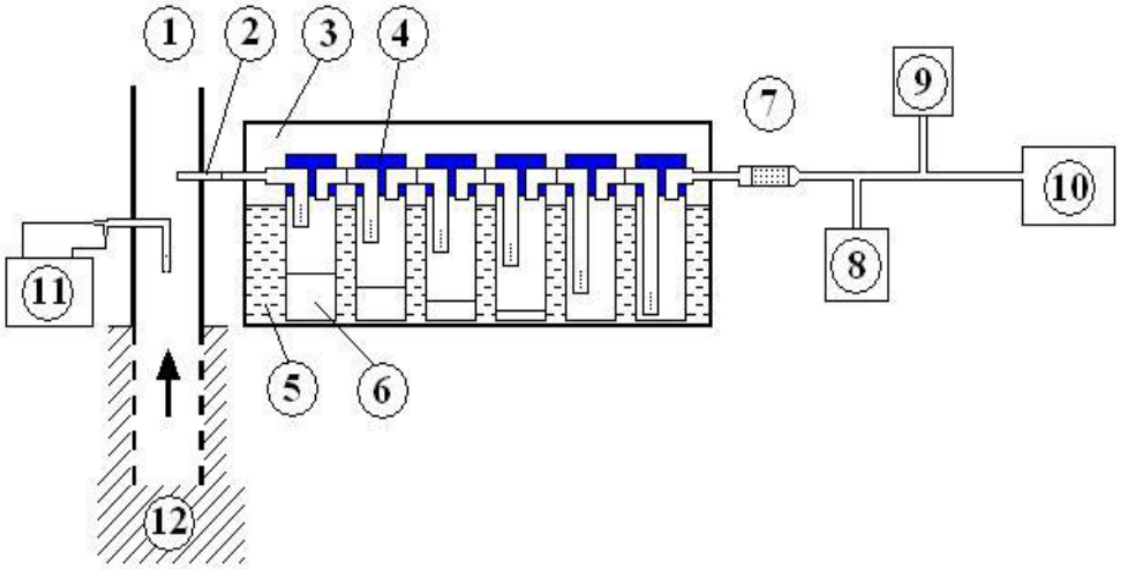


1 – komin
2 – sonda szklana
3 – separator wilgoci
4 – wykraplacz wilgoci
5 – ciecz chłodząca
6 – kondensat
7 – rurka sorbentowa XAD-2
8 – układ do pomiaru stopnia zawilżenia
9 – aspirator automatyczny
10 – układ od pomiaru prędkości i temperatury spalin spalin
11 – zapożarowana część hałdy

Schemat stosowanego układu pomiarowego - adsorpcja WWA (PAH) na PUF-ach

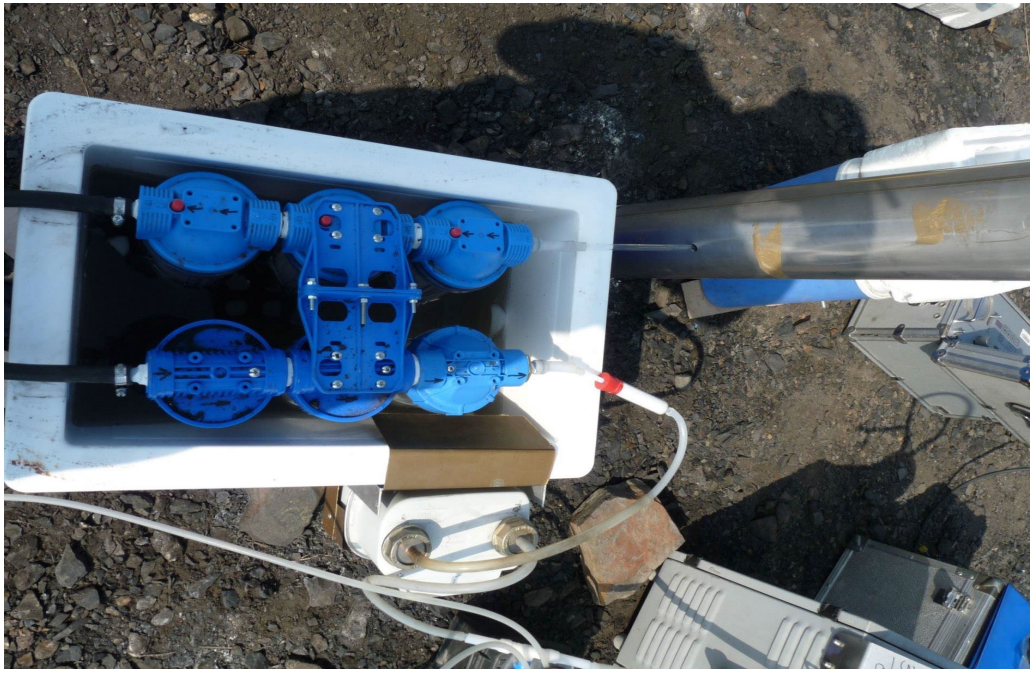
(źródło IPIŚ PAN)

Układ pomiarowy stosowany przy adsorpcji WWA na PUF-ach:



1 – komin; 2 – sonda szklana; 3 – separator wilgoci; 4 – wykraplacz wilgoci; 5 – ciecz chłodząca; 6 – kondensat; 7 – PUF; 8 – gazomierz; 9 – układ do pomiaru stopnia zawilżenia; 10 – aspirator; 11 – układ do pomiaru prędkości i temperatury spalin; 12 – zapożarowana część hałdy

Ostrava, 13.06.2019 r.



Ostrava, 13.06.2019 r.

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

SPOSÓB POSTĘPOWANIA Z PRÓBKAMI POBRANYMI NA TERMICZNIE AKTYWNYCH HAŁDACH

Ostrava, 13.06.2019 r.

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

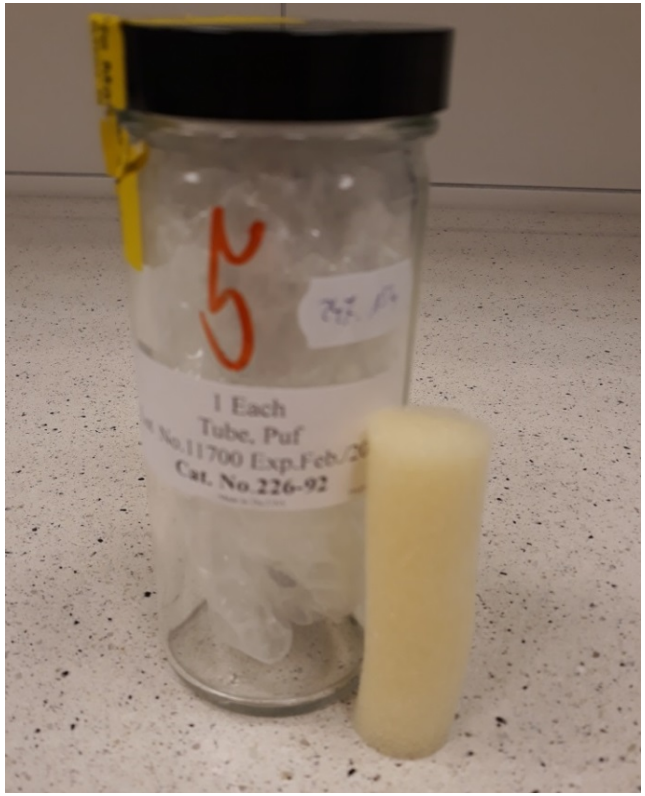
RURKI SORPCYJNE WYPEŁNIONE ŻYWICĄ XAD-2
Ekstrakcja z użyciem ultradźwięków

Ostrava, 13.06.2019 r.

RURKI SORPCYJNE WYPEŁNIONE ŻYWICĄ XAD-2
Ekstrakcja z użyciem ultradźwięków

- Złoże przesypywano do naczynia ekstrakcyjnego;
- Ekstrahowano trzykrotnie - 3 x 10 ml dichlorometanu (DCM) w łaźni ultradźwiękowej;
- Ekstrakty łączono i zatężano w strumieniu azotu (z wykorzystaniem urządzenia *TurboVap*);
- Zmieniano rozpuszczalnik na acetonitryl (ACN);
- Ekstrakt zatężano do objętości 1 ml;
- Zatężony ekstrakt poddawano analizie chromatograficznej (HPLC-FLD).

PRÓBNIKI ZE STAŁYM SORBENTEM TYPU PUF
Ekstrakcja w aparacie Soxhleta



Ostrava, 13.06.2019 r.

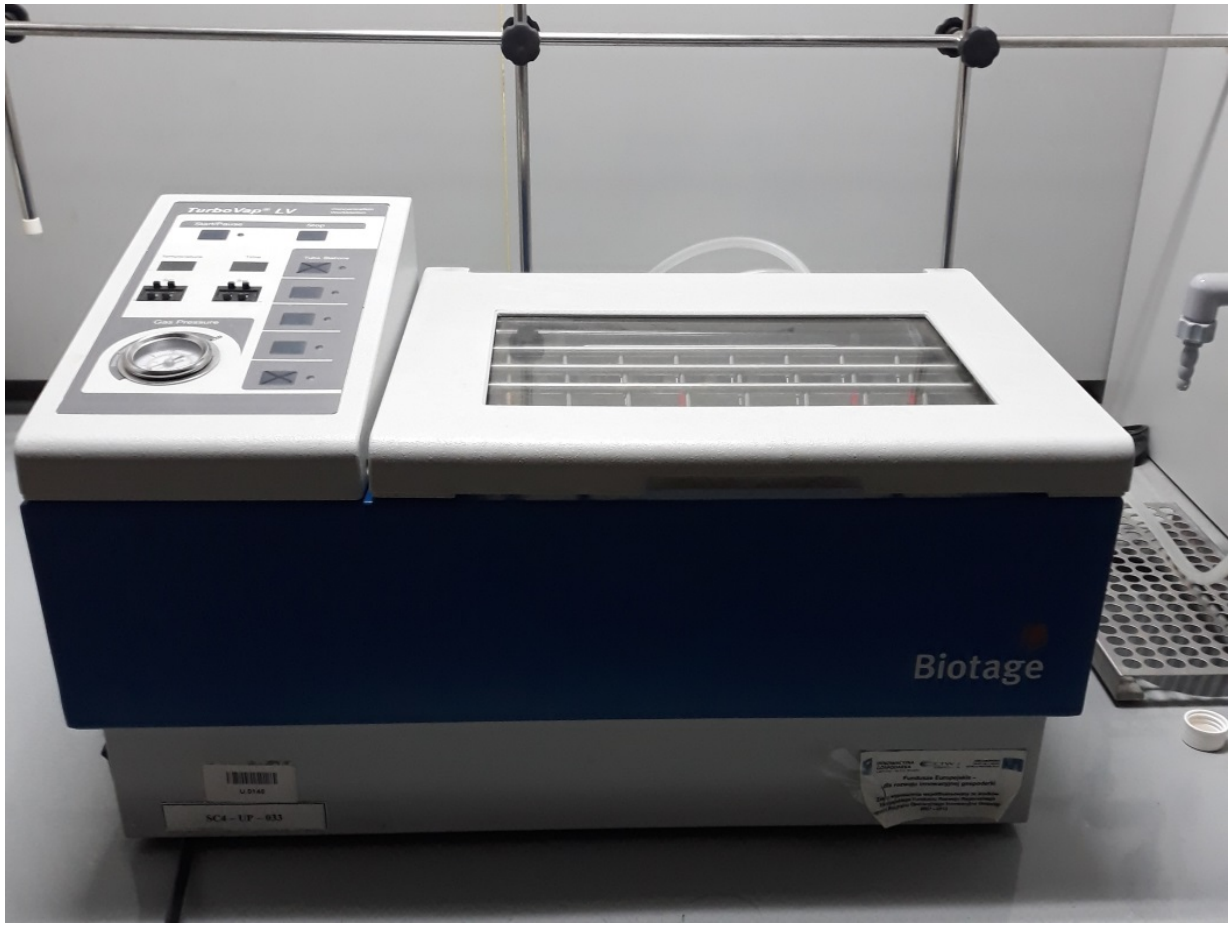
PRÓBNIKI ZE STAŁYM SORBENTEM TYPU PUF
Ekstrakcja w aparacie Soxhleta

- Piankę poliuretanową (PUF) umieszczano w aparacie Soxhleta pod chłodnicą zwrotną;
- Do kolby okrągłodennej wlewano 200 ml dichlorometanu (DCM) i wsypywano kamyczki wrzenne;
- Po doprowadzeniu rozpuszczalnika do wrzenia przeprowadzano ekstrakcję przez 8 godzin;
- Po zakończeniu ekstrakcji, zatężano ekstrakt w strumieniu azotu, z wykorzystaniem urządzenia *TurboVap*;
- Rozpuszczalnik zmieniano na acetonitryl (ACN);
- Ekstrakt zatężano do objętości 1 ml;
- Ekstrakt poddawano analizie chromatograficznej (HPLC-FLD)

Ostrava, 13.06.2019 r.

Laboratorium Analiz Związków Organicznych - aparat Soxhleta

Ostrava, 13.06.2019 r.

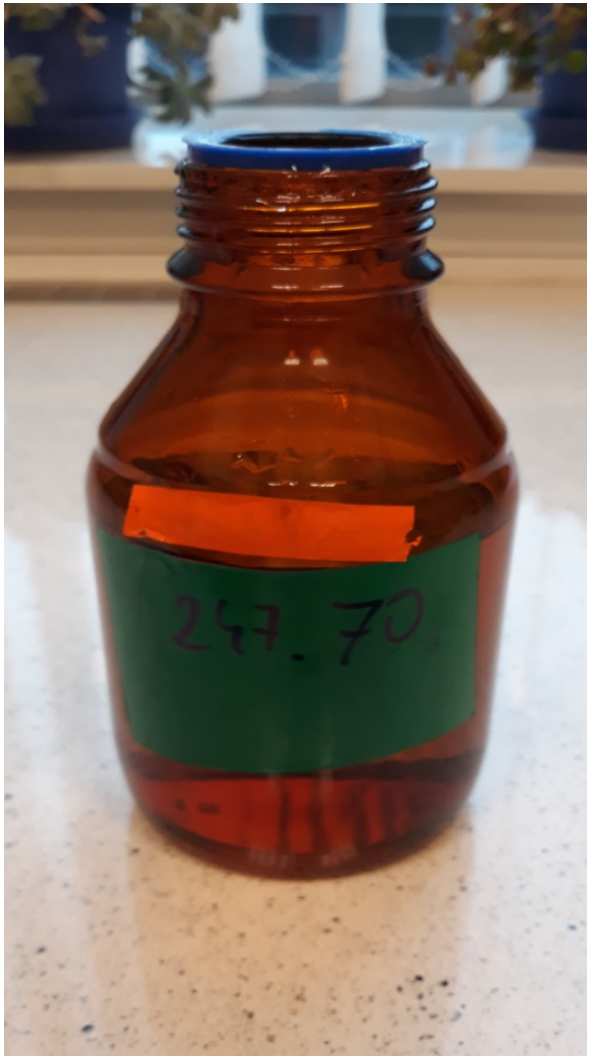


Laboratorium Analiz Związków Organicznych - urządzenie do zatężania próbek *TurboVap*

Ostrava, 13.06.2019 r.

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

SKROPLINY
Ekstrakcja do fazy stałej (SPE)

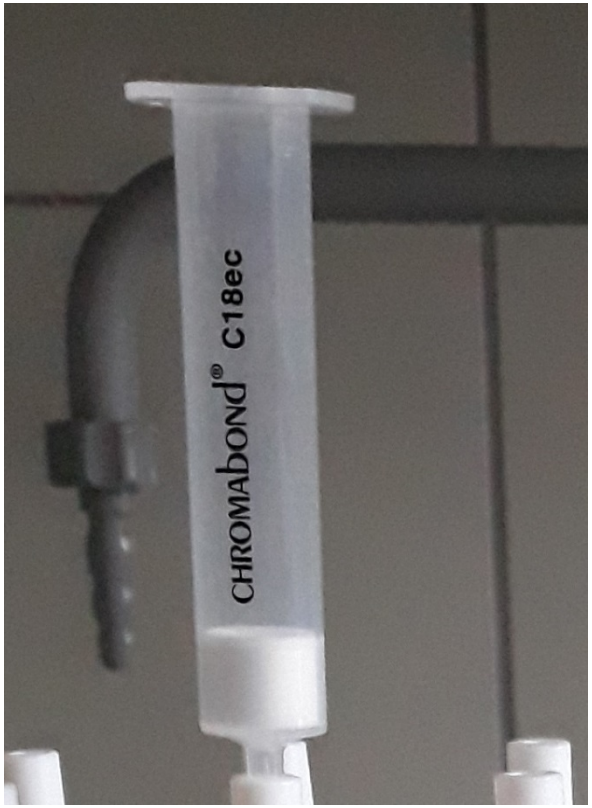


Ostrava, 13.06.2019 r.

SKROPLINY
Ekstrakcja do fazy stałej (SPE)

- Kolumienkę ze złożem C18 (CHROMABOND C_{18}ec 6ml/500mg) kondycjonowano za pomocą 2 ml metanolu (MeOH) oraz 2 ml wody dejonizowanej (H_2O) ☺;
- Całą próbkę, o znanej objętości, dozowano na kolumienkę;
- Kolumienkę przemywano 2 ml mieszaniny woda: izopropanol (85:15);
- Złoże suszono pod strumieniem azotu ok. 15 min;
- Anality eluowano za pomocą 2 ml dichlorometanu (DCM),
- Ekstrakt zatężano pod strumieniem azotu;
- Zamieniano rozpuszczalnik na acetonitryl (ACN);
- Ekstrakt zatężano do objętości 1 ml i poddawano analizie chromatograficznej (HPLC-FLD).

Ostrava, 13.06.2019 r.



Kolumienka do SPE ze złożem C18

Zestaw do ekstrakcji SPE

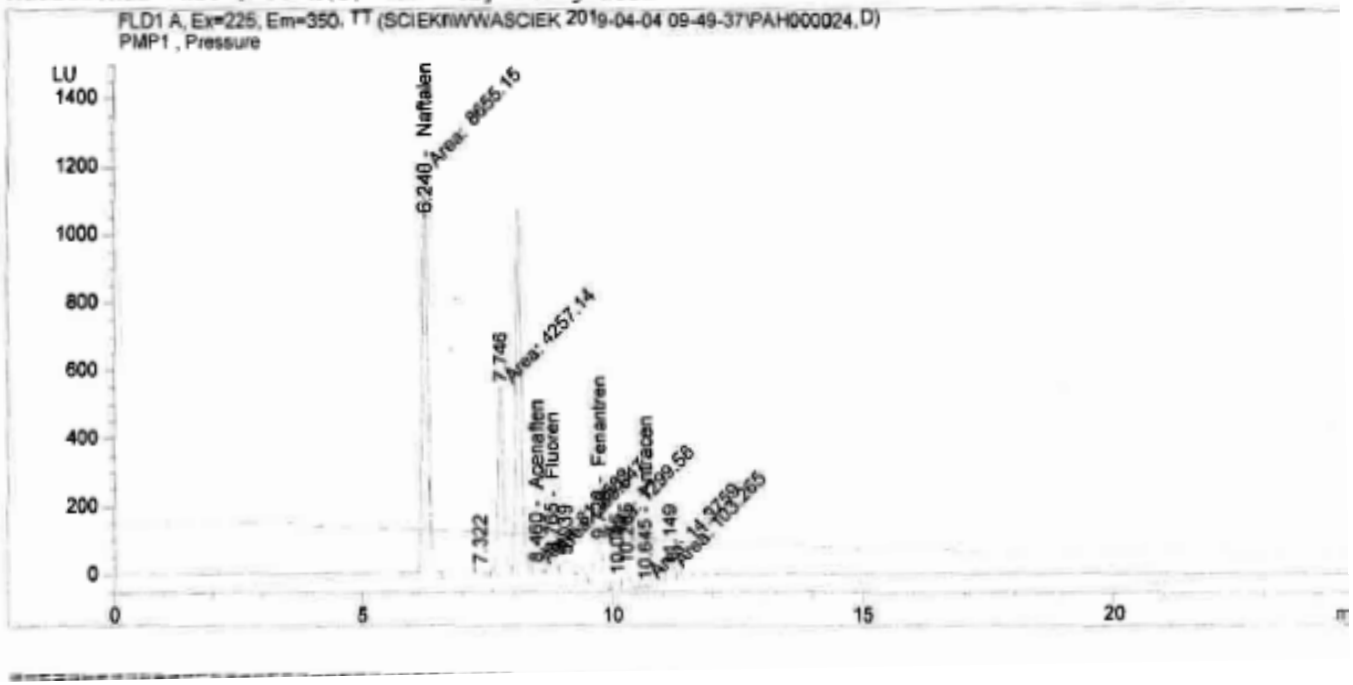
Ostrava, 13.06.2019 r.

Przykładowy chromatogram dla próbki rzeczywistej cz.1

Data File C:\CHEM32\1\DATA\SCIEKI\WWASCIEK 2019-04-04 09-49-37\PAH000024.D
Sample Name: 247.159 Rurka

Acq. Operator	:	Seq. Line	: 24
Acq. Instrument	: Instrument 1	Location	: Vial 13
Injection Date	: 4/4/2019 9:45:33 AM	Inj	: 1
		Inj Volume	: 10.0 µl
Different Inj Volume from Sequence !		Actual Inj Volume	: 1.0 µl

Acq. Method : C:\CHEM32\1\DATA\SCIEKI\WWASCIEK 2019-04-04 09-49-37\WWA_SCIEK.M
Last changed : 3/28/2019 9:37:28 AM
Analysis Method : C:\CHEM32\1\METHODS\WWA_SCIEK.M
Last changed : 5/28/2019 2:18:08 PM
(modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated



Ostrava, 13.06.2019 r.

Przykładowy chromatogram dla próbki rzeczywistej cz.2

RetTime [min]	Type	Area LU *s	Amt/Area	Amount [ug/l]	Grp	Name
6.240	MM	8655.15430	1.05566e-3	91.36942		Naftalen
8.460	MM	81.35831	1.12839e-3	9.18040e-1		Acenaften
8.765	MM	255.64659	6.97445e-4	1.78300		Fluoren
9.720	MM	1299.56311	7.19366e-4	9.34862		Fenantren
10.645	MM	14.37593	7.35651e-4	1.05757e-1		Antracen
11.760		-	-	-		Fluoranten
12.525		-	-	-		Piren
14.887		-	-	-		Benzo(a)antracen
15.543		-	-	-		Chryzen
17.350		-	-	-		Benzo(b)fluoranten
18.294		-	-	-		Benzo(k)fluoranten
19.153		-	-	-		Benzo(a)piren
20.775		-	-	-		Dibenzo(a,h)antracen
21.932		-	-	-		Benzo(g,h,i)perylen
23.121		-	-	-		Indeno(1,2,3-cd)piren

Totals : 103.52482

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

*** End of Report ***

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

Dziękujemy za uwagę

☺

Ostrava, 13.06.2019 r.

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

TERDUMP

Spolupráce VŠB-TUO/GIG Katowice na průzkumu hořících hald na obou stranách společné hranice

(CZ.11.4.120/0.0/0.0/15_006/0000074)

2. workshop

Eva Pertile, Dalibor Surovka
VŠB–TU Ostrava

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

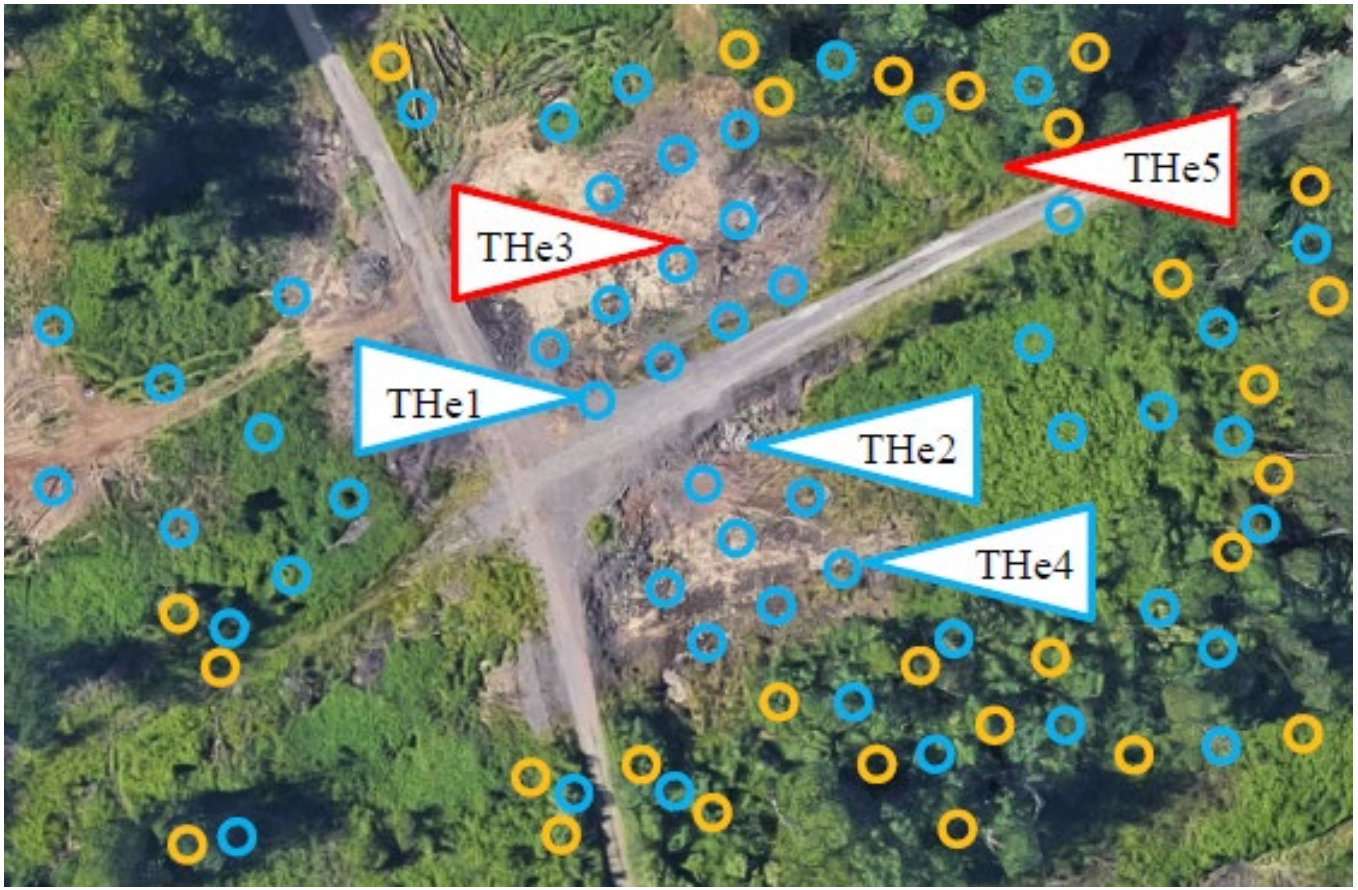
Vyhodnocení naměřených dat s ohledem na posouzení rizika z hlediska emise prachových částic

Cíle

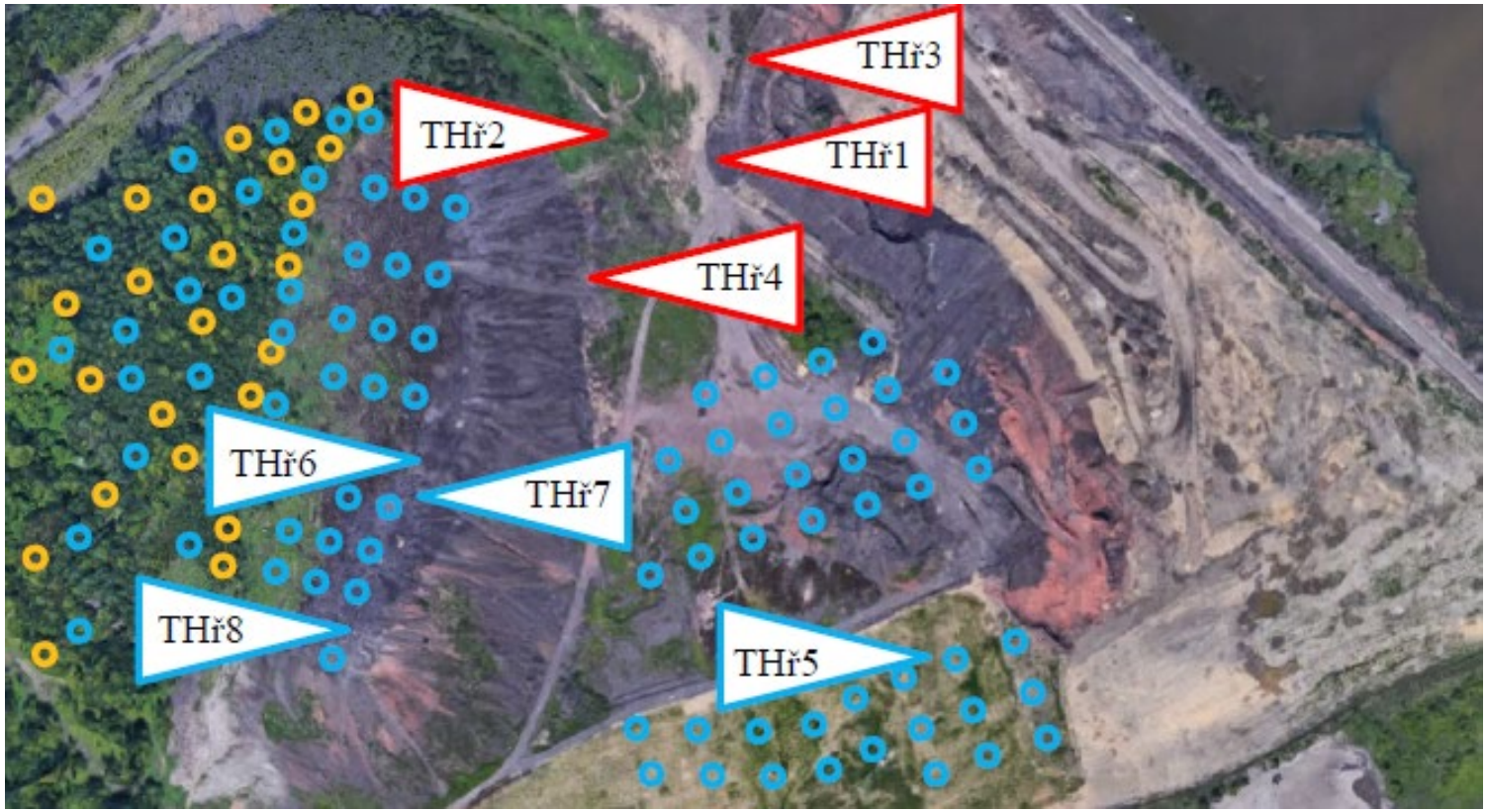
- Anorganické látky v PMx a v půdě.
- Anorganické látky a jejich biodostupnost.
- Vyhodnocení rizik pro jednotlivé typy odvalů.

Ema

Hedvika



Heřmanice



Použité metodiky

- **Metodika odběru PMx** → díky specifickým podmínkám nutná modifikace. (převzato z PAHMET)
- **Odběr vzorků půdy a materiálu z povrchu odvalu** vždy realizován po celé ploše odvalu.

METODIKA ODBĚRU A ÚPRAVY VZORKŮ PŮDY

- **ČSN ISO 10381-6 (836151) Kvalita půdy-Odběr vzorků-Část 6**: *Pokyny pro odběr, manipulaci a uchovávání půdních vzorků za aerobních podmínek pro studium mikrobiálních procesů, biomasy a diverzity v laboratoři.*

✓ Pokud to bylo možné, půda byla, s ohledem na specifické podmínky lokality, odebrána z hloubky alespoň 10-20 cm, přičemž svrchní část zeminy (pokud byla přítomna) byla odstraněna rýčem.

- **ČSN ISO 11464 (836160) Kvalita půdy – Úprava vzorků pro fyzikálně-chemické rozbory** (2 mm).

✓ Zrnitostně upravené vzorky půdy byly následně vysušeny do konstantní hmotnosti ve vakuové sušárně MEMMERT při teplotě 105 ± 2 °C po dobu 2 h. Upravené vzorky byly uchovávány v exikátoru.

STANOVENÍ SUŠINY PŮDY

- Pro přepočet výsledků byla stanovena sušina dle normy **ČSN 11465 (836635) Kvalita půdy – Stanovení hmotnostního podílu sušiny a hmotnostní vlhkosti půdy** – Gravimetrická metoda.

Fyzikální parametry

- Sledovány byly následující fyzikální parametry: konduktivita, oxidačně redukčního potenciálu (ORP), hodnoty pH, kationtové výměnné kapacity (CEC), výměnné acidity (EA) a bazické saturace (BS).
- **ČSN EN 13038 (836211) Kvalita půdy. Pomocné půdní látky a substráty – Stanovení elektrické konduktivity** (laboratorní konduktometr WTW inoLab Cond).
- **ČSN ISO 10390 (836221) Kvalita půdy – Stanovení pH.**
- **ČSN EN ISO 14254 (836223) Kvalita půdy – Stanovení výměnné acidity ve výluzích chloridem barnatým**. (laboratorní pH metr inoLab® pH 7110).
- **Hodnota ORP** *byla měřena multimetrem MP-6 (Hach Lange).* Hodnota ORP byla měřena v mV_H, takže je již vztažena k potenciálu SHE.

Metodika sekvenční extrakční analýzy (SEA)

- Modifikovaný postup podle Pueyo, který optimalizoval třístupňový sekvenční postup.

Krok	Izolované frakce	Činidlo	Objem ml	Teplota °C	Doba extrakce
1	Výměnná frakce a frakce navázaná na uhličitany	0,11 M CH_3COOH	40	22 ± 5	Třepání 16 h
2	Frakce vázaná na oxidy a hydroxidy Fe/Mn (redukovatelná frakce)	0,1 M $NH_2OH \cdot HCl$ okyselené 2M HNO_3	40	22 ± 5	Třepání 16 h
3	Frakce vázaná na organickou hmotu a sulfidy (oxidovatelná frakce)	8,8 M H_2O_2, pH = 2	10	22 ± 5 85 ± 2	Vyluhování 1 h Vyluhování 1 h
		1 M NH_4OAc, pH = 2	50	22 ± 5	Třepání 16 h

Metodika stanovení kovů

- Celkový obsah kovů v půdě → **Rentgenová fluorescence (XRF)**.
- Výluh půdy a PMx pro stanovení toxických kovů v půdě a PMx byl prováděn v kyselině dusičné o koncentraci 2,0 mol l^{-1} dle **ČSN P CEN/TS 16188 Kaly, upravený bioodpad a půdy - Stanovení prvků ve výluzích lučavkou královskou a kyselinou dusičnou - Metoda plamenové atomové absorpční spektrometrie (FAAS).**
- **Obsah stopových prvků ve výluzích SEA** byl stanoven metodou ICP-MS s použitím příslušných interních standardů (Astasol, Analytika Praha).

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

Anorganické látky v PMx a půdě

Výsledky fyzikální parametry

Aktivní půdní reakce

- Průměrná hodnota aktivní půdní reakce se pohybuje kolem 5, poměrně konstantní a nedocházelo k žádným výkyvům.
- Podle klasifikace Borůvky lze spíše hovořit o **středně kyselé půdní reakci**.
- Z ekologického hlediska významnější klasifikace **půdní reakce podle pufrační oblasti**.
- **Rozsah pH/H_2O = 4,2-5,0** → pufrační oblast kationtové výměnné kapacity, vymývání bazických kationtů ze sorpčního komplexu (Ca, Mg).

Výsledky fyzikální parametry

Výměnná půdní reakce

- vhodnější pro dlouhodobé sledování stavu půdy a statistické hodnocení,
- průměrná hodnota výměnné půdní reakce se pohybovala od 4,3 na Heřmanicích; 4,5 na Hedvice a 5,0 na Emě.
- dle Vyhlášky č. 275/1998 Sb., Příloha č. 5:
  - Heřmanice – Extrémně kyselá
  - Hedvika – Silně kyselá
  - Ema - Silně kyselá

Výsledky fyzikální parametry

Konduktivita

- hodnoty několikanásobně převyšovaly hodnotu 120 µS cm^{-1} → považována za hraniční hodnotu pro půdu s vyšším obsahem solí, je nutné půdu na odvalech klasifikovat jako **silně zasolenou**.
- ZÁVĚR: Jedná se o vysoké zatížení půdy solemi s možnými negativními účinky na růst vegetace.

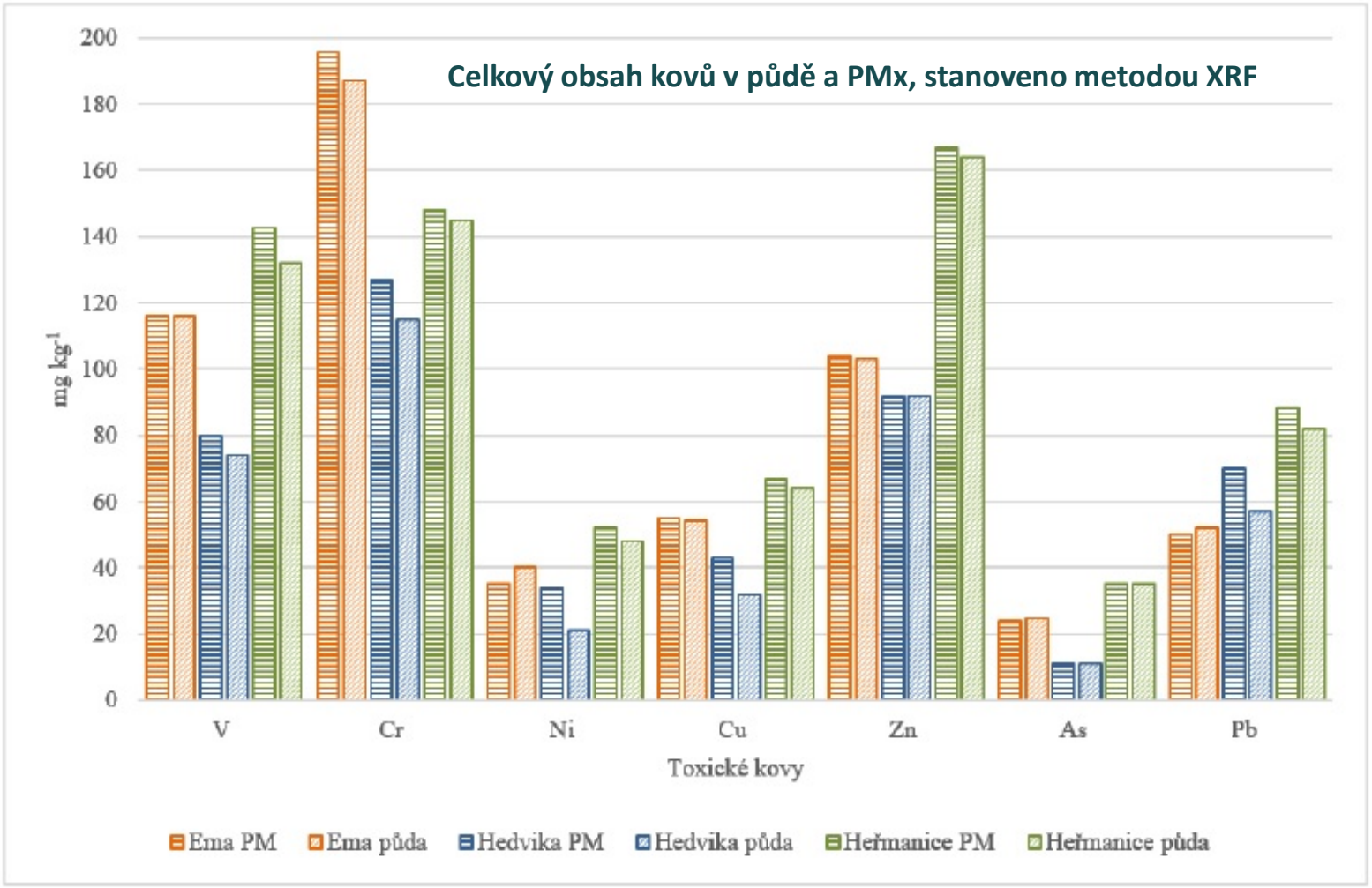
Výsledky fyzikální parametry

- Na základě stupně nasycení sorpčního komplexu bazickými kationty → **půdy plně nasycené**, které mají **velmi silnou hydrolytickou aciditu**.

Výsledky fyzikální parametry

- Průměrná hodnota ORP cca +200 mV.
- Nenabývá záporných hodnot → v půdě **nebude docházet k významným anaerobním pochodům**.
- Lze klasifikovat jako půdu, která se nachází **na hranici oxidačních a redukčních poměrů**.
- Podle klasifikace Borůvky lze vyhodnotit **půdní prostředí** jako **hypoxické**, ve kterém bude docházet k redukci $FeOH_3$, NO_3^- a typické pro něj bude i **pomalý rozklad organické hmoty**.

Výsledky – celkový obsah kovů



Vysvětlivky: PM - smetené z povrchu odvalu;

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
cz pl PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

Anorganické látky a jejich biodostupnost

- I. FRAKCE: **frakce vyměnitelná a frakce rozpustná ve vodě či slabé kyselině**. Kovy, spadající do této frakce, bývají sorbovány na povrch půdních částic slabými elektrostatickými silami. Může se ale jednat i o kovy, které jsou vázané v karbonátech.
- Takto uvolněné kovy jsou biologicky dostupné, mohou se snadno dostat do vody a do potravního řetězce.

- II FRAKCE: **frakce redukovatelná,** která již obsahuje kovy, které bývají navázané především na oxidy železa a manganu.
- III FRAKCE: **frakce oxidovatelná** → již existují mnohem pevnější vazby. Jedná se o kovy vázané především na sulfidy a organickou hmotu. Za oxidačních podmínek může dojít k rozkladu a navázané kovy se tak uvolňují do ŽP.

- **Hodnoty Cr_{celk}** → nejvyšší v oxidovatelné frakci → odpovídá jeho vlastnostem a tendenci se sorbovat. V anaerobních podmínkách se Cr^{IV+} redukuje na Cr^{III}. Dochází také ke snížení jeho mobility a i toxicity, váže se na organickou hmotu nebo tvoří málo rozpustné sraženiny.
- **Obsah Ni** v jednotlivých frakcích byl poměrně rovnoměrný → způsobeno redukčními podmínkami. V kyselé půdě je jeho mobilita výraznější. Naopak s rostoucí hodnotou pH se projeví jeho silná afinita k organickým látkám a dochází tak k tvorbě pevných komplexů, čemuž odpovídá i nejvyšší obsah niklu naměřený v oxidovatelné frakci.

- **Hodnoty Cu** byly nejvýraznější ve výluhu (2M HNO_3). V jednotlivých frakcích SEA však byly značně nižší →může být zapříčiněno obecně nízkou mobilitou, proto byla hodnota mědi v první, vyměnitelné, frakci sekvenční analýzy takřka zanedbatelná, z čehož vyplývá, že se měď za normálních podmínek z půdy prakticky do prostředí neuvolňuje.
- Nejvyšší **koncentrace Zn** → v redukovatelné frakci, kde bývají kovy navázány na oxidy či hydroxidy Fe a Mn. Lze odůvodnit podobnými vlastnosti se železem a hořčíkem a jejich nahrazováním v silikátových horninách.

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

Vyhodnocení rizik pro jednotlivé typy odvalů

Základní informace a parametry odvalů

	Ema	Hedvika	Heřmanice
Velikost (ha)	21,3 ha	40,6 ha	103,2 ha
Typ	Kuželovitý	Tabulový	Terasový
Množství odpadu (mil m^3)	2,6	4,9	15
Vznik	1920	1890	1952
Rok zahoření	1960	1970*	1996**
Doba hoření (rok)	58	48	22
Teplota spalin min. (°C)	43	80	160
Teplota spalin max. (°C)	53	362	376
Teplota povrchu (°C)	33,3	71,6	124,8

Legenda: * první zahoření v roce 1957(uhašeno); **první zahoření se objevilo v 1980 (uhašeno)

Hodnocení míry zátěže půdy

- Pro hodnocení úrovně rizik kontaminace kovů byl

	Ema ($mg\ kg^{-1}$)	Ema I_{geo}	Hedvika ($mg\ kg^{-1}$)	Hedvika I_{geo}	Heřmanice ($mg\ kg^{-1}$)	Heřmanice I_{geo}
V	114,5	0,2	74,0	0,2	131,0	0,3
Cr	152,0	0,4	107,5	0,3	139,0	0,4
Ni	41,5	0,3	24,5	0,2	43,5	0,3
Cu	52,0	0,4	31,5	0,2	63,0	0,5
Zn	100,5	0,26	91,0	0,2	164,0	0,4
As	24,0	0,7	12,5	0,4	36,5	**1,1**
Pb	50,0	0,3	57,5	0,3	82,0	0,4
Cd	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5

$(1 < I_{geo} \leq 2)$.

- Na základě metodických pokynů MŽP je pro indikativní posuzování úrovně znečištění zemin, podzemní vody a půdního vzduchu na antropogenně znečištěných lokalitách

Kovy	Průmyslově využívané území	EMA	Hedvika	Heřmanice
	mg kg^{-1} sušiny			
As	2,4	**24,0**	**12,5**	**36,5**
Cd	800	0,2	0,4	0,5
Cu	41 000	52,0	31,5	63,0
Ni	20 000	41,5	24,5	43,5
Pb	800	50	57,5	82,0
V	5 100	114,5	74,0	131,0
Zn	310 000	100,5	91,0	164,0

Závěr

- Obecně platí, že půdní reakce významně ovlivňuje nejen sorpci, ale rovněž má vliv na dostupnost a mobilitu nejen živin, ale i rizikových kovů.
- S ohledem na kyselou půdu na odvalech, lze předpokládat, že nejdostupnějšími prvky budou Fe, Mn, Cu a Zn, dále pak Cd a Pb.
- Hodnoty oxidačně redukčního potenciálu v půdních vzorcích odpovídaly hypoxickému prostředí.
- Hodnoty měrné vodivosti poukázaly na to, že půda je na odvalech Hedvika silně zasolená.

Děkuji za pozornost.

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

Wyniki analiz gazów oraz PAH

studium przypadku na przykładzie hałdy Wrzosy w Pszowie

Dr Leszek Drobek, Główny Instytut Górnictwa Katowice

Ostrava, 13.06.2019 r.

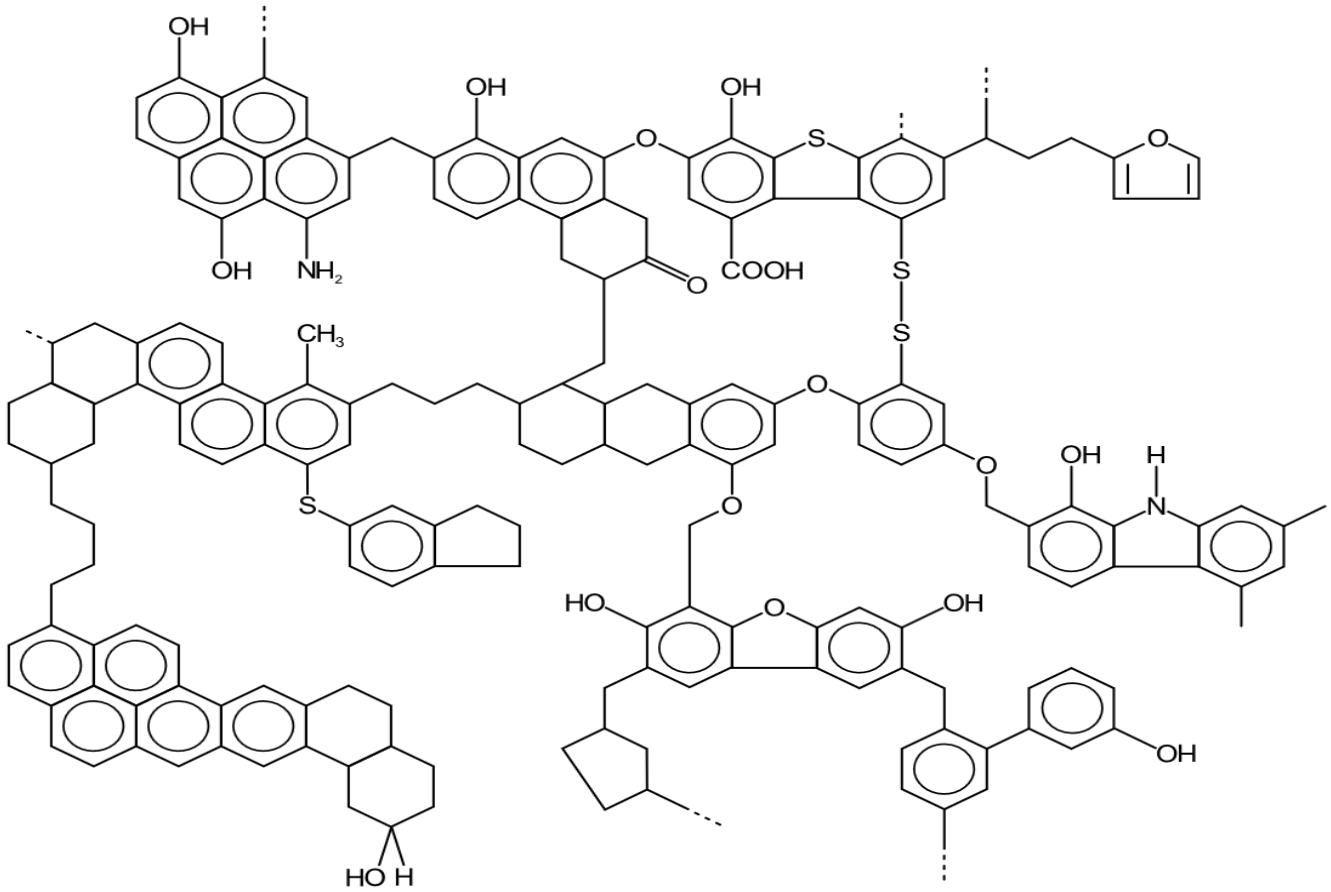
Przyczyny zjawiska aktywności termicznej odpadów powęglowych

Skład chemiczny węgla kamiennego jest następujący:

węgiel - C - zawartość od 75 do 97%,
wodór - H zawartość od 2 do 6%,
tlen – O – zawartość od 1 do 18%,
azot – N – zawartość od 0,5 do 2%,
siarka – S – zawartość od 0,2do 2%.

Na składowiska odpadów powęglowych potocznie zwane hałdami trafiał kamień, odpady skalne z robót przygotowawczych, udostępniania pokładów węgla i ich eksploatacji oraz z procesów przeróbczych, wzbogacania.

Szacuje się, odpady powęglowe gromadzone na hałdach zawierały nawet do 30% węgla i do 8% pirytu.



tlen – podstawniki hydroksylowe i karboksylowe, połączenia eterowe, ketonowe, furanowe (heteroaromaty tlenowe)
siarka – tioetery (siarczki), S-S (disiarczki), tiofenowe (heteroaromaty siarkowe,
azot – azaareny (struktura pirolu), aminowe,

węgiel, wodór - struktury naftalenu, fenantrenu, pirenu, benzo(a)pirenu, chryzenu

Produkty gazowe powstające w wyniku aktywności termicznej hałd odpadów powęglowych

$$\text{węgiel} + O_2 + 2H_2O \rightarrow \text{produkty reakcji} + Q$$

I faza egzotermiczna - utlenianie niskotemperaturowe

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 + Q$$

$$2C + O_2 \rightarrow 2CO + Q$$

$$C + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 2H_2 + Q$$

II faza endotermiczna - reakcje wtórne w kierunku produktów niepełnego utleniania oraz form zredukowanych

$$C + CO_2 \rightarrow 2CO - Q$$

$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2 - Q$$

$$C + 2H_2 \rightarrow CH_4 - Q$$

III faza - kontynuacja procesów egzotermicznych z przewagą produktów utleniania

$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + Q$$

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + Q$$

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + Q$$

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2 + Q$$

Inne reakcje przebiegające równolegle w strefie termicznej aktywności hałdy odpadów powęglowych

$$FeS_2 + {}^{7}/_{2}O_2 + H_2O \rightarrow FeSO_4 + H_2SO_4 + Q$$

i/lub

$$FeS_2 + 3O_2 \rightarrow FeSO_4 + SO_2 + Q$$

$$S + O_2 \rightarrow SO_2 + Q$$

$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2H_2O + 2SO_2 + Q$$

$$\text{-N-} + O_2 \rightarrow NO_x + Q$$

$$\text{-S-} + O_2 \rightarrow SO_2 + Q$$

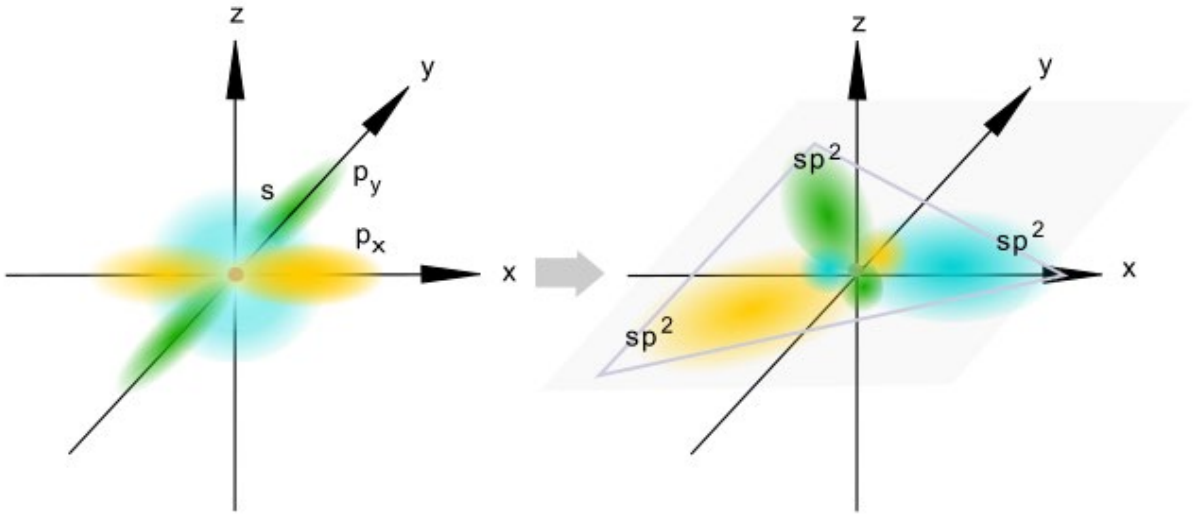
Produkty węglowodorowe powstające w wyniku aktywności termicznej hałd odpadów powęglowych

Procesy rozkładu termicznego – piroliza

W warunkach podwyższonej temperatury (450-800 ^{o}C) i jednocześnie niedoboru tlenu, we wnętrzu termicznie aktywnej hałdy zaczyna zachodzić również proces rozkładu termicznego materii organicznej, węglowej - proces pirolizy.

Proces ten jest źródłem zarówno wcześniej przedstawionych produktów gazowych, ale również węglowodorów alifatycznych i aromatycznych i ich pochodnych, w tym wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych - naftalenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, pirenu, chryzenu i wyższych WWA

Reakcje rodnikowe $*CH_3$



- Pkt 1(w1)

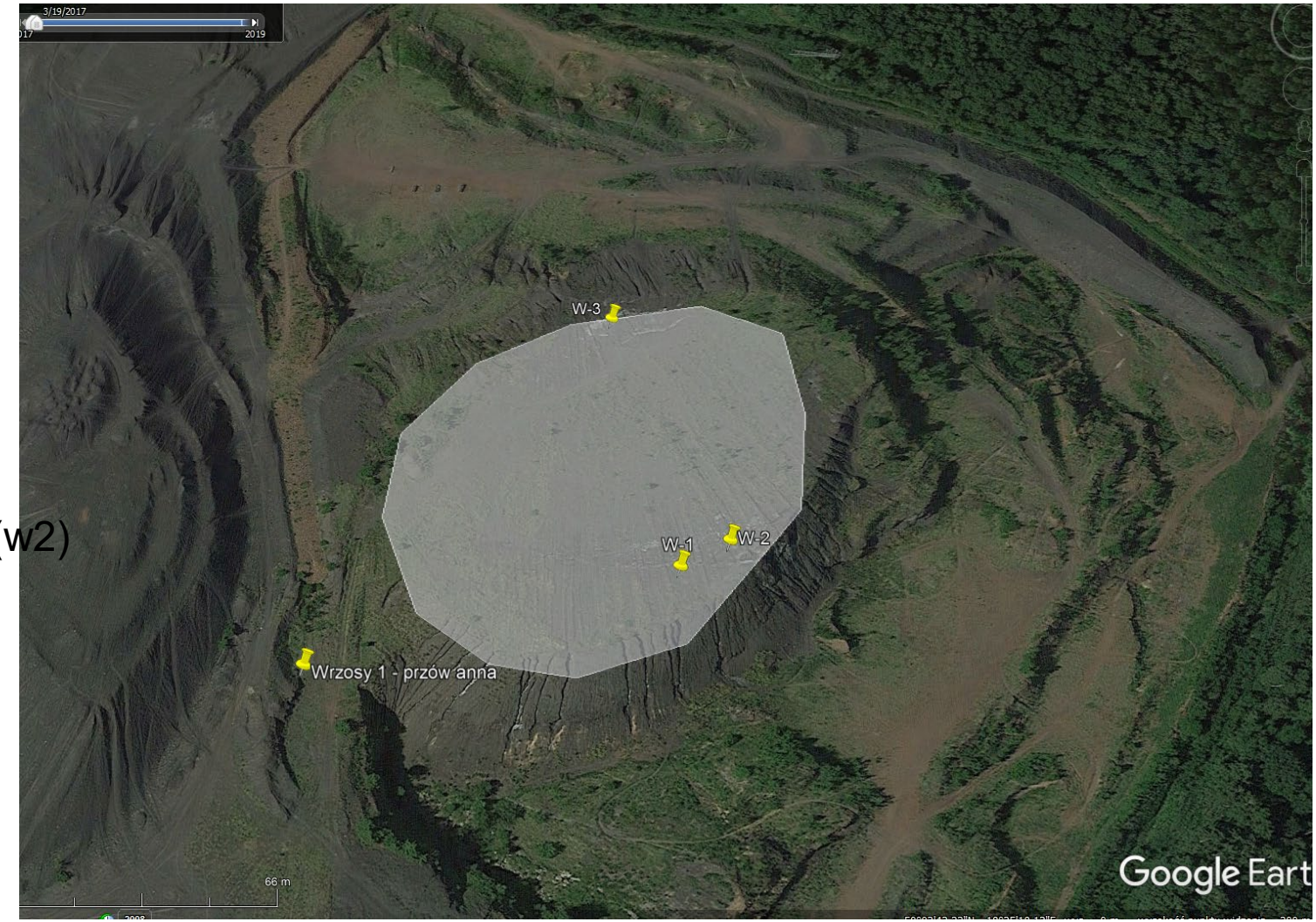
50° 2'41.96"N
18°25'19.20"E

- Pkt 2 – (w3)

50° 2'44.71"N
18°25'18.26"E

- Pkt 3 - stały (w2)

50° 2'42.20"N
18°25'19.92"E



Zestawienie średnich parametrów spalin w punkcie pomiarowym W-1 na hałdzie „Wrzosy” dla 2018 r.

Hałda „Wrzosy” punkt pomiarowy W -1								
Data	Temperatura otoczenia	Ciśnienie barometryczne	Wilgotność względna	Temperatur spalin	Prędkość spalin	Natężenie przepływu		
	°C	hPa	%	°C	m/s	m^3_{rz}/h	m^3_n/h	m^3_u/h
21.03.18	8	994	70	95	4,28	146	107	68
23.05.18	22	991	72	87	4,9	168	121	97
27.09.18	16	996	63	73	3,3	118	92	68
27.11.18	-2	978	71	86	4,02	137	98	66

Wyniki pomiarowe zawartości CO, CO_2 i WWA w punkcie W-1 hałda Wrzosy w 2018 roku

data	CO	CO_2	suma WWA
	(mg/m^3)	(vol%)	($\mu g/m^3$)
I kwartał 2018	222	18,75	927,1
II kwartał 2018	90	18,42	978,1
III kwartał 2018	236	13,67	1 406,2
IV kwartał 2018	542	2,40	2 381,6

Wyniki pomiarowe zawartości poszczególnych WWA w punkcie W-1 hałda Wrzosy w 2018 roku

substancja	I kw 2018	% I kw 2018	II kw 2018	% II kw 2018	III kw 2018	% III kw 2018	IV kw 2018	% IV kw 2018	% śred 2018
Naftalen	622,69	**67,15**	677,22	**69,24**	1006,01	**71,54**	1817,86	**76,32**	**72,43**
Acenaften	20,37	**2,20**	46,80	**4,78**	39,85	**2,83**	51,50	**2,16**	**2,78**
Fluoren	83,69	**9,03**	97,49	**9,97**	97,23	**6,91**	143,76	**6,04**	**7,42**
Fenantren	160,74	**17,34**	144,18	**14,74**	237,59	**16,89**	320,36	**13,45**	**15,16**
Antracen	12,52	1,35	3,58	0,37	8,29	0,59	14,83	0,62	0,69
Fluoranten	13,70	1,48	3,64	0,37	7,21	0,52	19,60	0,82	0,78
Piren	10,76	1,16	3,84	0,39	8,25	0,59	11,40	0,48	0,60
B(a)antracen	2,39	0,26	0,97	0,10	1,42	0,10	1,54	0,06	0,11
Chryzen	0,25	0,03	0,39	0,04	0,39	0,03	0,72	0,03	0,03
B(b)fluoranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B(k)fluoranten	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-
B(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	927,11	100	978,11	100	1406,24	100	2381,61	100	100

Dane pomiarowe udziału % w bilansie poszczególnych WWA na hałdach Marcel w Radlinie, Szarlota w Rydułtowych, Wrzosy w Pszowie w 2018 roku

substancja	Marcel Radlin % średnia 2018	Szarlota Rydułtowy % średnia 2018	Wrzosy Pszów % średnia 2018
Naftalen	**52,42**	**61,33**	**72,43**
Acenaften	**4,93**	**2,71**	**2,78**
Fluoren	**16,59**	**10,63**	**7,42**
Fenantren	**23,76**	**20,87**	**15,16**
Antracen	0,75	1,51	0,69
Fluoranten	0,49	1,89	0,78
Piren	0,89	0,81	0,60
B(a)antracen	0,16	0,04	0,11
Chryzen	0,04	0,21	0,03
B(b)fluoranten	-	-	-
B(k)fluoranten	-	-	-
B(a)piren	-	-	-
Σ	100	100	100

Literatura:

1. Górnictwo i Geoinżynieria, Rok 31, Zeszyt 3/1, 2007
Jan Drenda, Zenon Różański, Krzysztof Słota, Paweł Wrona
ZAGROŻENIE POŻAROWE NA ZWAŁOWISKACH ODPADÓW POWĘGLOWYCH

2. https://pl.wikipedia.org/wiki/W%C4%99giel_kamienny

3. https://pl.wikipedia.org/wiki/Rodniki

4. Robert T. Morrison, Robert N. Boyd: *Chemia organiczna*. T. 1. Warszawa: PWN, 1985, s. 252–269. ISBN 83-01-04166-8

5. J.D. Roberts, M.C. Caserio: *Chemia organiczna*. Warszawa: PWN, 1969.

6. https://www.pgi.gov.pl/psg-1/psg-2/informacja-i-szkolenia/wiadomosci-surowcowe/10413-wegiel-kamienny-podstawowe-fakty.html

Dziękuję za uwagę

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

TERDUMP

Spolupráce VŠB-TUO/GIG Katowice na průzkumu hořících hald na obou stranách společné hranice

(CZ.11.4.120/0.0/0.0/15_006/0000074)

2. workshop

Vyhodnocení naměřených dat s ohledem na posouzení rizika z hlediska emise plynů a organických uhlovodíků.

Ing. Radim Seibert, Ostrava, 06/2019

Předmět prací

Posouzení přímých a nepřímých vlivů termicky aktivních odvalů spojených se znečišťováním ovzduší:

- ❑ Odhad množství emisí PAH
- ❑ Odhad imisních příspěvků PAH
- ❑ Screening zdravotních rizik
- ❑ Screening ekologických rizik
- ❑ Návrh opatření

Odhad emisí na základě výsledků monitoringu PAH

Analyt	Heřmanice		Hedvika		Ema	
	Emisní koncentrace [µg.m^{-3}]	Hmotnostní tok [g.rok^{-1}]	Emisní koncentrace [µg.m^{-3}]	Hmotnostní tok [g.rok^{-1}]	Emisní koncentrace [µg.m^{-3}]	Hmotnostní tok [g.rok^{-1}]
Naftalen	357	563	61	225	2.9	45
Acenaftylen	0.03	0.047	0.01	0.019	0.01	0.004
Acenaften	301	475	9.8	190	27	38
Fluoren	71	112	6.5	45	21	9
Fenantren	1752	2763	27	1105	60	221
Antracen	59	93	2.0	37	3.9	7.4
Fluoranten	43	68	1.6	27	0.46	5.5
Pyren	26	41	0.85	17	0.46	3.3
Benzo(a)antracen	3.0	4.7	0.11	1.9	0.02	0.37
Chrysen	11	17	0.35	7.0	0.02	1.4
Benzo(b)fluoranten	1.4	2.2	0.07	0.89	0.08	0.18
Benzo(k)fluoranten	0.21	0.33	0.03	0.13	0.00	0.03
Benzo(a)pyren	0.33	0.52	0.05	0.21	0.00	0.04
Dibenzo(ah)antracen	0.05	0.08	0.04	0.03	0.00	0.01
Benzo(ghi)perylen	0.29	0.46	0.50	0.18	0.09	0.04
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.82	1.3	0.43	0.52	0.02	0.10

Shrnutí posouzení emisí

- nejvíce fenantren, acenaften a naftalen
- rozdíl mezi „lehkými“ a „težkými“ kongenery 3-5 řádů
- Hedvika a Heřmanice řádově srovnatelné, Ema o 1 řád méně

Odhad imisních příspěvků v nejbližší obytné zástavbě

Analyt	Průměrný roční imisní příspěvek [pg.m^{-3}]
Naftalen	10 - 100
Acenaftylen	0.001 – 0.01
Acenaften	10 -100
Fluoren	10 – 100
Fenantren	100 – 1000
Antracen	10 – 100
Fluoranten	10 – 100
Pyren	1 – 10
Benzo(a)antracen	1 – 10
Chrysen	1 – 10
Benzo(b)fluoranten	0.1 – 1
Benzo(k)fluoranten	0.001 – 0.01
Benzo(a)pyren	0.01 – 0.1
Dibenz(ah)antracen	0.001 – 0.01
Benzo(ghi)perylen	0.01 – 0.1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.1 - 1

Shrnutí posouzení emisí imisních příspěvků

- největší v blízkosti zdroje, s rostoucí vzdáleností pokles
- v obydlených oblastech řádově nižší než stávající znečištění
- nevýznamný vliv na plnění imisních limitů (příspěvek benzo[*a*]pyrenu o 4-5 řádů nižší než hodnota limitu)

Zdravotní rizika - scénáře

Potenciální příjemci a reálné expoziční scénáře:

1. Populace v obytné zástavbě v okolí, dlouhodobá inhalační expozice
2. Osoby v blízkosti areálu odvalu (první stovky metrů), krátkodobá náhodná inhalační expozice
3. Cizí osoby v areálu odvalu, krátkodobá náhodná inhalační expozice

Zdravotní rizika – screeningové hodnoty

Analyt	CAS Number	Inhalation Unit Risk $[ug.m^{-3}]^{-1}$	Chronic RfC (mg/m^3)	Carcinogenic PRG TR=1E-06 $[ug.m^{-3}]$	Noncarcinogenic PRG HI=1 $[ug.m^{-3}]$
Naphtalene	91-20-3	3.4E-05	3E-03	8.26E-02	3.13E+00
Acenaphthene	83-32-9	-	-	-	-
Acenaphthylene	208-96-8	-	-	-	-
Anthracene	120-12-7	-	-	-	-
Benzo[a]pyrene	50-32-8	6.00E-04	2.00E-06	1.69E-03	2.09E-03
Benzo[b]fluoranthene	205-99-2	6.00E-05	-	1.69E-02	-
Benzo[g,h,i]perylene	191-24-2	-	-	-	-
Benzo[k]fluoranthene	207-08-9	6.00E-06	-	1.69E-01	-
Chrysene	218-01-9	6.00E-07	-	1.69E+00	-
Dibenz[a,h]anthracene	53-70-3	6.00E-04	-	1.69E-03	-
Fluoranthene	206-44-0	-	-	-	-
Fluorene	86-73-7	-	-	-	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	193-39-5	6.00E-05	-	1.69E-02	-
Phenanthrene	85-01-8	-	-	-	-
Pyrene	129-00-0	-	-	-	-

nepřijatelné koncentrace

řádově od 2 $ng.m^{-3}$

Shrnutí posouzení zdravotních rizik

- imisní limit = společensky akceptovatelné riziko
- benzo[*a*]pyren 4-6 řádů pod limitem => **přijatelné riziko**
- naftalen 2-3 řády a benzo[*a*]pyren 4-6 řádů pod screeningovými hodnotami => **přijatelné riziko**

Ekologická rizika - scénáře

1. Přímé riziko poškození živých organizmů kontaktem s ovzduším
2. Nepřímé riziko kontaminace půdy vlivem depozice z ovzduší, následný přestup do organizmů
3. Nepřímé riziko kontaminace půdy vlivem depozice z ovzduší, následný přestup do povrchové/podzemní vody, následný přestup do živých organizmů

Ekologická rizika - hodnocení

ad 1.

Okolí bez výskytu citlivých ekosystémů, příspěvky řádově nižší než stávající imisní koncentrace => **nevýznamné riziko**

ad 2.

Převaha těkavých zástupců => slabá sorpce, pouze mokrá depozice

Nízké koncentrace => hypotetický vliv v těsné blízkosti výstupu zplodin hoření

Ekologická rizika – screeningové hodnoty pro půdu

Analyt	CAS Number	SO EPA R5 ESL Soil Screening Benchmark [mg.kg^{-1}]
Naphtalene	91-20-3	0.0994
Acenaphthene	83-32-9	682
Acenaphthylene	208-96-8	682
Anthracene	120-12-7	1480
Benzo[a]pyrene	50-32-8	1.52
Benzo[b]fluoranthene	205-99-2	59.8
Benzo[g,h,i]perylene	191-24-2	119
Benzo[k]fluoranthene	207-08-9	148
Chrysene	218-01-9	4.73
Dibenz[a,h]anthracene	53-70-3	18.4
Fluoranthene	206-44-0	122
Fluorene	86-73-7	122
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	193-39-5	109
Phenanthrene	85-01-8	45.7
Pyrene	129-00-0	78.5

Ekologická rizika - hodnocení

ad 2.

Naftalen - potenciální riziko pro bezobratlé, zejména členovce, max. desítky metrů od výstupu plynů, **mimo areál odvalů bez rizika**

Ostatní PAH – depozice pomalejší než atenuace => **bez rizika**

ad 3.

Screening pro půdu zahrnuje i šíření do podzemní vody => **bez rizika**

Hlušina odvalů propustná, splachy do povrchových vod prakticky vyloučeny => **bez rizika**

Nejistoty

- Stanovení hmotnostního toku PAH: 1 až 2 řády
- Zdravotní a ekologická rizika celkem: cca 4 řády
- Odstup hodnot dostatečný, závěry platné
- Pozor na interpretaci ekologického rizika naftalenu

Shrnutí a doporučení

- v emisích dominují lehké, toxikologicky méně významné látky
- imisní příspěvky nevýznamné, prakticky bez vlivu na plnění imisních limitů
- zdravotní rizika přijatelná, zanedbatelná
- bez ekologických rizik s lokální výjimkou naftalenu
- z hlediska kvality ovzduší, zdravotních a ekologických rizik nejsou potřebná žádná opatření

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

CZ PL PŘEKRAČUJEME HRANICE PRZEKRACZAMY GRANICE 2014—2020

EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

GIG

DĚKUJI ZA POZORNOST

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
GIG

Współpraca VŠB-TUO/GIG Katowice w badaniach zapożarowanych hałd po obu stronach wspólnej granicy.
Spolupráce VŠB-TUO/GIG Katowice na průzkumu hořících hald na obou stranách společné hranice.

Emisja i rozprzestrzenianie się wybranych zanieczyszczeń z zapożarowanych hałd – studium przypadku

Bogusław Komosiński, Zofia Czekalska, Tomasz Konieczny

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk w Zabrzu

Cel pracy

- Praca związana jest z projektem nr CZ.11.4.120/0.0/0.0/15_006/0000074 pod nazwą TERDUMP - „Współpraca VŠB-TUO/GIG Katowice w badaniach zapożarowanych hałd po obu stronach wspólnej granicy”, realizowanym wspólnie przez VŠB-TUO w Ostrawie oraz Główny Instytut Górnictwa w Katowicach

- Celem pracy było dostosowanie metod pomiarowych oznaczania ditlenku siarki, tlenków azotu, tlenku węgla oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w wytypowanych przez GIG zapożarowanych hałdach powęglowych.

- W oparciu o ustaloną w I etapie pracy metodykę poboru próbek oraz metody analityczne, wspólne dla zespołów pomiarowych czeskich i polskich, przeprowadzono szereg pomiarów oznaczając stężenia i obliczając emisję badanych zanieczyszczeń gazowych.

Cel pracy

- Celem prezentowanej publikacji - jako studium przypadku - jest próba oszacowania wielkości emisji i możliwość modelowania poziomów badanych substancji w powietrzu.

- Do realizacji tego celu wykorzystano dane z punktu pomiarowego W-2 na hałdzie „Wrzosy” obejmujące 4 sesje pomiarowe w 2018r..

Przykład zapożarowanej hałdy

Zakres badań

Badania zapożarowanych hałd obejmowały:

- Pomiary stężeń CO, CO_2, SO_2, O_2, $NO_{x,}$
- Pobranie próbek i oznaczanie zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA),
- Pomiary natężenia przepływu wraz z parametrami fizyko-chemicznymi spalin.

Metodyka badań

- Pomiary zanieczyszczeń gazowych (CO, CO_2, SO_2, NO_x) realizowane były metodą spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), przy zastosowaniu przenośnego analizatora spalin Gasmet DX-4000,

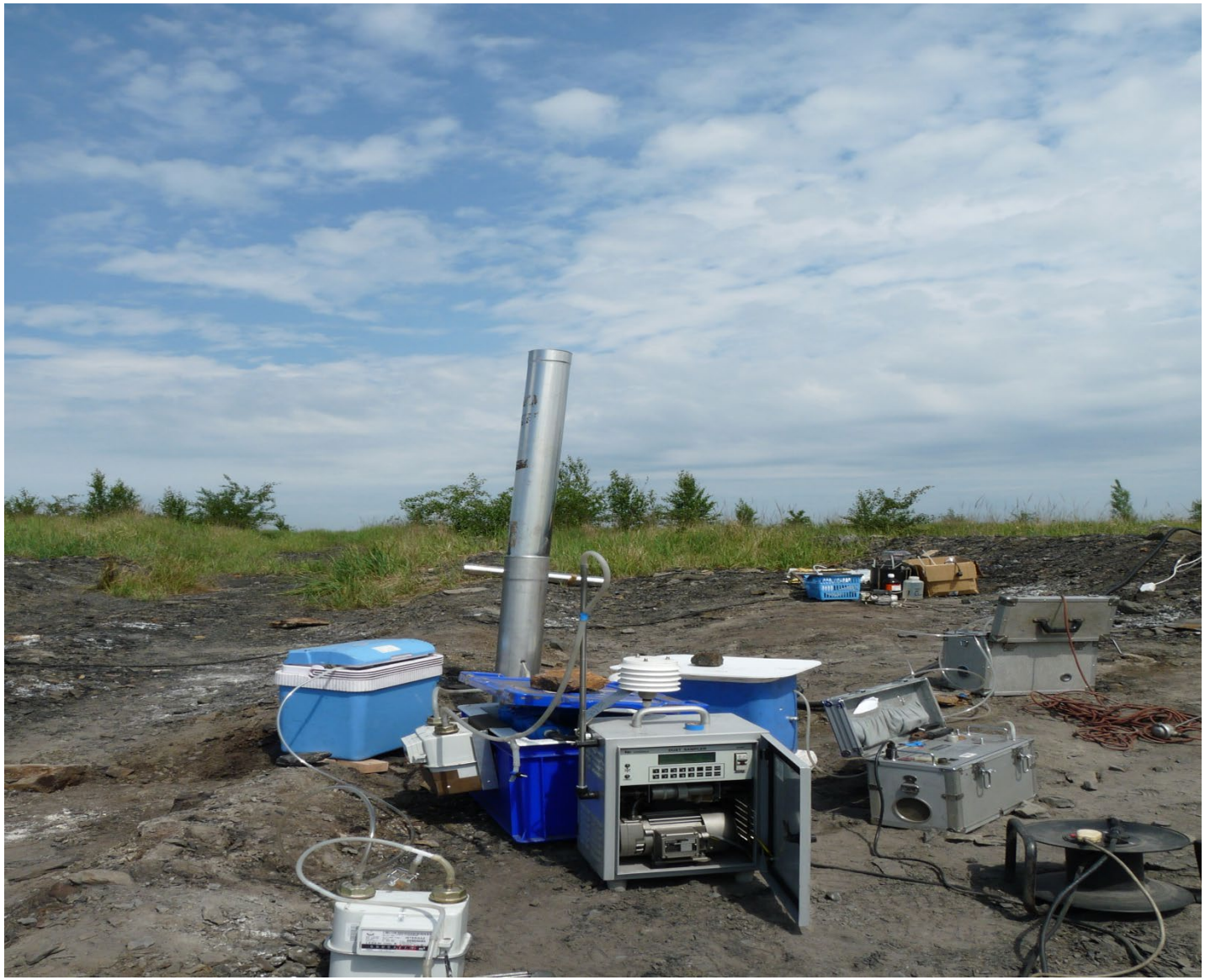
- Stężenie tlenu określano metodą celi cyrkonowej – analizator spalin Gasmet DX-4000,

- Pomiar natężenia przepływu spalin realizowano stosując rurkę spiętrzającą Prandtla oraz wzorcowany przepływomierz DMF 2006,

- Do adsorpcji ze spalin WWA zastosowano dwa typy sorbentów (rurki sorbentowe wypełnione XAD-2 oraz tzw. PUFy), z uwagi na charakter emitora oraz przewidywane stężenia WWA.

- Stosowane metody posiadają akredytację Polskiego Centrum Akredytacji (nr AB 950).

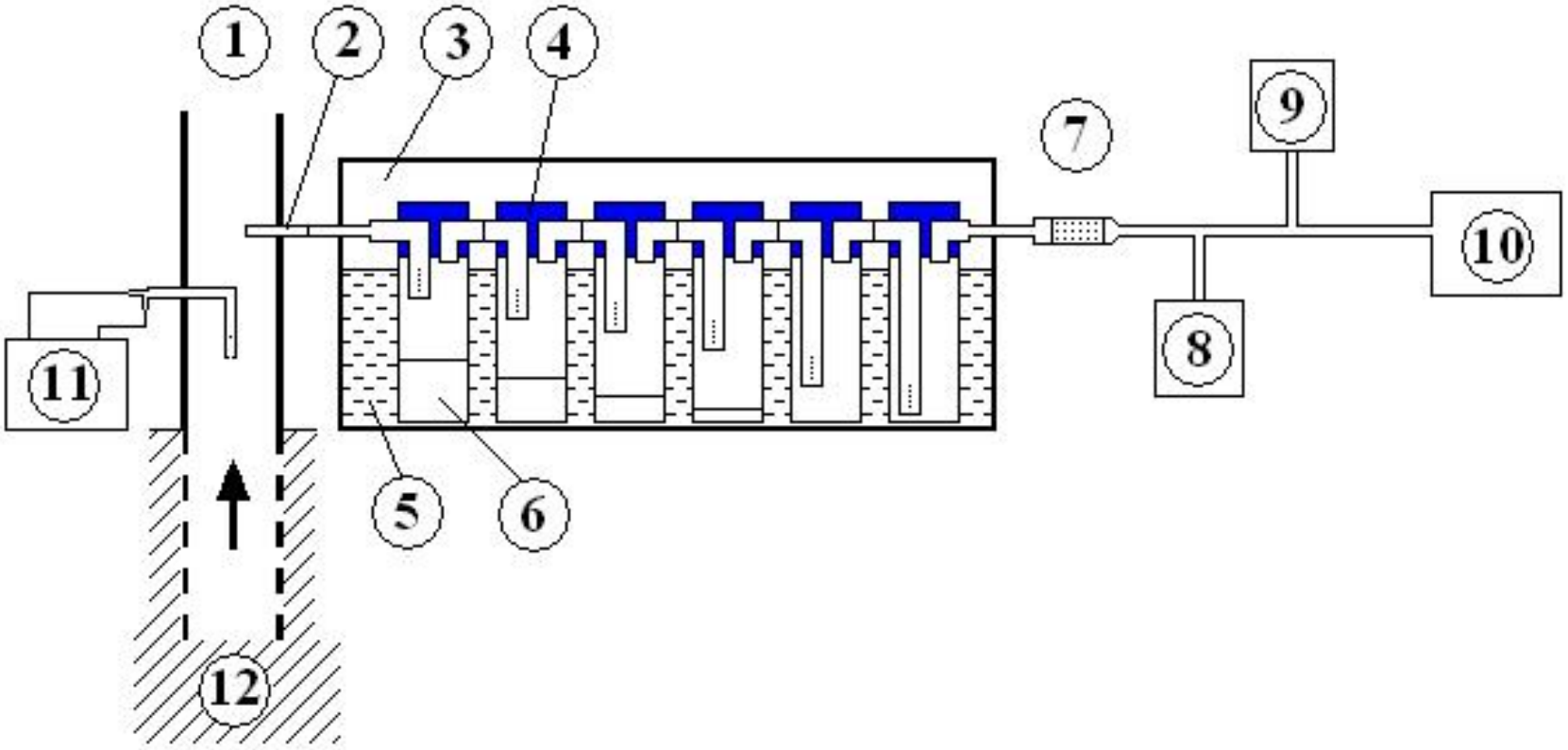
Miejsce poboru próbek spalin



Pobieranie próbek - adsorpcja WWA

- Zastosowano rurki sorbentowe, wypełnione pianką poliuretanową (PUF - Polyurethane Foam).
- Metoda ta stosowana jest przy większych prędkościach przepływu spalin – od 1 do 5 l/min.
- Rurki sorbentowe spełniają specyfikacje EPA TO-10A, EPA-IP-8, ASTM D4861, ASTM D4947

Układ pomiarowy stosowany przy adsorpcji WWA na PUF'ach



1 – komin; 2 – sonda szklana; 3 – separator wilgoci; 4 – wykraplacz wilgoci; 5 – ciecz chłodząca; 6 – kondensat; 7 – PUF; 8 – gazomierz; 9 – układ do pomiaru stopnia zawilżenia;10 – aspirator; 11 – układ do pomiaru prędkości i temperatury spalin; 12 – zapożarowana część hałdy.

Punkty pomiarowe

- Pkt 1(w1)

50° 2'41.96"N

18°25'19.20"E

- Pkt 2 – (w3)

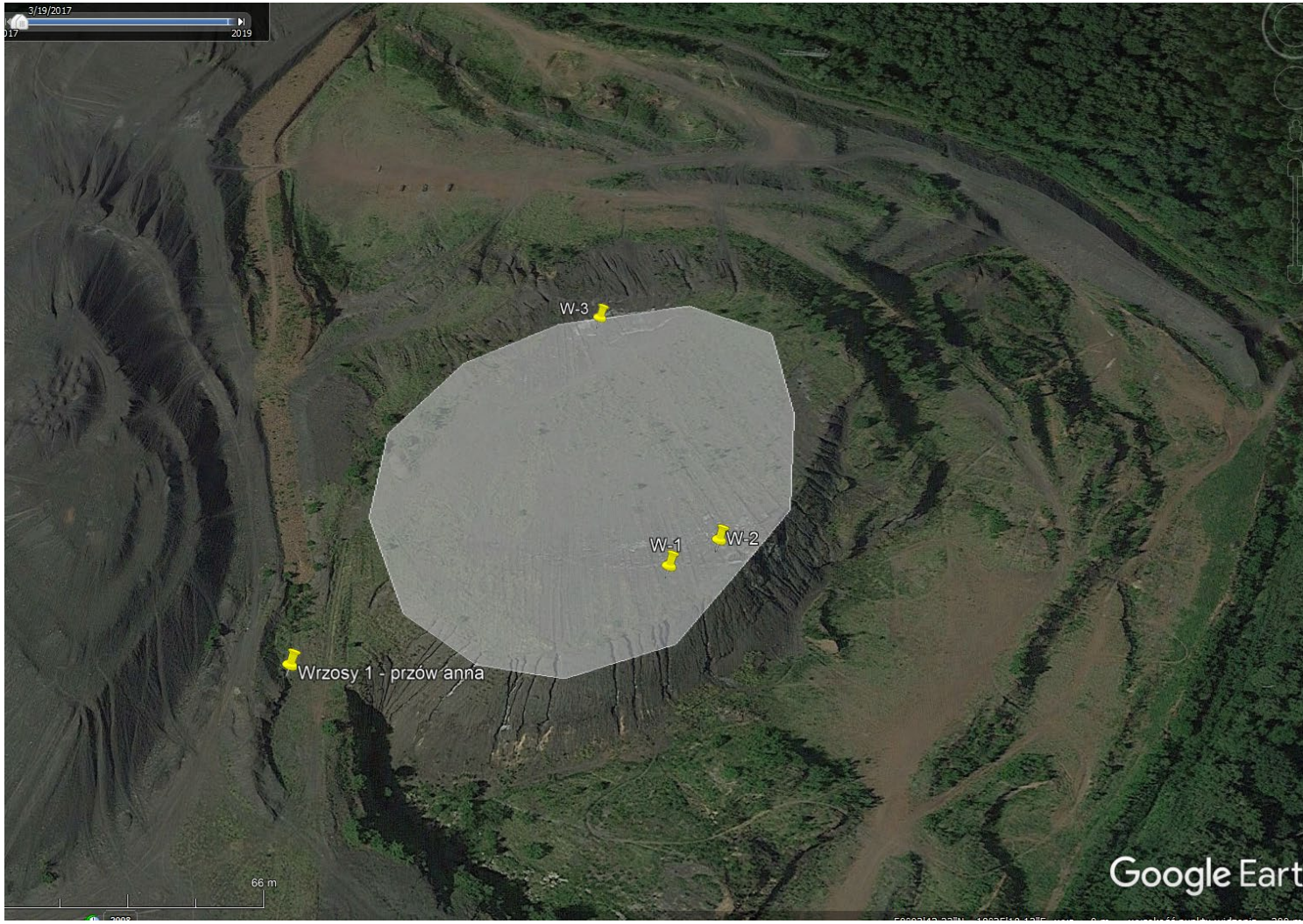
50° 2'44.71"N

18°25'18.26"E

- Pkt 3 - stały (w2)

50° 2'42.20"N

18°25'19.92"E

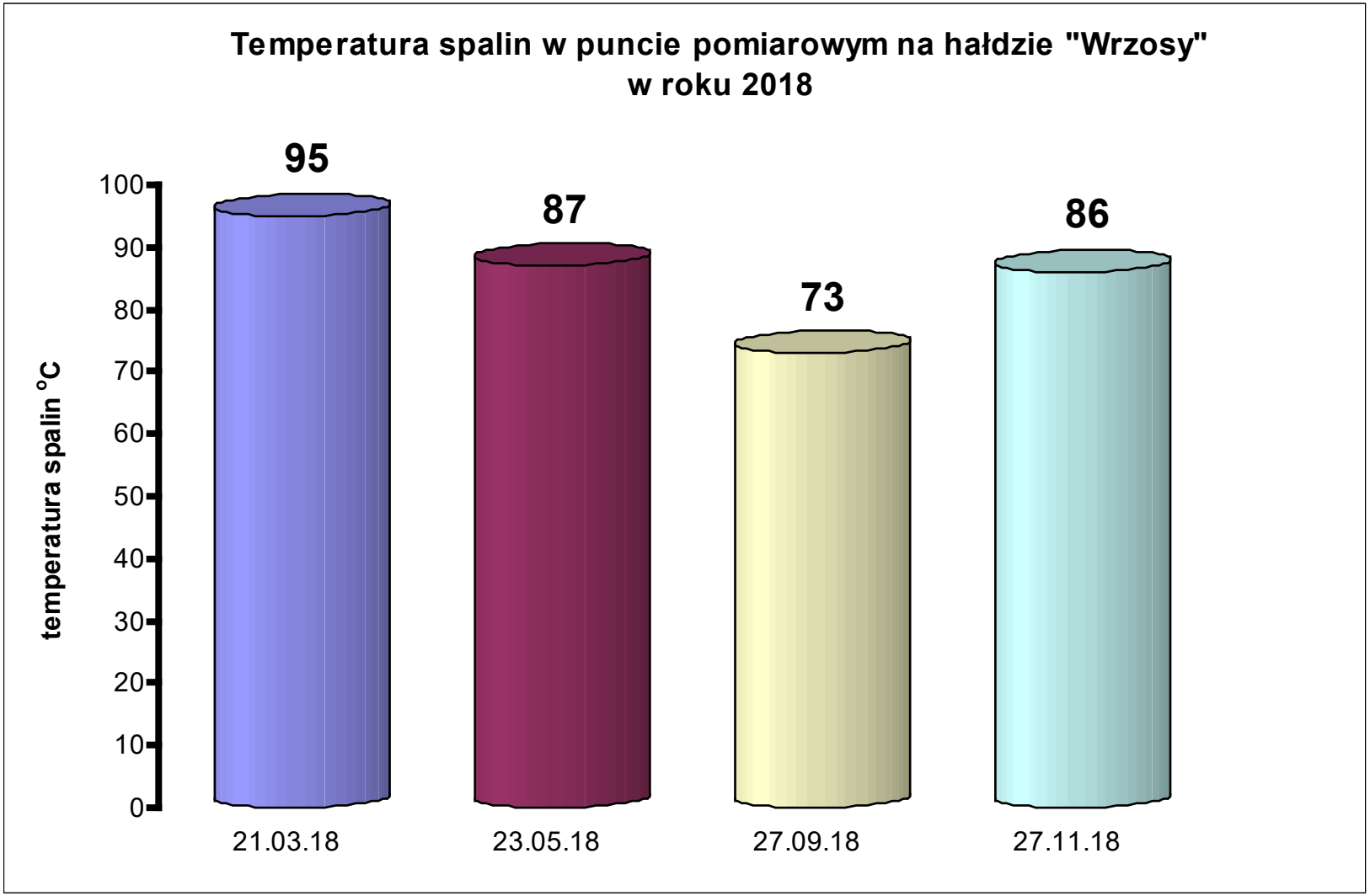


Wyniki pomiarów

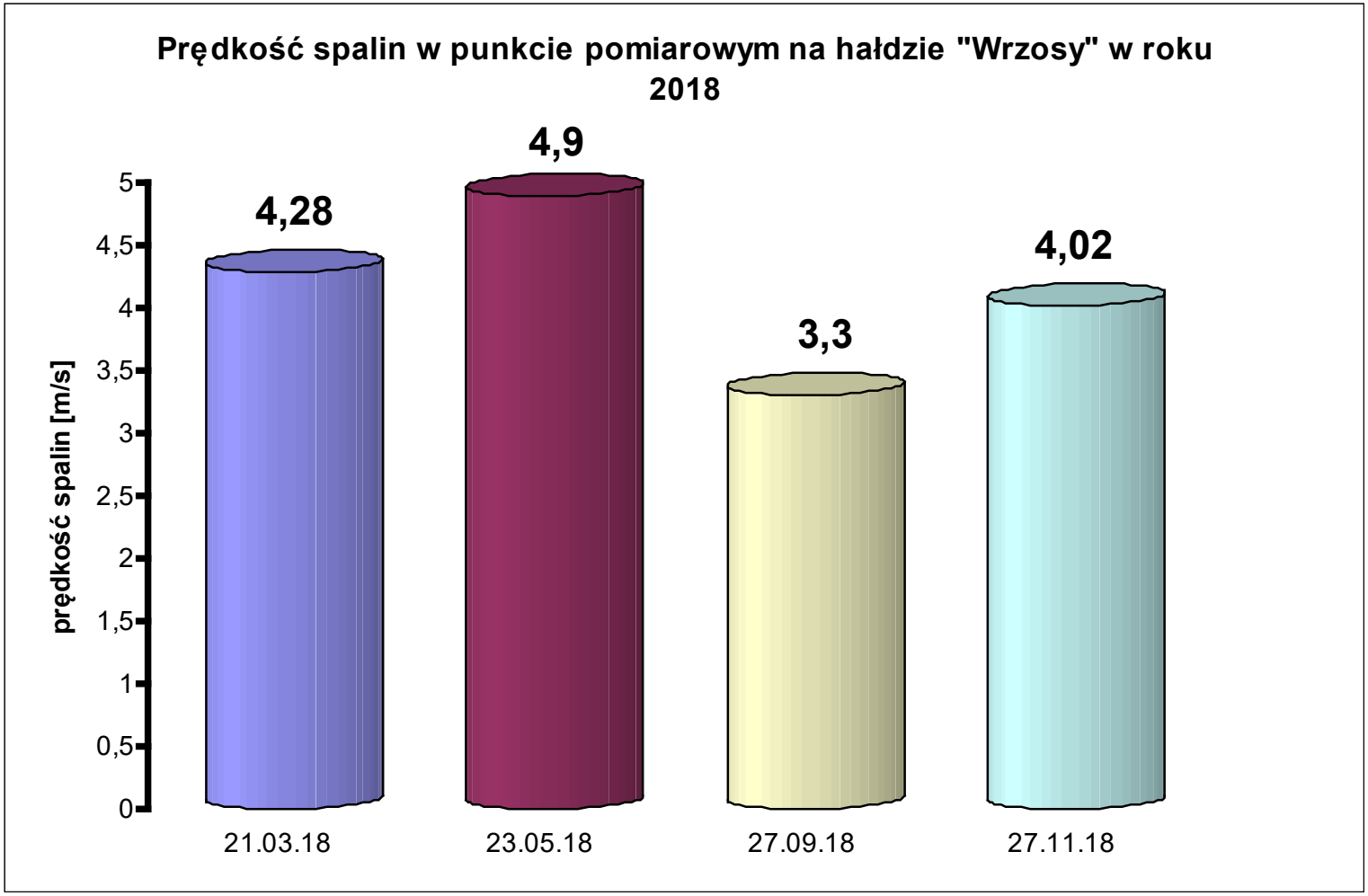
Tabela 1. Zestawienie średnich parametrów spalin w punkcie pomiarowym na hałdzie „Wrzosy” dla 2018 r.

Hałda „Wrzosy” punkt pomiarowy W -2								
Data	Temperatura otoczenia	Ciśnienie barometryczne	Wilgotność względna	Temperatura spalin	Prędkość spalin	Natężenie przepływu		
	°C	hPa	%	°C	m/s	m^3_{rz}/h	m^3_n/h	m^3_u/h
21.03.18	8	994	70	95	4,3	146	107	68
23.05.18	22	991	72	87	4,9	168	121	97
27.09.18	16	996	63	73	3,3	118	92	68
27.11.18	-2	978	71	86	4,0	137	98	66

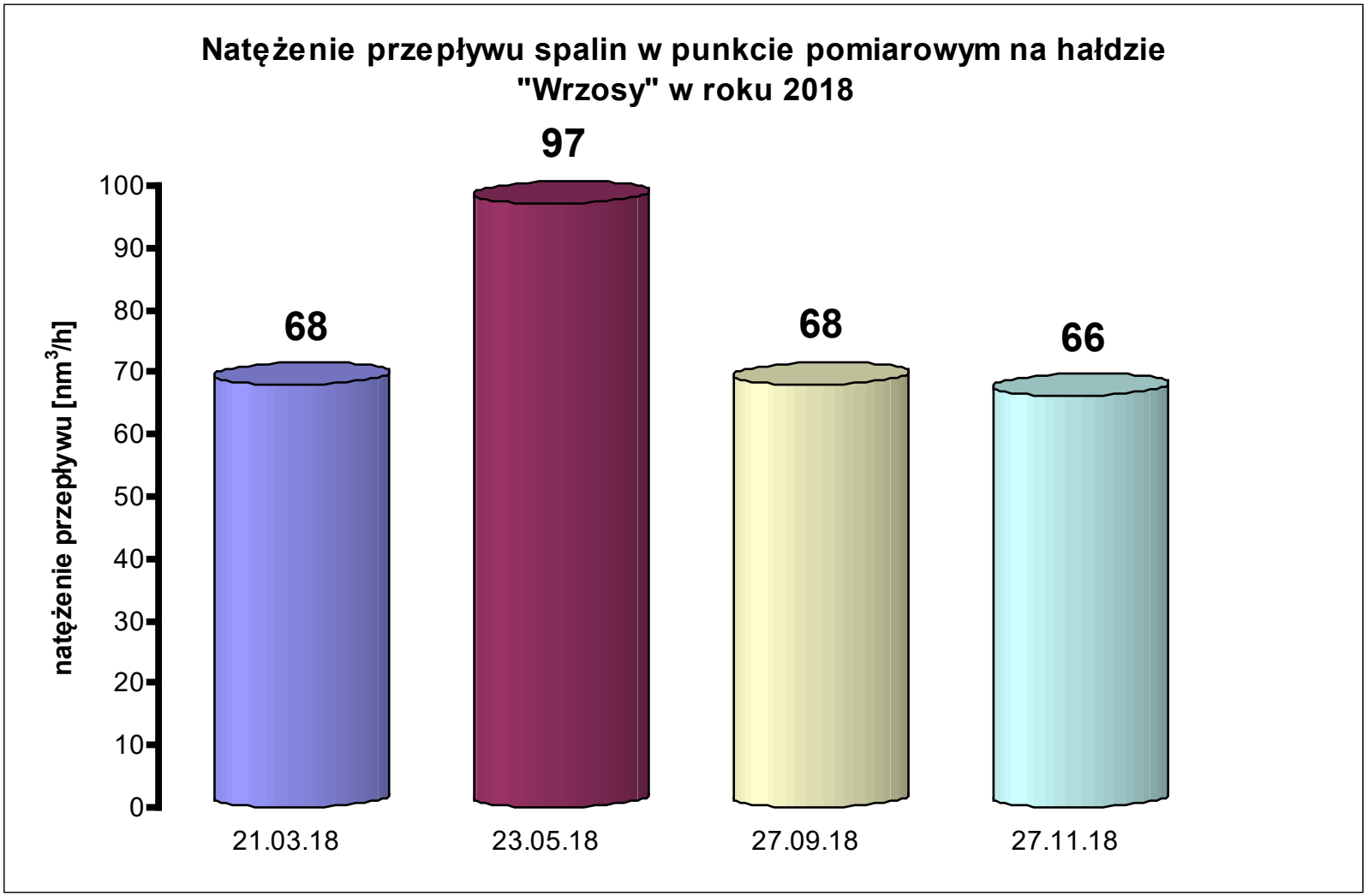
Wyniki pomiarów



Wyniki pomiarów



Wyniki pomiarów

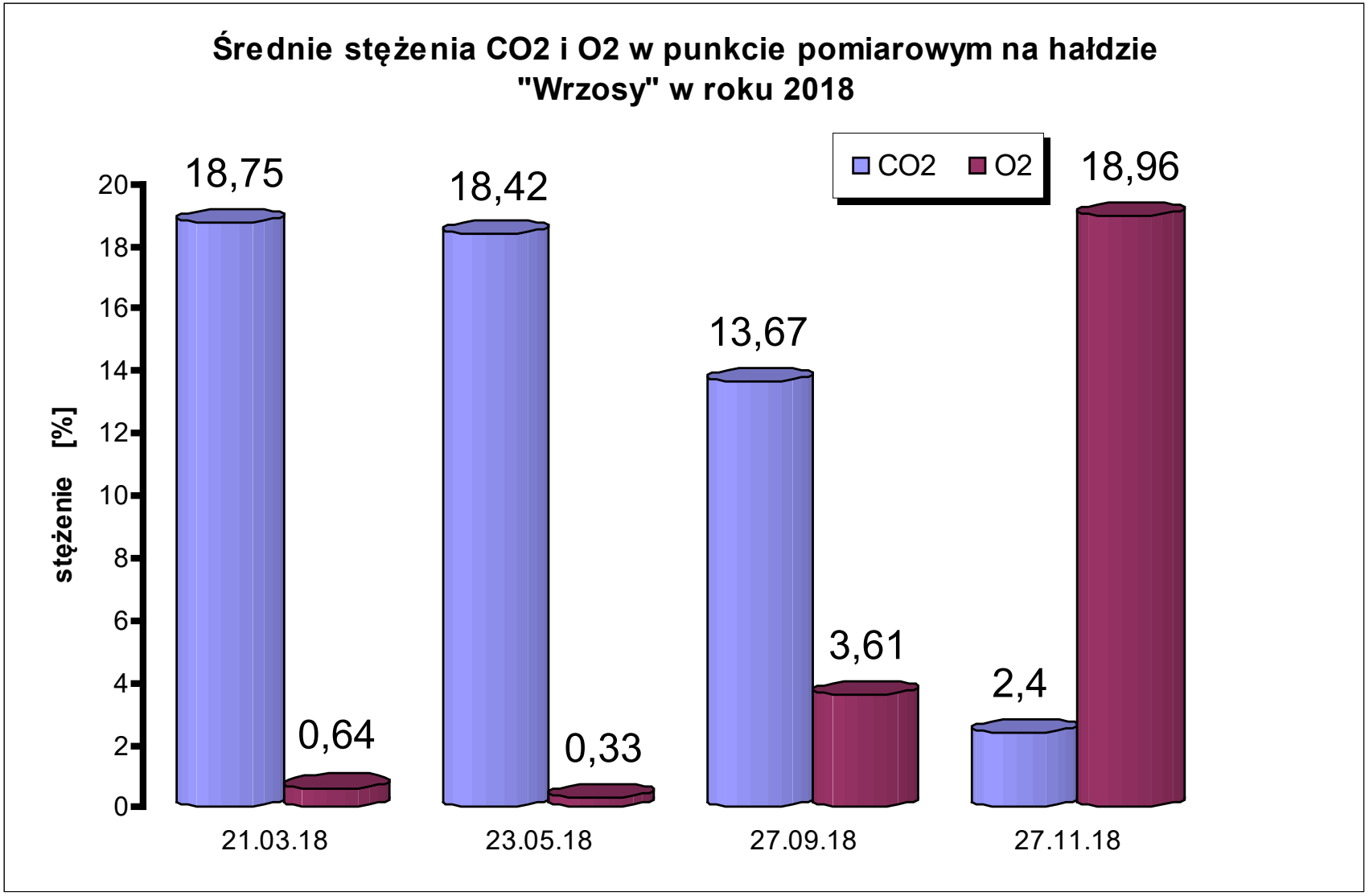


Wyniki pomiarów

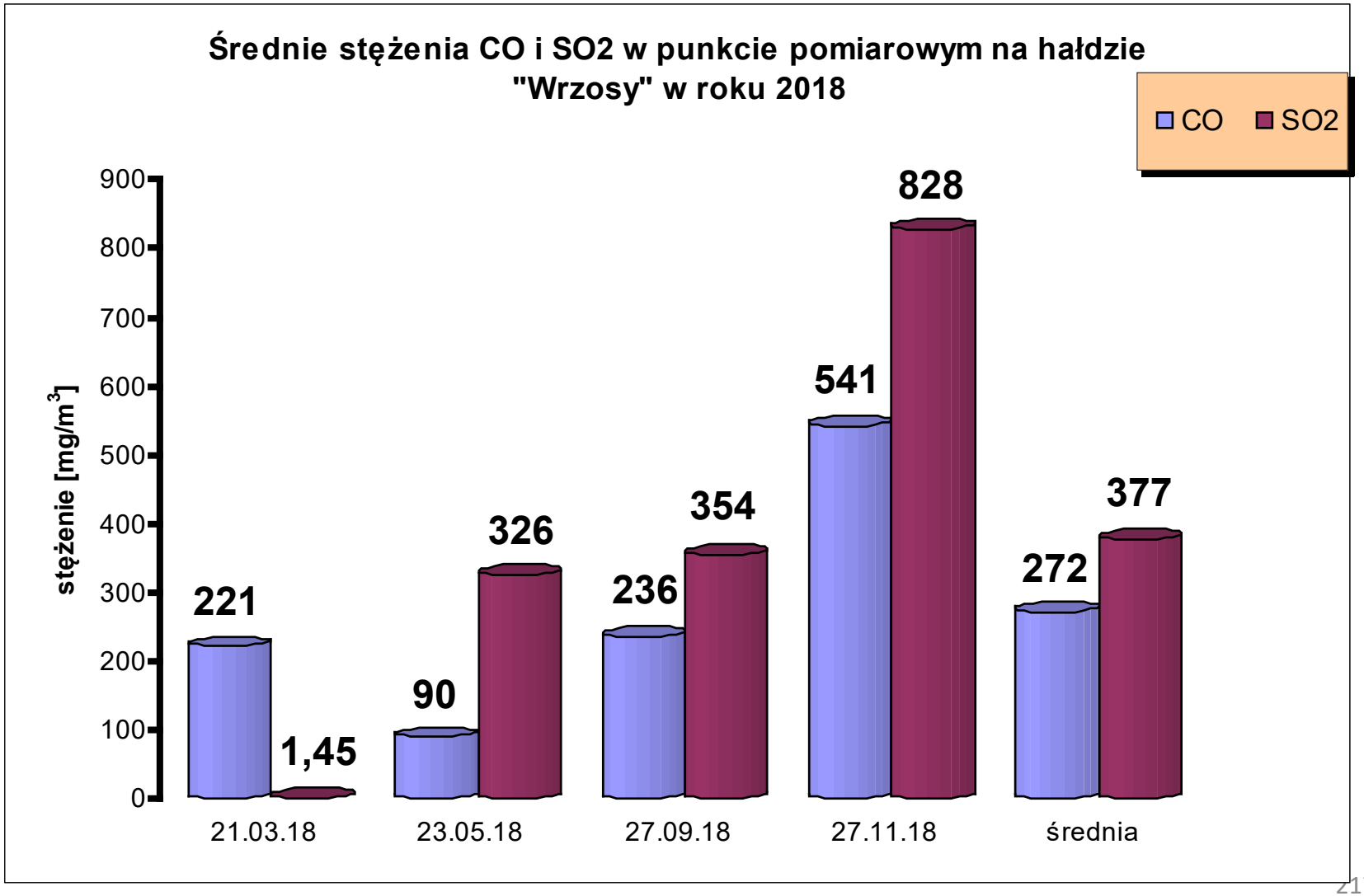
Tabela 2. Zestawienie stężeń NO_x, CO, CO_2, O_2 , SO_2 i WWA w punkcie pomiarowym W -2 na hałdzie „Wrzosy” dla 2018 r.

Substancja / Data	NO_x	CO	CO_2	O_2	SO_2	WWA
	[mg/m^3]	[mg/m^3]	[vol%]	[vol%]	[mg/m^3]	[µg/m^3]
21.03.18	0,11	221,95	18,75	0,64	1,45	927,1
23.05.18	<p.o	90	18,42	0,33	326	978,1
27.09.18	<p.o	236	13,67	3,61	354	1406,2
27.11.18	<p.o	541,65	2,40	18,96	828	2381,6

Wyniki pomiarów



Wyniki pomiarów

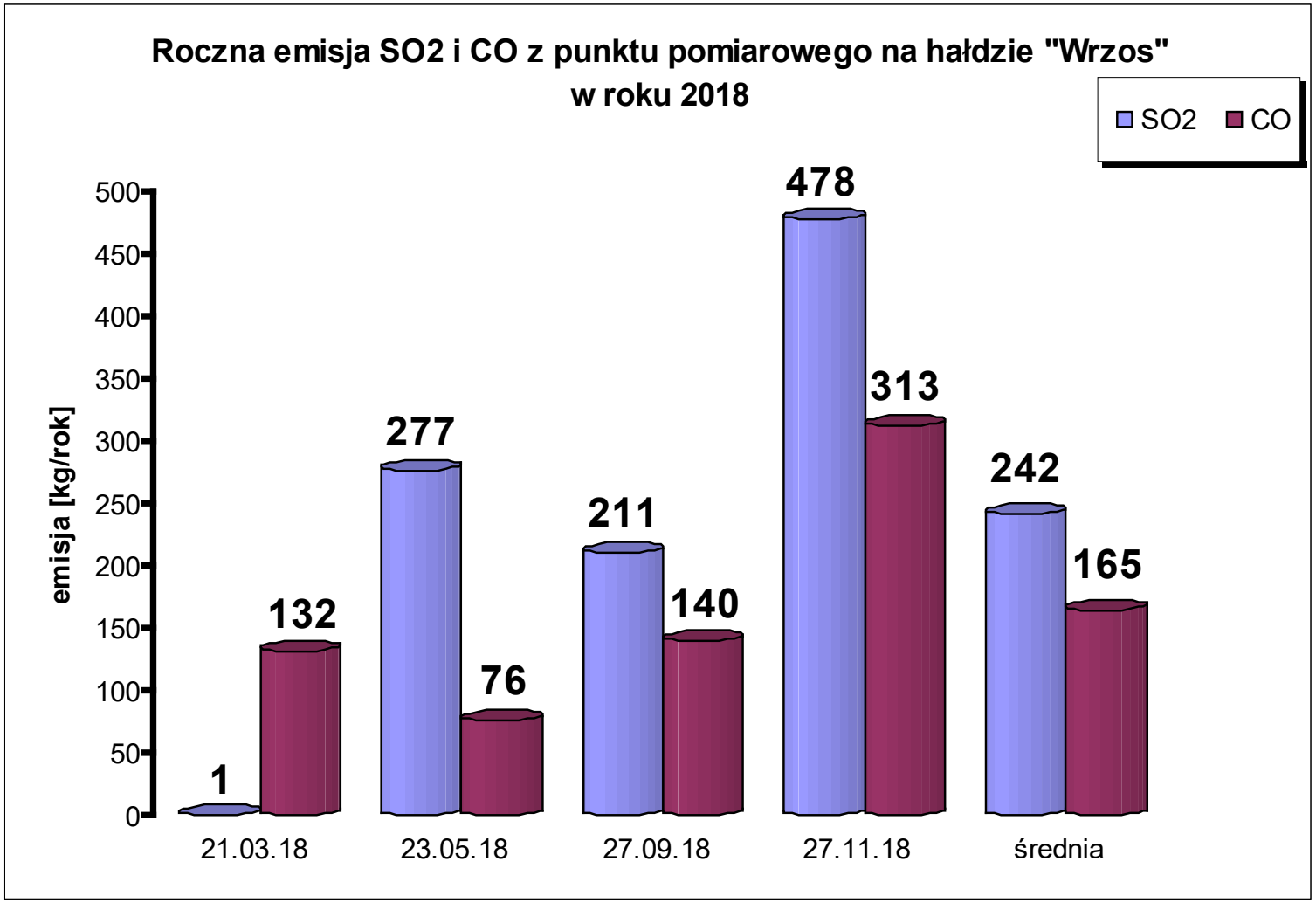


Wyniki pomiarów

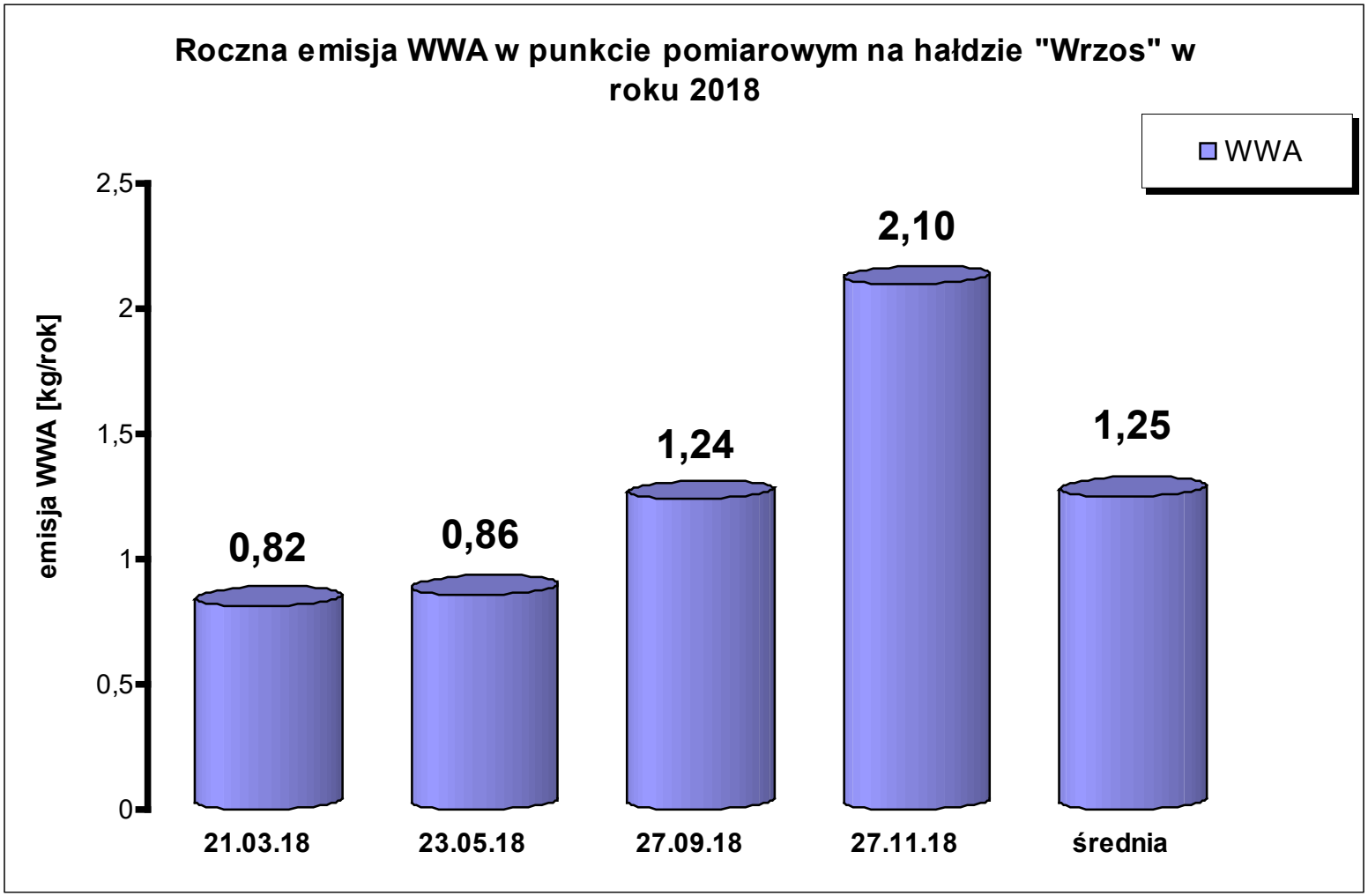
Tabela 3. Zestawienie emisji SO_2, CO i WWA w punkcie pomiarowym W -2 na hałdzie „Wrzosy” dla 2018 r.

DATA	MIEJSCE POMIARU	EMISJA SO_2	EMISJA CO	EMISJA WWA
		g/h	g/h	mg/h
21.03.18	Hałda Wrzos	0,1	15,1	93,2
23.05.18	Hałda Wrzos	31,6	8,7	98,3
27.09.18	Hałda Wrzos	24,1	16,0	141,4
27.11.18	Hałda Wrzos	54,6	35,7	239,5

Wyniki pomiarów



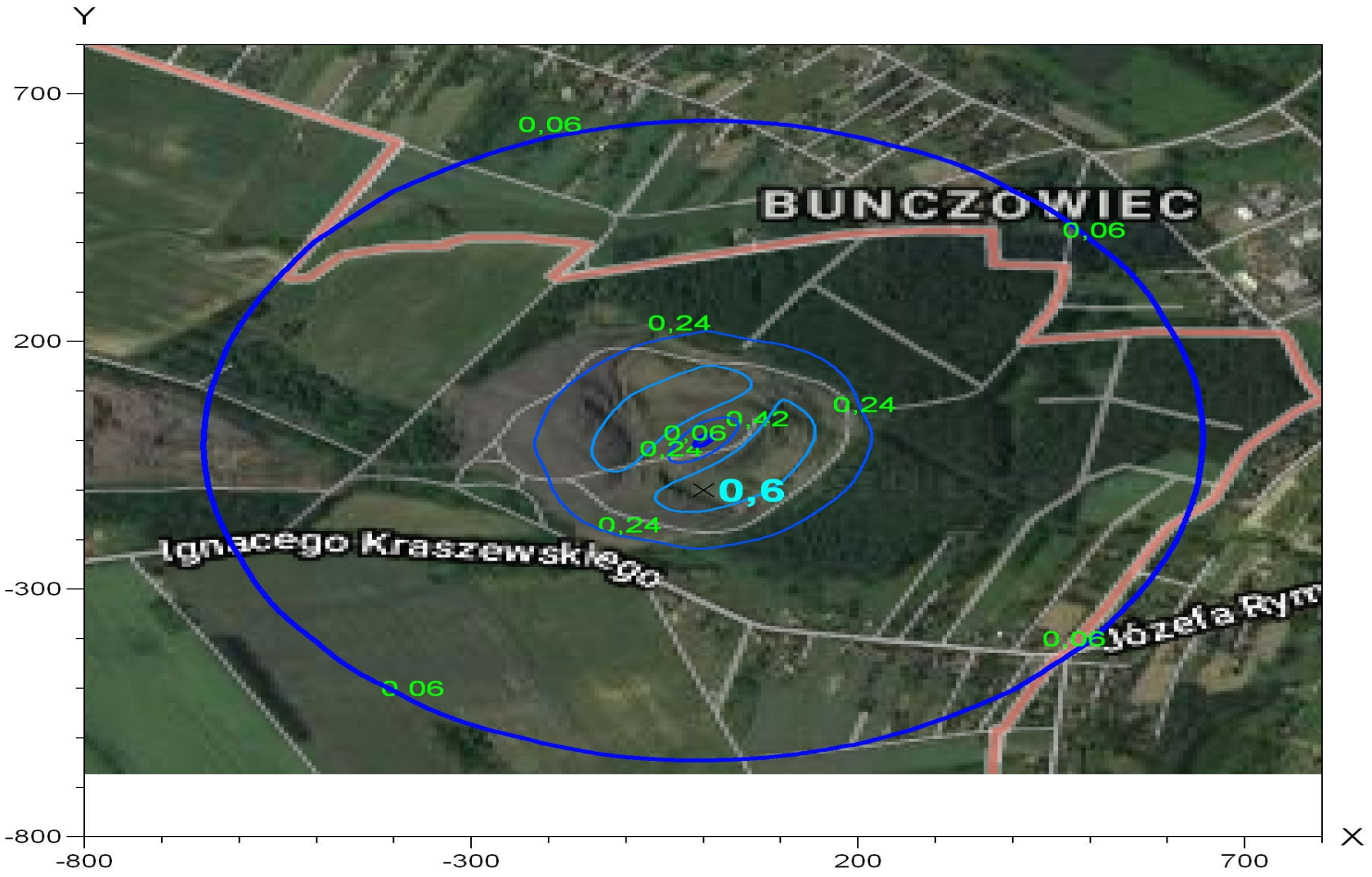
Wyniki pomiarów



Izolinie stężeń maksymalnych SO_2 , µg/m^3, (dopuszcz.350 µg/m^3)

Izolinie stężeń średnich SO_2, $\mu g/m^3$, (dysproz.18 $\mu g/m^3$)

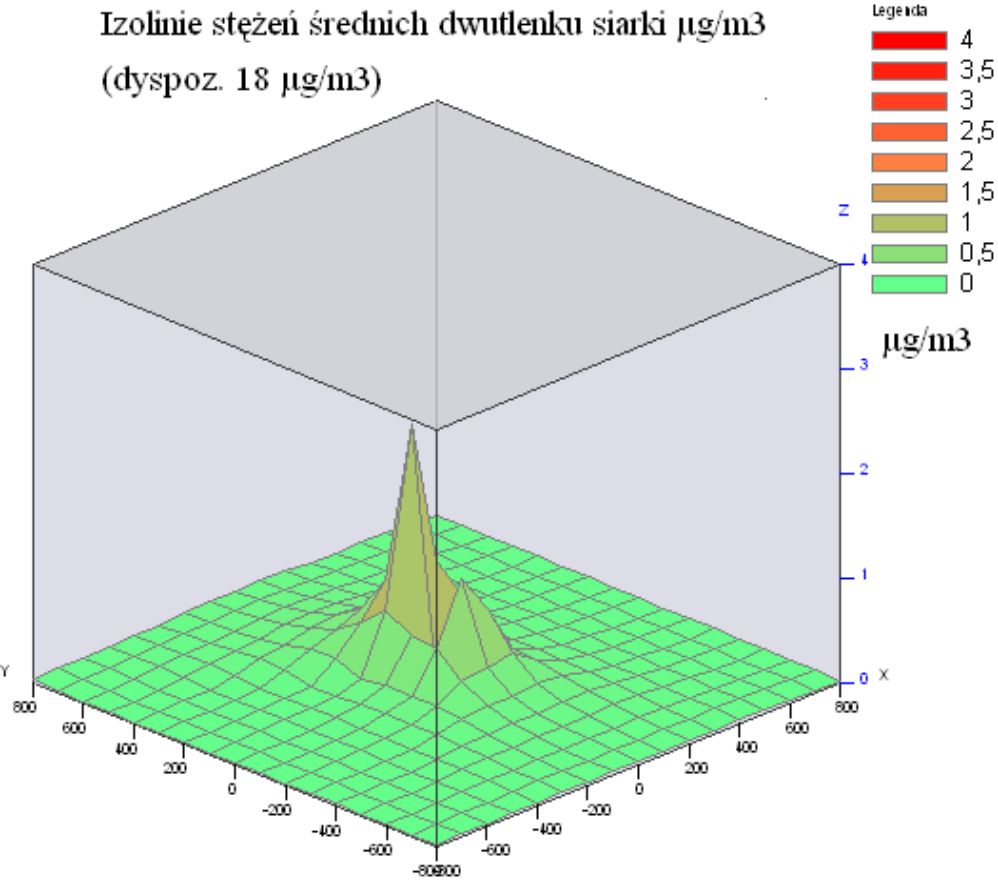
Izolinie stężeń maksymalnych WWA, µg/m^3, (dopuszcz.1000 µg/m^3)



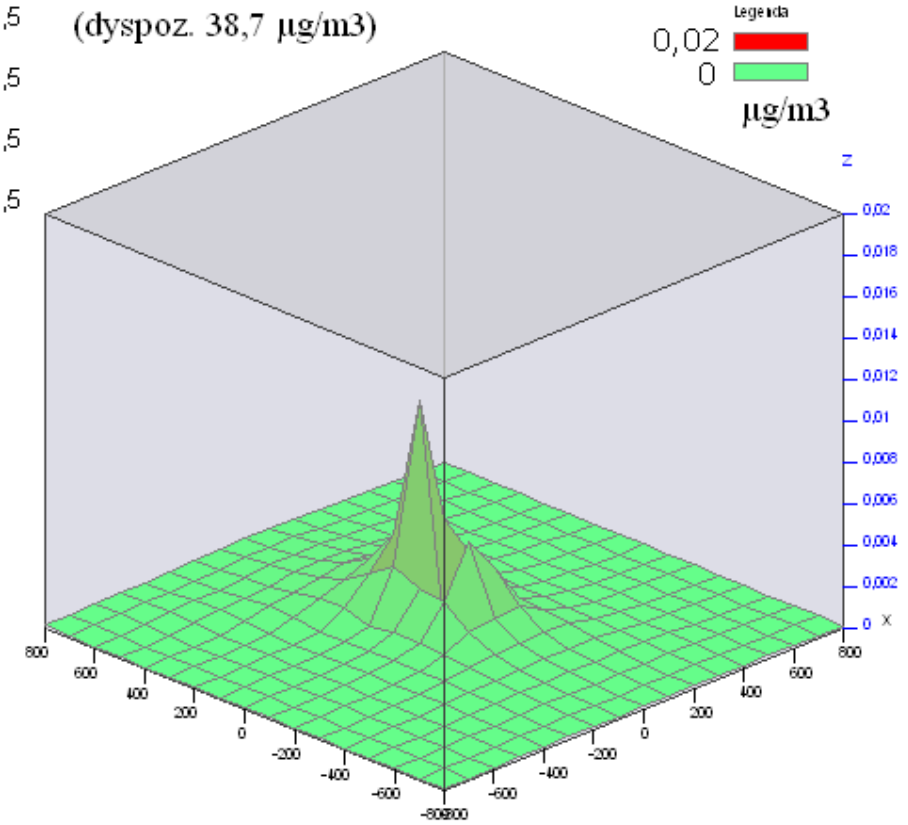
Izolinie stężeń średnich WWA, µg/m^3, (dysp. 38,7 µg/m^3)

Rozprzestrzenianie SO_2 i WWA

Izolinie stężeń średnich dwutlenku siarki µg/m3
(dyspoz. 18 µg/m3)



Izolinie stężeń średnich węglowodorów aromatyczne µg/m3
(dyspoz. 38,7 µg/m3)



Wnioski

1. Zrealizowano cel badań: oznaczono stężenia i obliczono emisję SO_2, NO_x, CO i WWA w wybranych punktach pomiarowych zapożarowanych hałd powęglowych „Wrzosy” (gmina Pszów) w czterech kwartałach roku 2018.

2. Średnia temperatura gazów wylotowych w wybranym punkcie pomiarowym zapożarowanych hałd powęglowych wynosiła 85^{o}C, średnia prędkość gazów wylotowych 4,13m/s.

3. Zmierzone stężenia gazów w punkcie pomiarowym zawierały się w następujących przedziałach:

- CO: 90 - 541,65 mg/m^3
- SO_2: 1,45 - 828 mg/m^3
- WWA: 927,1 - 2381,6 µg/m^3,
- NO_x: generalnie poniżej poziomu oznaczalności (jedyna zmierzona wartość to 0,11mg/m^3)

Wnioski

4. Maksymalna emisja godzinowa tlenku węgla wynosi 35,7 g/h, co daje przy założeniu stałej pracy źródła emisję roczną 313 kg/rok,

5. Maksymalna emisja godzinowa ditlenku siarki wynosi 54,6 g/h, co daje przy założeniu stałej pracy źródła emisję roczną 478 kg/rok,

6. Obliczone wartości średnioroczne emisji tlenu węgla i ditlenku siarki wynoszą odpowiednio: 165 i 242 kg/rok,

7.Największą emisję WWA w roku 2018 zmierzono 27 listopada i wynosiła ona 239.5 mg/h co daje po przeliczeniu 2,1 kg WWA w roku.
8. Maksymalne stężenia zanieczyszczeń odnotowano w IV kwartale 2018 r.

9. Emisje limitowanych zanieczyszczeń SO2 i WWA nie przekraczają dopuszczalnych wartości odniesienia Dz. U. Nr 16 Poz. 87, 2010 r. (tj. D1SO_2=350 µg/m3, D1WWA=1000 µg/m3).

Wnioski

10. Stężenie maksymalne z maksymalnych SO_2 wynosi 81,6 µg/m^3 i zawiera się w przedziale 0,1D1<Smm<D1

11. Maksymalne stężenie SO_2 występuje w odległości 62 m od emitora

12. Stężenie maksymalne WWA wynosi 0,6 µg/m^3 i spełnia nierówność Smm<0,1D1.
13. Stężenie maksymalne z maksymalnych Smm występuje w odległości 15,8 m od emitora.

14. Zanieczyszczenia z punktów pomiarowych przenoszone zgodnie z przyjętą różą wiatrów charakterystyczną dla gminy Pszów mogą rozprzestrzeniać się według podanych kształtów izolinii w promieniu ok. 600 m od emitora zanieczyszczeń.

Dziękujemy za uwagę