


# Metodika pro hodnocení stupně znečištění kolejového lože

Belov T.<sup>1</sup>, Beneš V.<sup>1</sup>, Horníček L.<sup>2</sup>, Galík O.<sup>2</sup>,

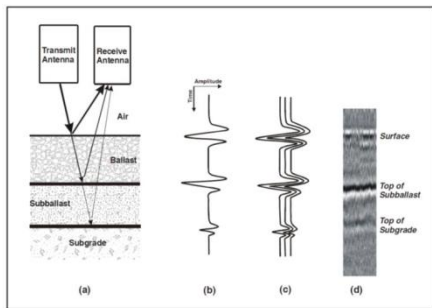
# TITSMD006 – Diagnostika a hodnocení kvality kolejového lože pomocí georadaru

T A  
Č R


- ▶ Návrh měřicího systému
  - ▶ **Metodika pro hodnocení stupně znečištění kolejového lože na základě časosběrného skenování georadarem**
  - ▶ Software
- 

# Měřicí systém

- ▶ 4 až 8 kanálů, jeden pojezd = hloubka a plocha
- ▶ vysílací rychlost scan/s = alespoň 80 km/h
- ▶ rozšíření antén (1GHz) = STZN
- ▶ jiné specifikace



# Kolejové lože

- ▶ Část konstrukce železničního svršku, která se nachází na pláni tělesa železničního spodku
  - ▶ Slouží k zpružnění konstrukce železničního svršku a tím k tlumení dynamických účinků železničního provozu
  - ▶ Podílí se na zajištění dostatečného odporu proti příčnému a podélnému posunu kolejového roštu
  - ▶ Musí mít správné zrnitostní složení a vhodný tvar zrn
  - ▶ Minimální tloušťka KL 300 až 350 mm
- 

## Materiál kolejového lože musí při zřizování splňovat řadu podmínek, mezi nejdůležitější patří:

- ▶ musí mít takové vlastnosti, aby po dobu předpokládané životnosti stavby byla při běžné údržbě zaručena zejména mechanická pevnost a stabilita stavby, ochrana zdraví, životního prostředí a ochrana proti hluku
- ▶ smí být použito přírodní kamenivo nové nebo recyklované, a to drcené, o objemové hmotnosti min. 2 000 kg/m<sup>3</sup> , frakce 31,5/63
- ▶ musí odpovídat křivkám zrnitosti v rámci dané kategorie zrnitosti a třídy kameniva, přičemž se sledují propady v procentech hmotnosti na sítích o velikosti 22,4; 31,5; 40; 50; 63 a 80 mm
- ▶ kamenivo musí obsahovat pouze materiálově a tvarově vhodná zrna
- ▶ kamenivo nesmí překračovat limity výskytu škodlivých látek

# Znečištění kolejového lože

- ▶ může být souvislé či lokální:
  - částice z odrcených zrn
  - spad sypkých hmot z nákladních vozů (např. uhlí, písek, železná ruda)
  - zeminu vzlínající ze zemního tělesa
  - naváté jemnozrnné materiály, zbytky vegetace
  - oděrky z opotřebených kol, kolejnic a trakčního vedení
  - chemické látky spadlé z nákladních vozů (např. průmyslová hnojiva)
  - emise průmyslových škodlivin
  - zbytky tuhých mazadel a olejů
  - zbytky nafty

## Znečištění kameniva kolejového lože se od okamžiku zřízení postupem času mění (narůstá), a to v závislosti na řadě faktorů, zejména na:

- ▶ typu kameniva kolejového lože (zejména s ohledem na odolnost kameniva)
- ▶ intenzitě železniční dopravy (kumulované statické a dynamické zatížení způsobuje drcení kameniva)
- ▶ těsnosti nákladních železničních vozů a charakteru přepravovaného zboží (sypké hmoty, kapaliny)
- ▶ konstrukci pražcového podloží (při absenci konstrukční vrstvy může docházet k protlačování jemnozrnné zeminy z podloží do kolejového lože)
- ▶ hladině podzemní vody (vysoká a kolísající hladina zintenzivňuje migraci jemnozrnné složky zeminy/kameniva)
- ▶ intenzitě a schopnosti větru zanést do kolejového lože znečištění z okolí tratě (prach, zbytky vegetace apod.)
- ▶ použití strojní mechanizace pro údržbu tratí (podbíječka, čistička kolejového lože).

# Znečištění kolejového lože

- ▶ Standardními metodami pro stanovení znečištění kolejového lože je posouzení založené na vizuálním zhodnocení znečištění kameniva a na výsledcích zkoušek odebraných vzorků kameniva

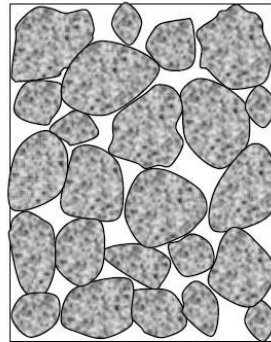


# Metodika pro hodnocení stupně znečištění kolejového lože

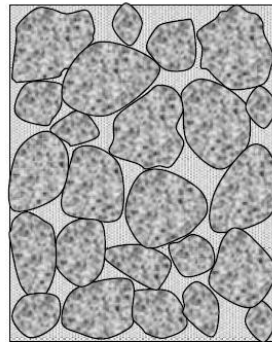
## ► Znečištění

- Vztah radarového signálu a znečištění KL

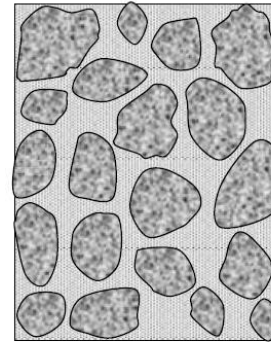
- útlum signálu
- disperze
- snížení rychlosti
- zvýšení permitivity



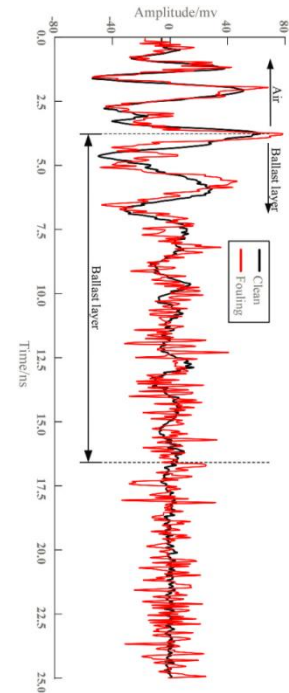
(a) Clean ballast



(b) Dirty ballast with fine particles filling voids



(c) Fouled ballast with aggregate to aggregate contact lost



# Laboratorní měření







# Vztah radarového signálu a znečištění KL

Lokalita: Kralupy nad Vltavou/Neratovice. Sonda KN4:



Dno sondy KN4 = 0  
0 – 18 silně zahliněný štěrk  
18 – 41 štěrk zahliněný, při povrchu v ose vegetace  
41 = vrchní hrana pražce (povrch štěrku)

podšítné pod 22,4 mm: 16,7%  
podšítné pod 22,4 mm: 27,5%  
podšítné pod 22,4 mm: 22,7%

Lokalita: Kralupy nad Vltavou/Neratovice. Sonda KN3:




Dno sondy KN3 = 0  
0 – 23 štěrk s příměsí písku  
23 – 44 štěrk  
44 = vrchní hrana pražce (povrch štěrku)

podšítné pod 22,4 mm: 0,6%  
podšítné pod 22,4 mm: 1,12%  
podšítné pod 22,4 mm: 0,9%

# Hodnocení STZN KL

- ▶ je prováděno na základě interpretačních parametrů (metrik)
- ▶ výpočet z dzt souboru
- ▶ automaticky pro každý jednotlivý scan souboru
- ▶ Export do csv souborů
  - sestavení grafů, detailní rozbor traťového úseku apod
- ▶ Interpretační parametry
  - popisují elektromagnetickou vlnu po průniku KL z hlediska její frekvence a amplitudy

# Metriky

- ▶ Peaks
  - ▶ Crossing
  - ▶ TSA – amplitudová charakteristika
  - ▶ FSA – frekvenční charakteristika
  - ▶ ATTr – útlumová charakteristika
  - ▶ Permittivita
- 

# Hodnocení KL a program údržby


- ▶ STZN 1 – obsah podsítného 22,4 mm cca do 12,5 % –  $ATr > 2,3$  (po opravě na vlhkost)
- ▶ STZN 2 – obsah podsítného 22,4 mm cca 12,5 – 25 % –  $ATr = 2,3 - 2,0$  (po opravě na vlhkost)
- ▶ STZN 3 – obsah podsítného 22,4 mm cca 25 – 40 % –  $ATr = 2,0 - 1,6$  (po opravě na vlhkost)
- ▶ STZN 4 – obsah podsítného 22,4 mm cca nad 40 % –  $ATr < 1,6$  (po opravě na vlhkost)

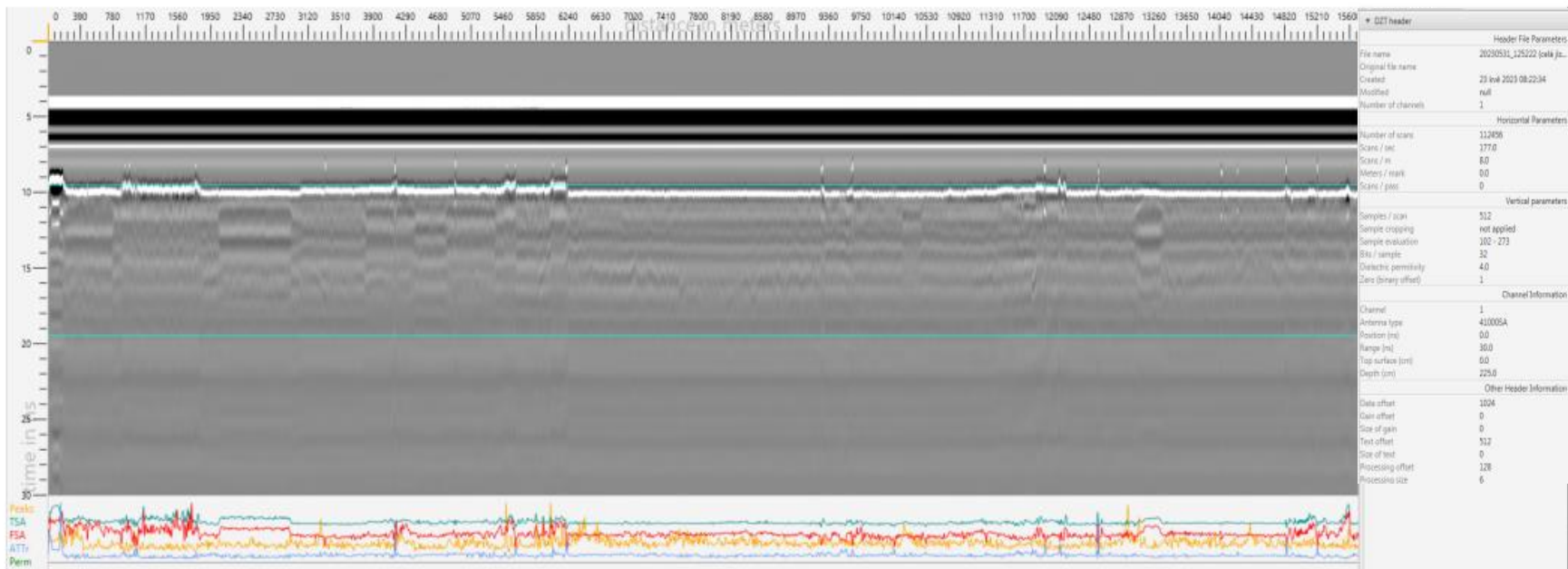
STZN se nemění a dosahuje maximálně stupně 2 – ideální stav, trať nevyžaduje z hlediska STZN zásah,  
STZN se nemění a dosahuje místy i stupně 3/4 – stav tratě se nezhoršuje,  
je však třeba nevyhovující úseky s hodnotou 3/4 zařadit do plánu oprav s horizontem 5/10 let,  
STZN se nemění a převažují úseky se stupněm 3/4 – stav tratě je rizikový,  
KL nevyhovující, je třeba provést opravu KL ideálně do 5 let,

STZN se zhoršuje, v nejhorším úseku dosahuje stupně 2/3 – na trati je vhodné zvýšit frekvenci monitoringu GPR,  
STZN se zhoršuje, v nejhorším úseku dosahuje stupně 3/4 – trať je třeba zařadit do plánu oprav KL  
s horizontem do 5 let,  
STZN se zhoršuje, rozsah úseků se stupněm 3 a 4 převažuje – KL je třeba opravit, ideálně do 3 let.



# Software

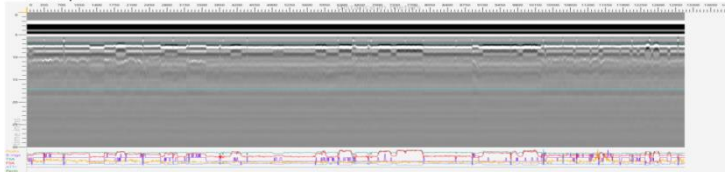
- ▶ Zobrazení DZT
  - ▶ automatický výpočet metrik
    - export metrik (pro detailní analýzu)
  - ▶ automatický výpočet STZN
    - export s krokem po 1, 20, 200 a 2000 m.
  - ▶ Rozdílové dzt
  - ▶ Odečet rozhraní
- 



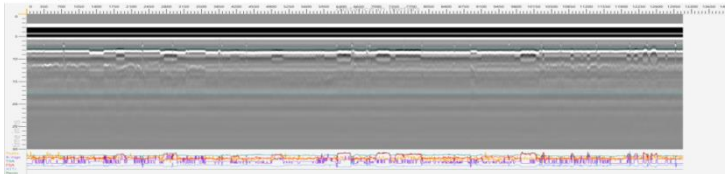
# Rozdílové řezy

Brandýs nad Labem - Neratovice

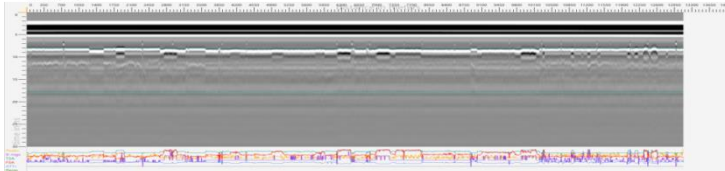
3. etapa



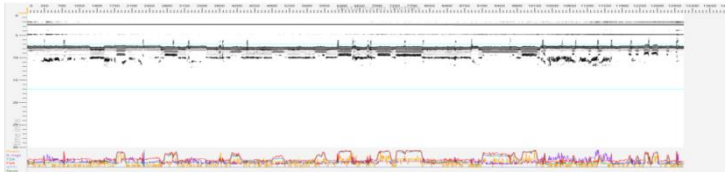
4. etapa



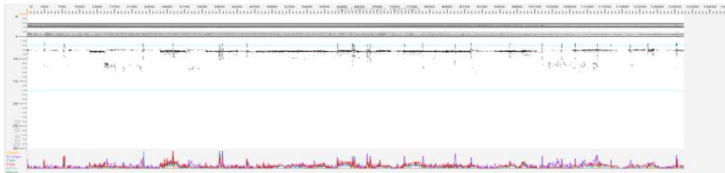
5. etapa



5-3



5-4



# STZN

