

# 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

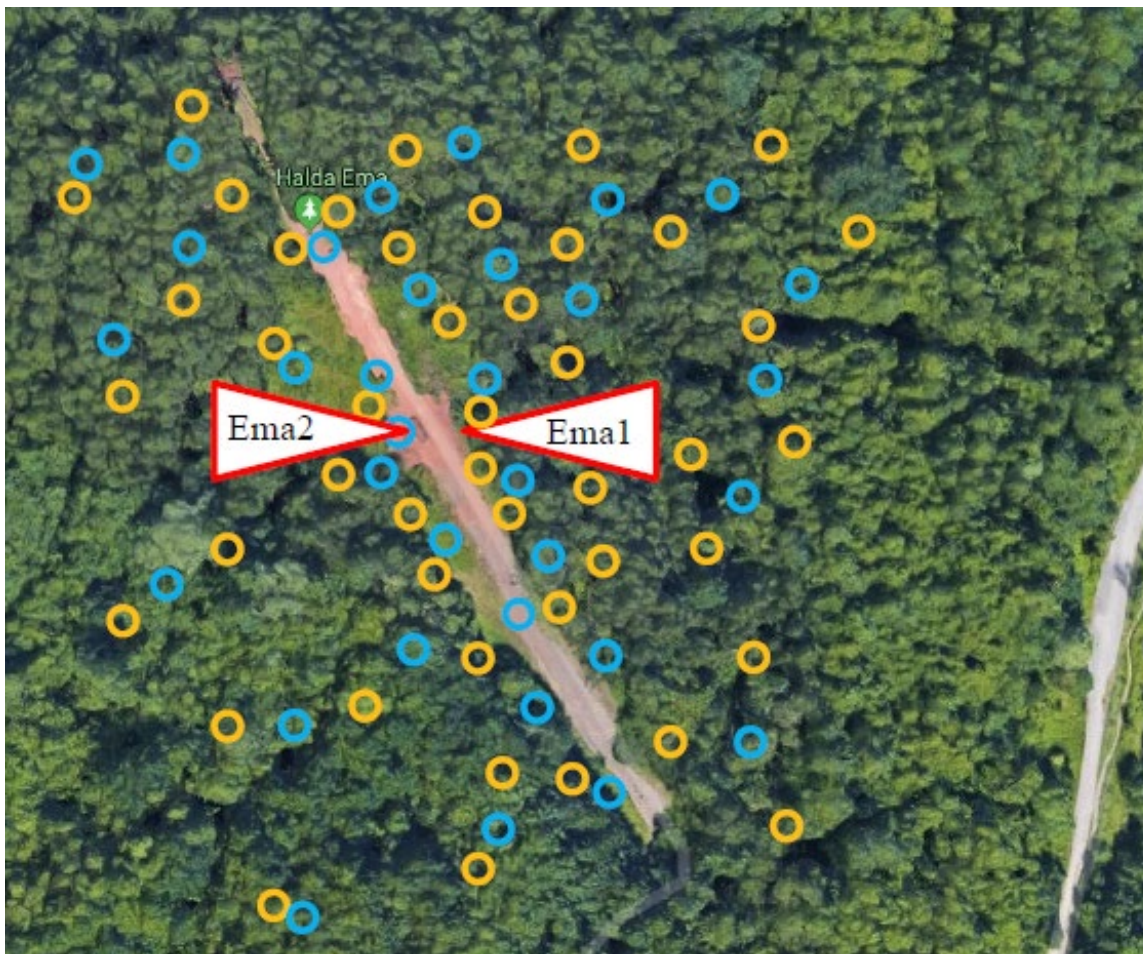
Eva Pertile, Dalibor Surovka  
VŠB–TU Ostrava

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

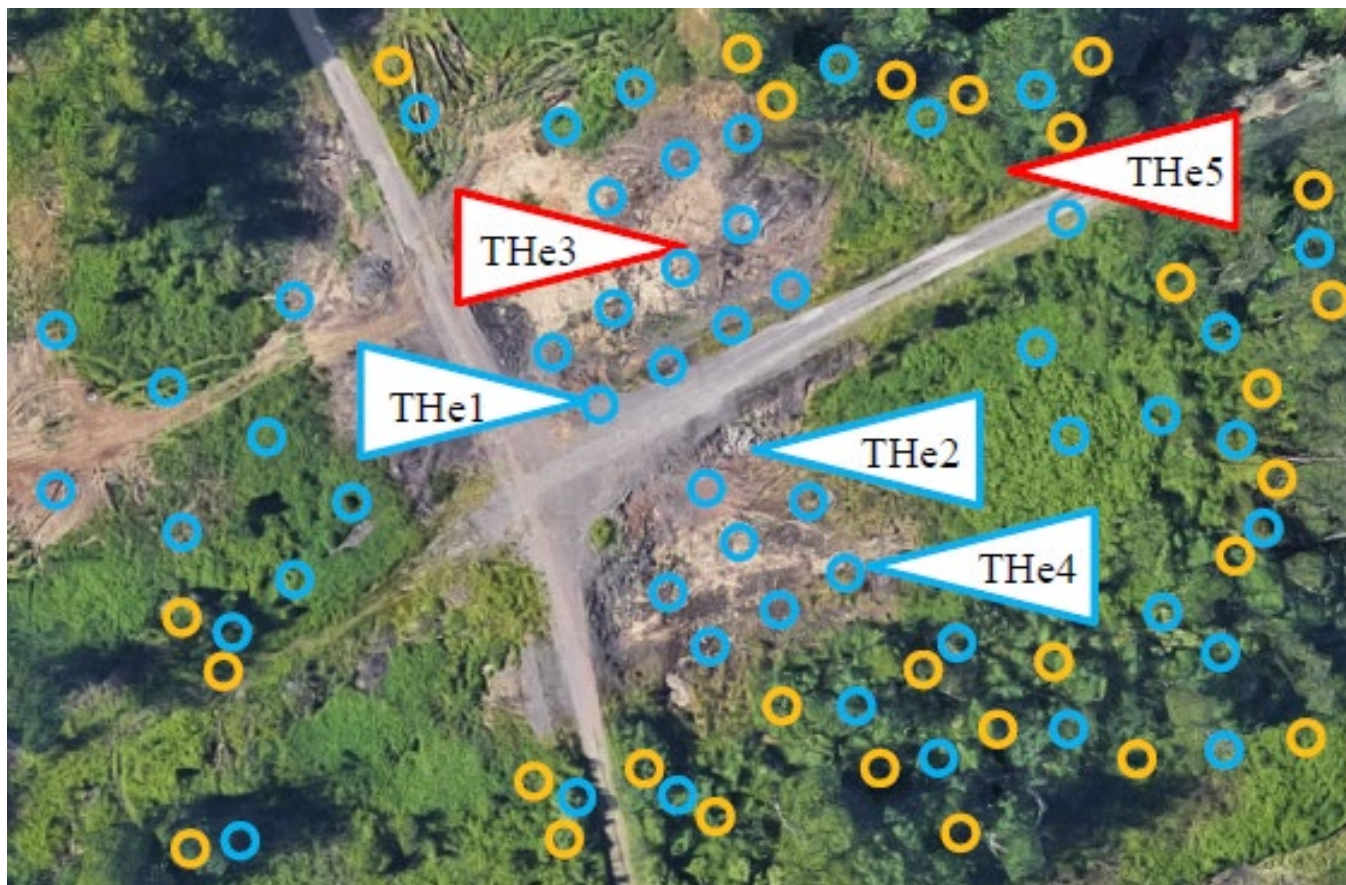
# Cíle

- Anorganické látky v PM<sub>x</sub> a v půdě.
- Anorganické látky a jejich biodostupnost.
- Vyhodnocení rizik pro jednotlivé typy odvalů.

Ema



# Hedvika



Heřmanice



# Použité metodiky

- **Metodika odběru PM<sub>x</sub>** → 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  $105 \pm 2$  °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<sup>®</sup> 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 <sub>3</sub> COOH	40	22 ± 5	Třepání 16 h
2	Frakce vázaná na oxidy a hydroxidy Fe/Mn (redukovatelná frakce)	0,1 M NH <sub>2</sub> OH · HCl okyselené 2M HNO <sub>3</sub>	40	22 ± 5	Třepání 16 h
3	Frakce vázaná na organickou hmotu a sulfidy (oxidovatelná frakce)	8,8 M H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , pH = 2	10	22 ± 5	Vyluhování 1 h
		1 M NH <sub>4</sub> OAc, pH = 2	50	85 ± 2 22 ± 5	Vyluhování 1 h 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  $2,0 \text{ mol l}^{-1}$  dle **ČSN P CEN/TS 16188 Kaly, upravený bioodpad a půdy - Stanovení prvků ve vyluzích lučavkou královskou a kyselinou dusičnou - Metoda plamenové atomové absorpční spektrometrie (FAAS)**.
- **Obsah stopových prvků ve vyluzích SEA** byl stanoven metodou ICP-MS s použitím příslušných interních standardů (Astasol, Analytika Praha).

# Anorganické látky v PM<sub>x</sub> 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<sub>2</sub>O = 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  $120 \mu\text{S cm}^{-1}$  → 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**.

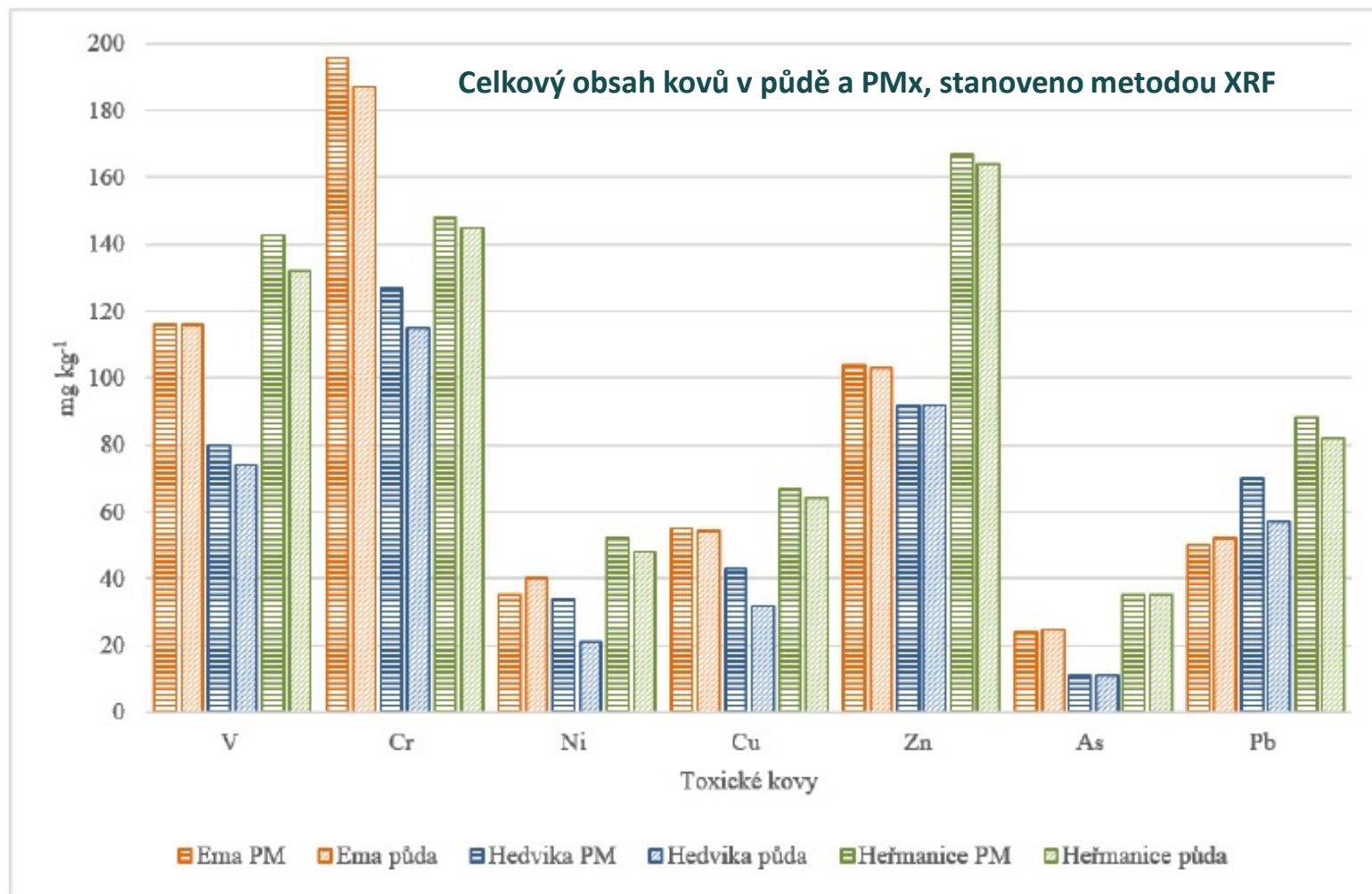


# Výsledky fyzikální parametry

- 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  $\text{FeOH}_3$ ,  $\text{NO}_3^-$  a typické pro něj bude i **pomalý rozklad organické hmoty.**



# Výsledky – celkový obsah kovů



Vysvětlivky: PM - smetené z povrchu odvalu;

# 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  $Cr_{\text{celk}}$**  → 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 nejméně výraznější 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.



# Vyhodnocení rizik pro jednotlivé typy odvalů

# Základní informace a parametry odvalů

	<b>Ema</b>	<b>Hedvika</b>	<b>Heřmanice</b>
Velikost (ha)	21,3 ha	40,6 ha	103,2 ha
Typ	Kuželovitý	Tabulový	Terasový
Množství odpadu (mil m <sup>3</sup> )	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

	<b>Ema</b> <b>(mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ema</b> <b>I<sub>geo</sub></b>	<b>Hedvika</b> <b>(mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Hedvika</b> <b>I<sub>geo</sub></b>	<b>Heřmanice</b> <b>(mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Heřmanice</b> <b>I<sub>geo</sub></b>
<b>V</b>	114,5	0,2	74,0	0,2	131,0	0,3
<b>Cr</b>	152,0	0,4	107,5	0,3	139,0	0,4
<b>Ni</b>	41,5	0,3	24,5	0,2	43,5	0,3
<b>Cu</b>	52,0	0,4	31,5	0,2	63,0	0,5
<b>Zn</b>	100,5	0,26	91,0	0,2	164,0	0,4
<b>As</b>	24,0	0,7	12,5	0,4	36,5	<b>1,1</b>
<b>Pb</b>	50,0	0,3	57,5	0,3	82,0	0,4
<b>Cd</b>	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 vydán dokument „Indikátory znečištění“.

Kovy	Průmyslově využívané území	EMA	Hedvika	Heřmanice
	mg kg <sup>-1</sup> sušiny			
As	2,4	<b>24,0</b>	<b>12,5</b>	<b>36,5</b>
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.