

**Georadarové měření silnice II/308
Slatina – hr. okr. Rychnov nad Kněžnou jako
podklad pro projektovou dokumentaci**

**Doplněk 1
Doplnění informací k interpretaci předkládaných
výsledků ke zprávě 213/24/ZP**

**Zpráva pro
Údržba silnic Královéhradeckého kraje a.s.
Kutnohorská 59
500 04 Hradec Králové**

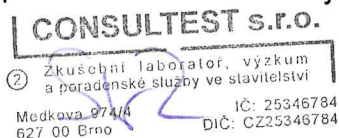
1. Úvod

Na základě jednání ve věci předané zprávy 213/24/ZP, k předloženým výsledkům, jejich závěrům a interpretaci reálného stavu byl zpracovatel posouzení vyzván k objasnění výše uvedených skutečností, tak aby v rámci realizačního řízení Údržby silnic Královéhradeckého kraje a.s. bylo co do výsledků jednoznačné a nezaměnitelné.

V této věci proběhly pracovní schůzky a e-mailová korespondence, které jsou přílohou doplnění a poskytují odpovědi na uvedené otázky.

Zpracoval:

Ing. Miroslav Skřeček



Zodpovědný za vypracování:

Ing. Květoslav Urbanec, MBA, LL.M.
jednatel CONSULTTEST s.r.o.

Přílohy

Příloha 1 – Vlastní text korespondence

Skřeček Miroslav

Od: Jan Kudrna <kudrna.brno@gmail.com>
Odesláno: pátek 17. ledna 2025 13:43
Komu: Skřeček Miroslav
Předmět: Fwd: II/308
Přílohy: Ověření výsledků Příloha 1 F.pdf

----- Forwarded message -----

Od: Jan Kudrna <kudrna.brno@gmail.com>
Date: po 25. 11. 2024 v 18:59
Subject: II/308
To: <havlicek@advokathk.cz>

Dobrý den,

v návaznosti na náš telefonát Vám posílám důkaz o správnosti výsledků měření Roadscannerem.

Roadscanner eviduje data pěti zařízeními:

1. Videokamerou za předním sklem vozidla v pravidelném snímkování umožňující stejné prohlížení jak je dostupné na mapy.cz nebo goodlemaps.com
2. Georadarovými anténami na rameni před vozidlem, první kamera o frekvenci elektromagnetických vln 2 GHz měří do hloubky 0,4 m a druhá za tou první s frekvencí 400 MHz měří do hloubky až 3 m. Signály se spojí a výsledkem jsou hloubky vrstev vozovky a sanace podloží v podélném řezu vozovky.
3. Akcelerometr na nápravě vozidla, zpracovává signál na podélné nerovnosti povrchu silnice IRI, které umožní hodnocení kvality jízdního povrchu.
4. Laserová kamera je za koncem vozidla měří v příčném řezu povrch vozovky a okolí, data zpracovává do mračna bodů a z každého přechodu laserového paprsku přes silnici a okolí vykreslí příčný řez. Z pravidelných příčných řezů se získají nerovnosti povrchu, jak v příčném směru (koleje), tak v podélném směru a vyhodnotí plošné nerovnosti včetně příčných sklonů povrchů vozovky. Další důležitý parametr je hloubka příkopu a jeho podélný sklon. Výsledkem je také celé mračno bodů, které lze převést do programů pro projektování silnic, např. Autodesk Civil 3D, Bentley OpenRoads Designer integrovaný s MicroStationem apod.
5. Prostorová orientace vozidla je zajištěna pomocí antény GPS

Využití georadarových měření je doposud podmíněno navázáním na výsledky kopaných a vrtaných sond. Toto jsem v průběhu hodnocení dělal několikrát:

1. Výsledky měření georadarem jsem upravil na staničení silnice II/308 zanesl tloušťky jednotlivých vrstev vozovky podle kopaných sond. Zjistil jsem, že staničení stanovené zařízeními používanými k provádění vrtů, vrtaných a kopaných sond liší, sice asi o 0,5 %, ale na 9 km délky úseků to byly desítky metrů.
2. Provedl jsem tuto opravu, ale pořád docházelo k nesouladu definování místa

3. Vyhledal jsem soulad s fotografiemi pořízenými při sondování s videokamerovým záznamem vozidla.
4. Nakonec jsem přišel na to, že rozhoduje umístění videokamery, GPR antén a laserové kamery, laserem znázorněný příčný řez (příkop) je vzdálen od místa měření georadarem 7 až 8 m. Zasláné poslední vyhodnocení je v příloze.

Závěr mého trpělivého zkoumání je, že měření hloubek vrstev je spolehlivé a nic lepšího není.

Celé to mračno bodů bude sloužit pro projekt opravy. Nechal jsem si mračno upravit tak, aby se dalo použít výše uvedenými programy, já je ale nemám a kupodivu je nemají ani na ústavu pozemních komunikací.

Požadavek je, aby dno drenáže bylo nejméně 250 mm pod úpravou (sanací) podloží a byl dodržen spád a odtok vody do vodoteče a hloubka 250 mm se navrtne od nejhlubších míst sanace podloží. Když se to takto vykreslí, stanoví se kubatury výkopů v krajnici vozovky, provedení drenáže se šachtami, zásyp a zřízení příkopů k dodržení správných spádů. Při spádu příkopu menším než 0,5 % musí být příkop dlážděný. Následně po dosednutí vozovky a krajnice se navrhne oprava zdeformované a trhlinami porušené vozovky a stanoví se celková cena opravy.

V příloze jsou poskládány všechny potřebné výsledky měření do grafického hodnocení, přesnost místa sondy oproti měření je plus mínus 2 metry.

Očekávám Vaše připomínky.

S úctou

Jan Kudrna

Úvod

Příloha slouží k ověření stanovených tloušťek vrstev vozovky a sanace podloží georadarovým měřením v návaznosti na provedené kopané sondy uvedené ve zprávě 105/20 ZP z listopadu 2022. Tímto srovnáním se prokazuje správnost georadarových měření, jak požadují TP 170 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek.

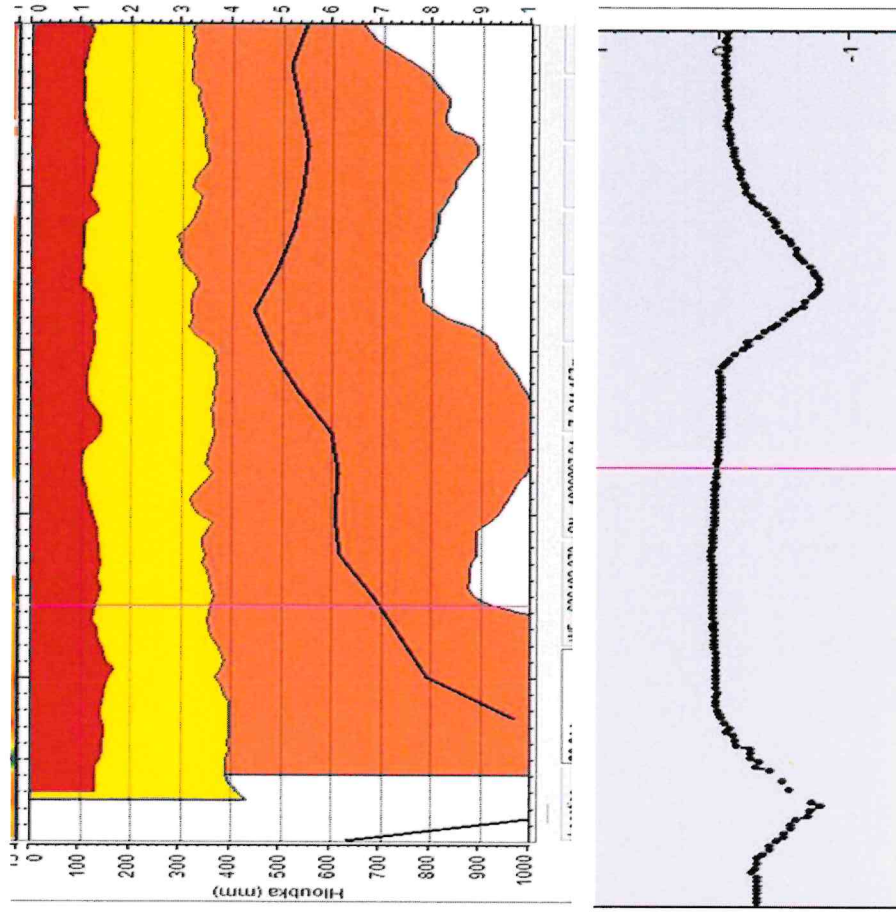
Srovnání je provedeno na základě využití všech výsledků diagnostickým zařízením Roadscanner, který při pojezdu vozidla zaznamenává pohled videokamerou vpřed, následně provádí georadarová měření stanovující hloubky jednotlivých vrstev vozovky a sanace podloží a pak snímá laserovou kamerou povrchy vozovky a okolí vozovky.

Tato měření jsou dokumentována v následujících obrázcích.

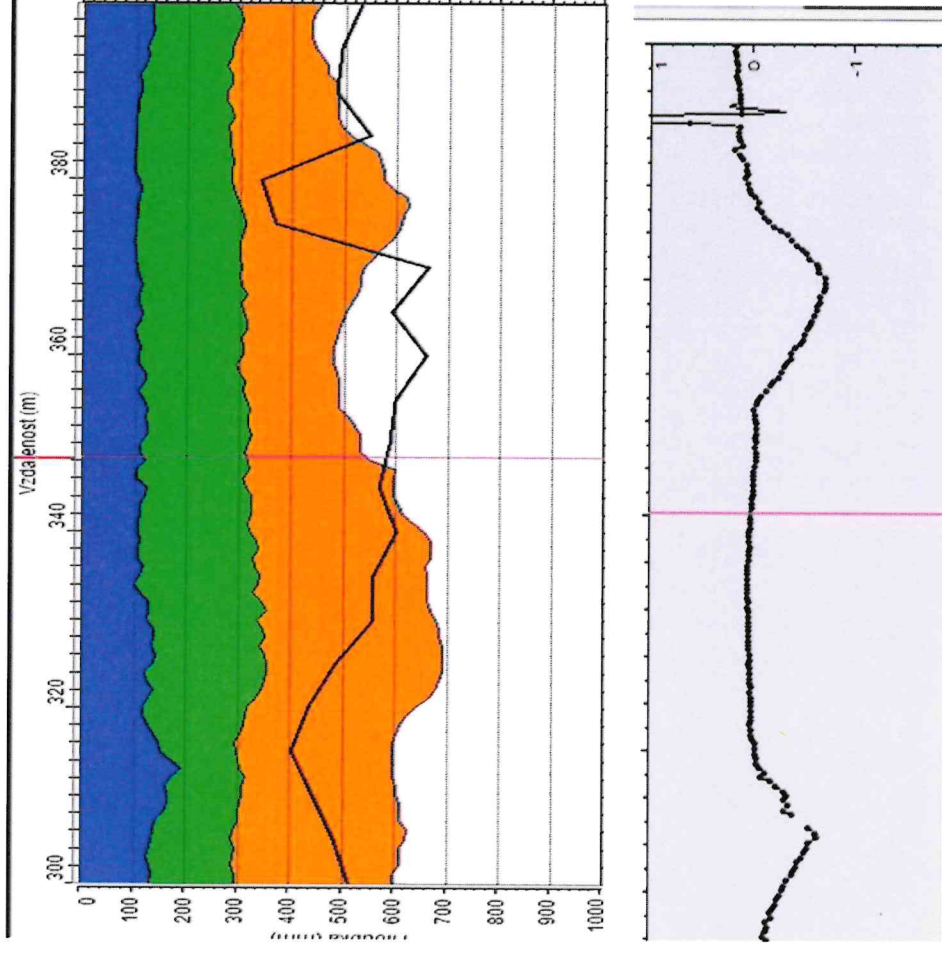
První obrázek je snímek z videokamery, v jehož spodním rohu je vidět zavěšení antény georadaru. Tento snímek byl použit k identifikaci místa, kde byla provedena kopaná sonda uvedená snímky v uvedené zprávě 105/2022. Pod tímto snímkem je snímek stejného místa pořízený laserovou kamerou. Laserová kamera je 5 m za videokamerou a 7 m za georadarovými anténami

Vpravo od těchto snímků je výsledek měření georadarem. Jsou uvedeny podélné řezy konstrukcí vozovky a podloží stanovené anténou vysílající elektromagnetické vlny o frekvenci 2 GHz, která detekuje odlišné vrstvy do hloubky 0,3 až 0,5 m a druhou anténou o frekvenci 400 MHz, detekující vrstvy do hloubky 3 m. Měření je provedeno v obou směrech, ale zde jsou uvedeny hloubky vrstev toho kraje vozovky, kde byla provedena kopaná sonda v daném staničení silnice. Do těchto výsledků měření je vložena černá čára dokumentující hloubku odvodňovacího příkopu vyhodnocená klouzavým průměrem, jak se běžně vyhodnocují jednotlivá měření povrchů vozovek. Možná bude vhodnější nechat všechna jednotlivá data, která jsou ovlivněna jednotlivými odrazy na vodě, trávě apod.

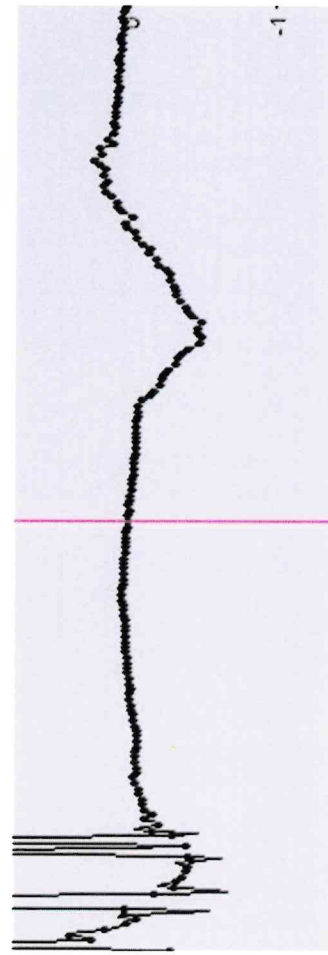
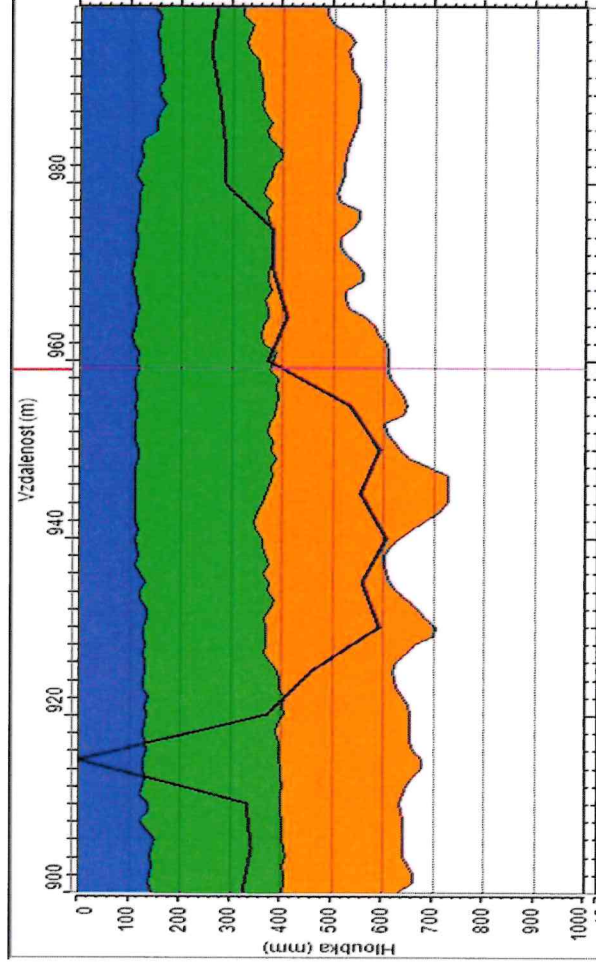
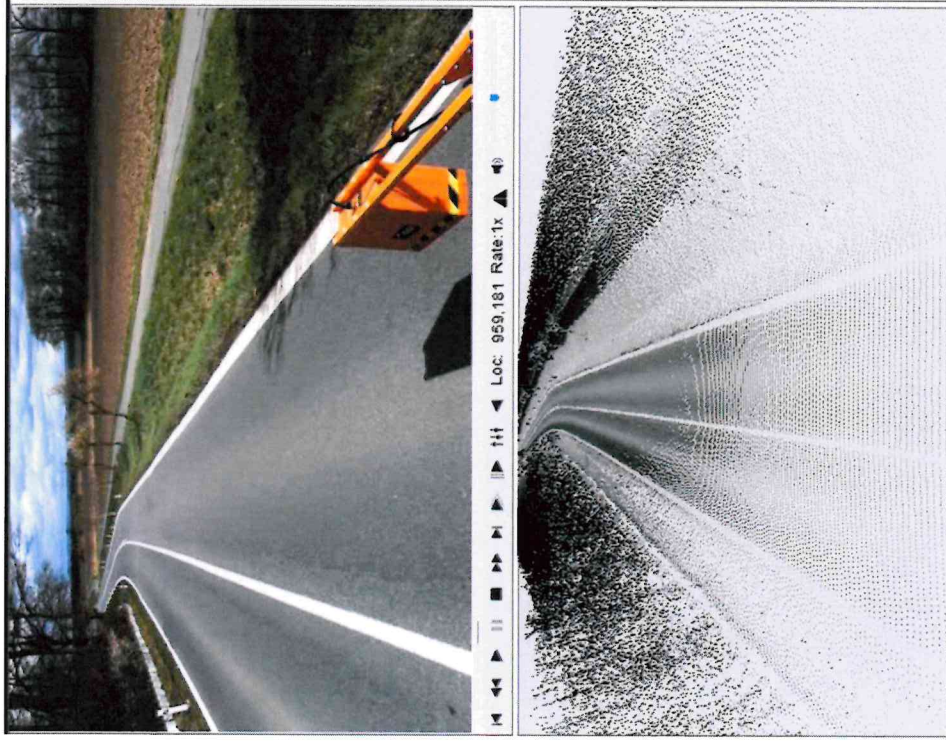
Pod tímto hodnocením tloušťek vrstev vozovky a sanace podloží je znázorněn příčný řez vozovkou znázorňující povrch vozovky a šířku a hloubku příkopu, která je uvedena ve znázornění hloubek vrstev vozovky a sanace podloží.



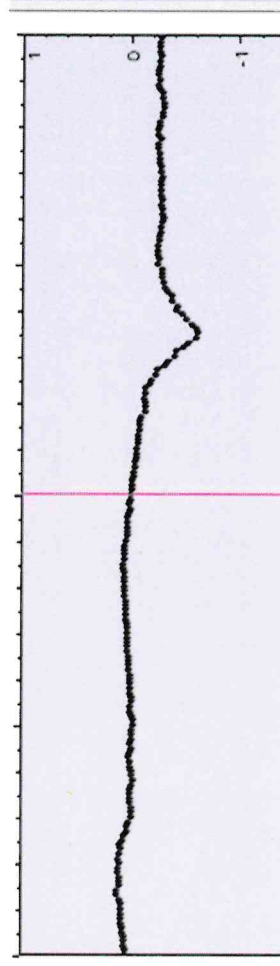
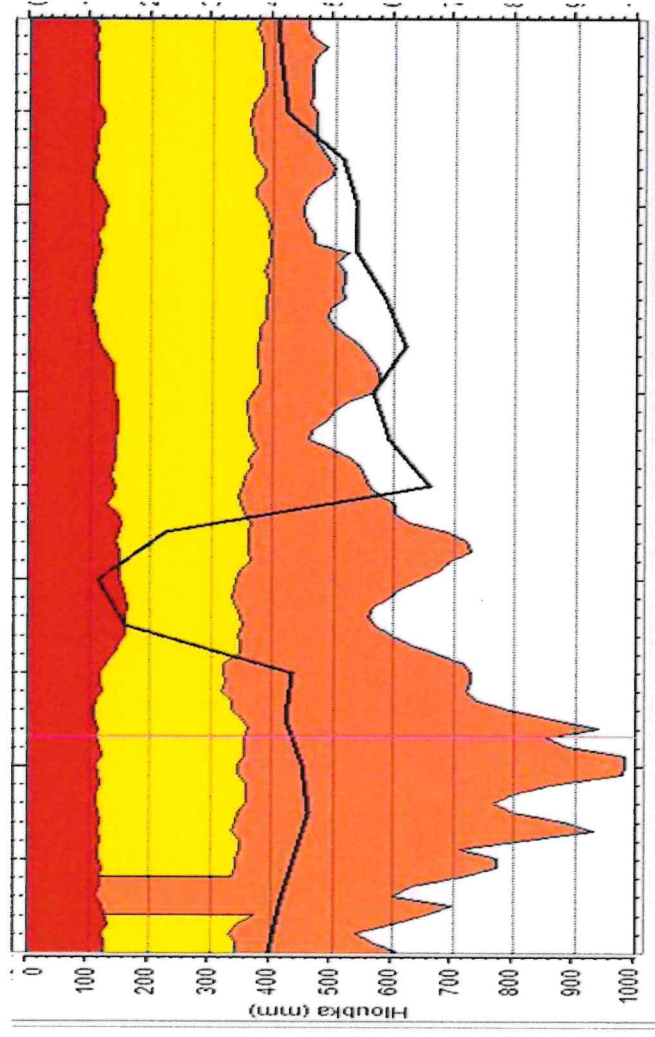
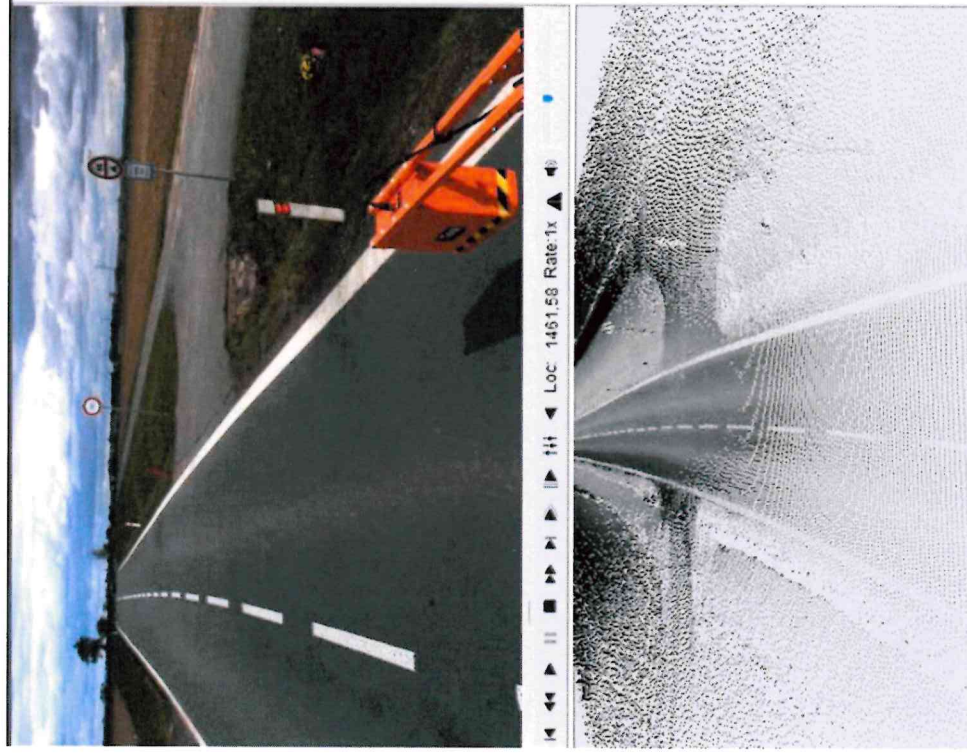
Obr. 1 - Začátek skenování. Vlevo nahoře fotografický snímek, pod ním laserové skenování. Vpravo nahoře georadarové skenování se znázorněním hloubek vrstev vozovky, horní čára představuje tloušťku asfaltových vrstev, střední je hloubka asfaltové recyklace a níže je hloubka podkladní vrstvy včetně sanace podloží, černá čára je hloubka odvodňovacího příkopu. Svislá čára je začátek posuzovaného úseku. Dole je příčný řez stanovený laserovým skenováním. Stejným způsobem jsou hodnocena místa kopaných sond. Místa byla stanovena podle fotografií při provádění sond. V místě svislé čáry jako začátku úseku je vidět snížení tloušťky sanace podloží oproti předešlé opravě.



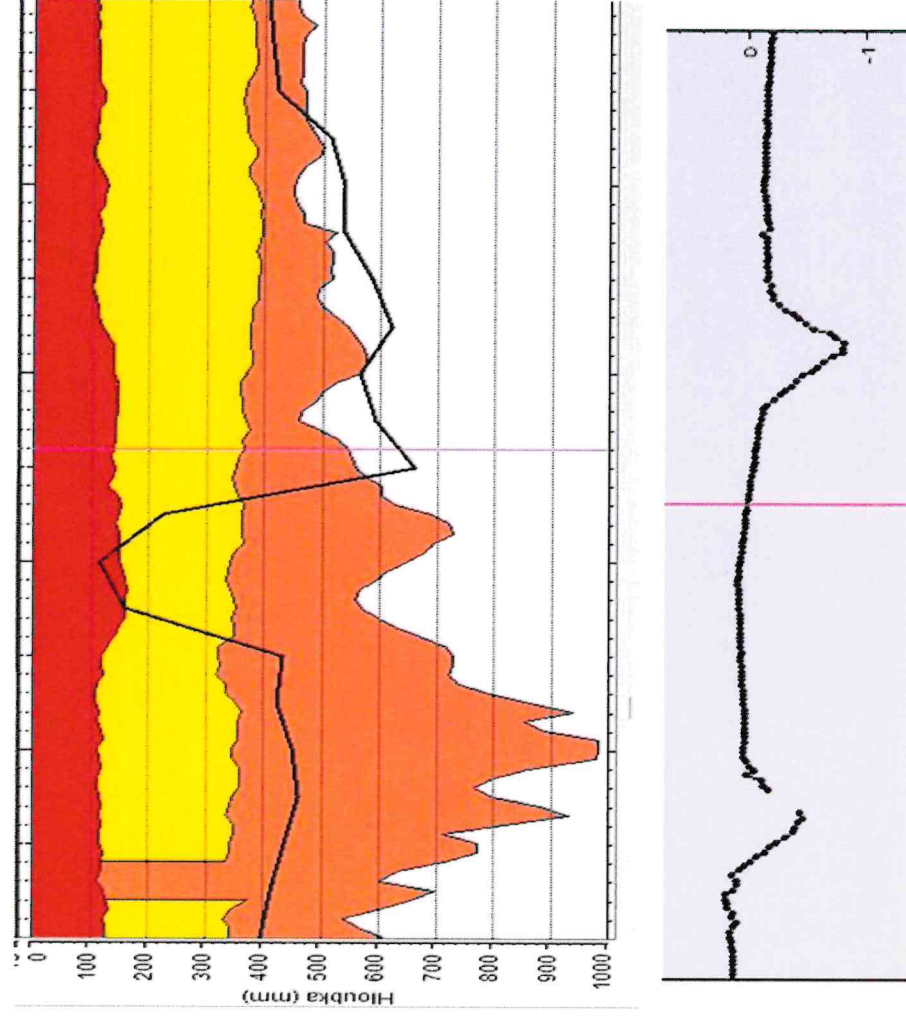
Obr. 2 - Stanovení hloubek konstrukce vozovky v km 4,075, kopaná sonda KS 1 je ve směru 2. Stanovené tloušťky podle KS jsou AHV 120 mm, recyklace 130 mm, ŠD 190 mm (celkem vozovka 540 mm) a upravená zemina 370 mm, celkem 910 mm. GPR stanovilo spolehlivě vrstvu AHV, recyklaci a ŠD. Upravený hlinitý štěrk v sanaci podloží není odlišen od podloží, což může způsobit malý rozdíl ve vlastnostech této vrstvy nebo trvalé zavodnění vrstvy. Úsek je 300 m v podélném sklonu 1,3 % ke KS 1 a do sondy vtékala voda ze štěrku a voda ze štěrku odvodnit sanaci podloží. Tloušťka vrstev vozovky a zavodnění sanace podloží je tedy stanovena správně.



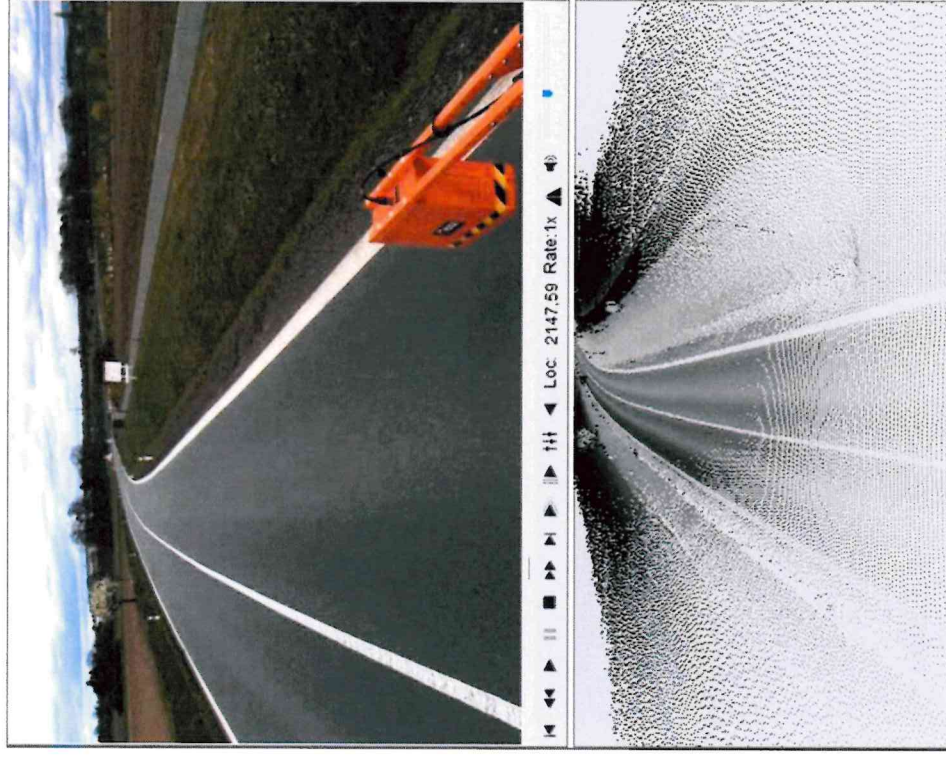
Obr. 3 - Stanovení hloubek konstrukce vozovky v místě kopané sondy KS 2 v km 4,730 ve směru 2. Stanovené tloušťky jsou AHV 140 mm, recyklace 150 mm, ŠD 150 mm (celkem vozovka 440 mm) a upravená zemina 380 mm. GPR stanovil tloušťky AHV správně, recyklaci a ŠD neodlišíl (v podstatě stejný materiál, jen recyklace je s přidavkem práškového pojiva). Upravená zemina je stanovena v poloviční tloušťce (v kopané sondě je těžko rozeznatelná).



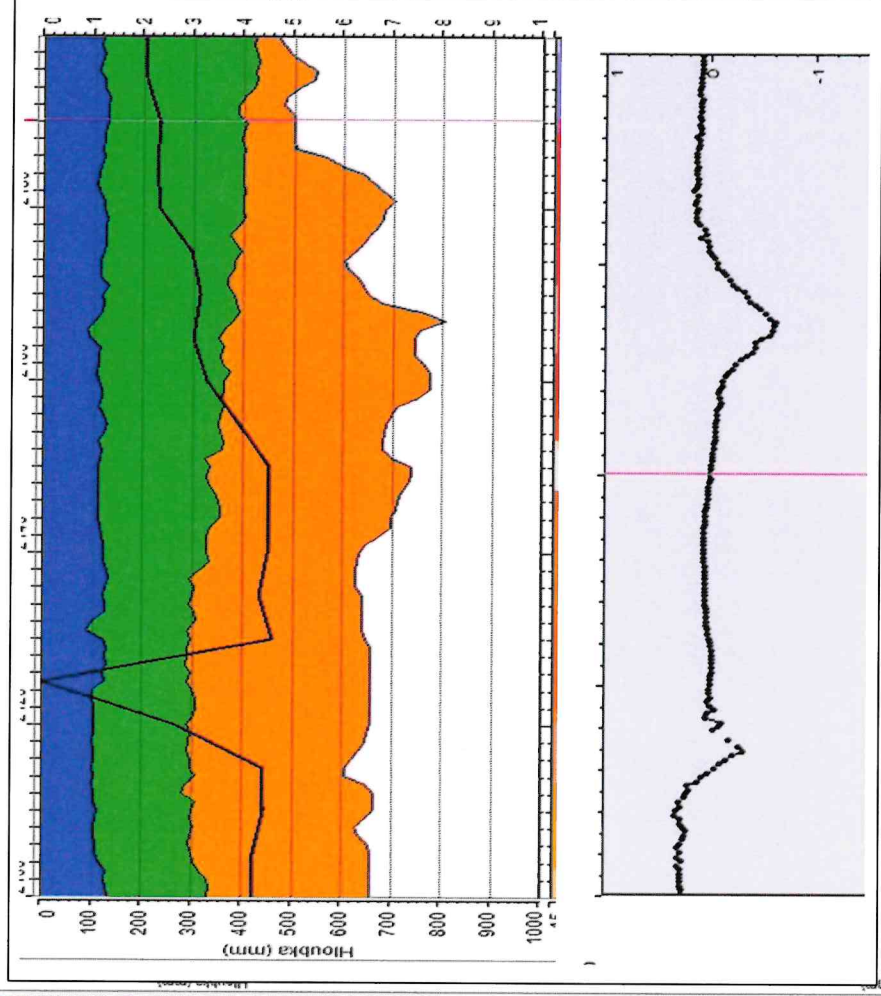
Obr. 4 - Stanovení hloubek konstrukce vozovky v místě svislé čáry je KS 4 v km 5,226 ve směru 1. Stanovené tloušťky jsou AHV 125 mm, recyklace 200 mm, ŠD 40 mm, vrstvy vozovky celkem 365 mm a upravená zemina 370 mm, celkem 735 mm. GPR stanovil tloušťky AHV správně, recyklaci a ŠD neodlišíl (v podstatě stejný materiál, jen v recyklaci je přísávek práškového pojiva). Upravená zemina má hloubku o 120 mm vyšší. (Jelikož skutečné GPR měření o 7 m posunuto před laserové měření pak hloubka vrstvy odpovídá). Příčný řez dokládá pokles okraje vozovky.



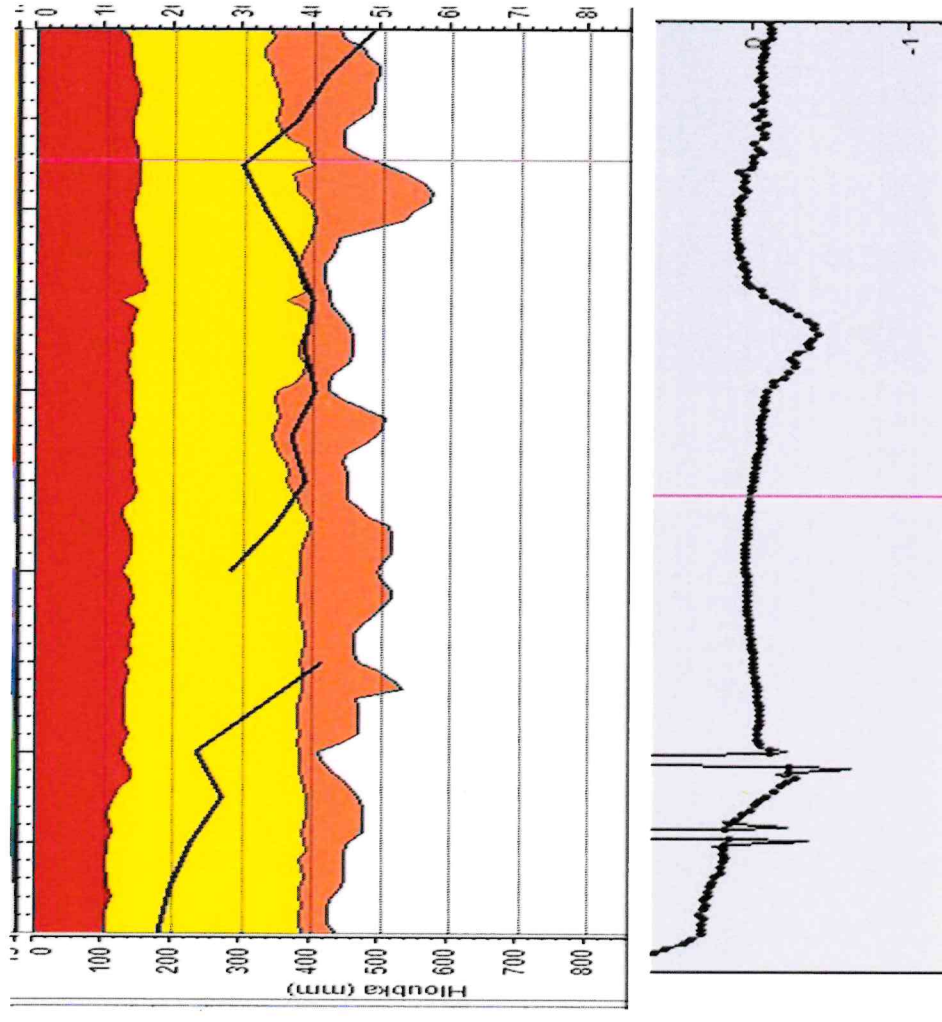
Obr. 5 - Stanovení hloubek konstrukce vozovky v místě KS 5 v km 5,247 ve směru 1. Porušená vozovka poklesem krajnice a síťovými trhlinami. AHV tloušťky 110 mm, recyklace 195 mm, ŠD 200 mm (celkem vrstvy vozovky 505 mm) a upravená zemina 275 mm, celkem 780 mm. Do kopané sondy pronikala voda z vrstvy štěrku. GPR stanovil tloušťky AHV, recyklace a ŠD správně. Upravená zemina nebyla detekována. GRP reagoval na hladinu vody (plně nasycení podloží).



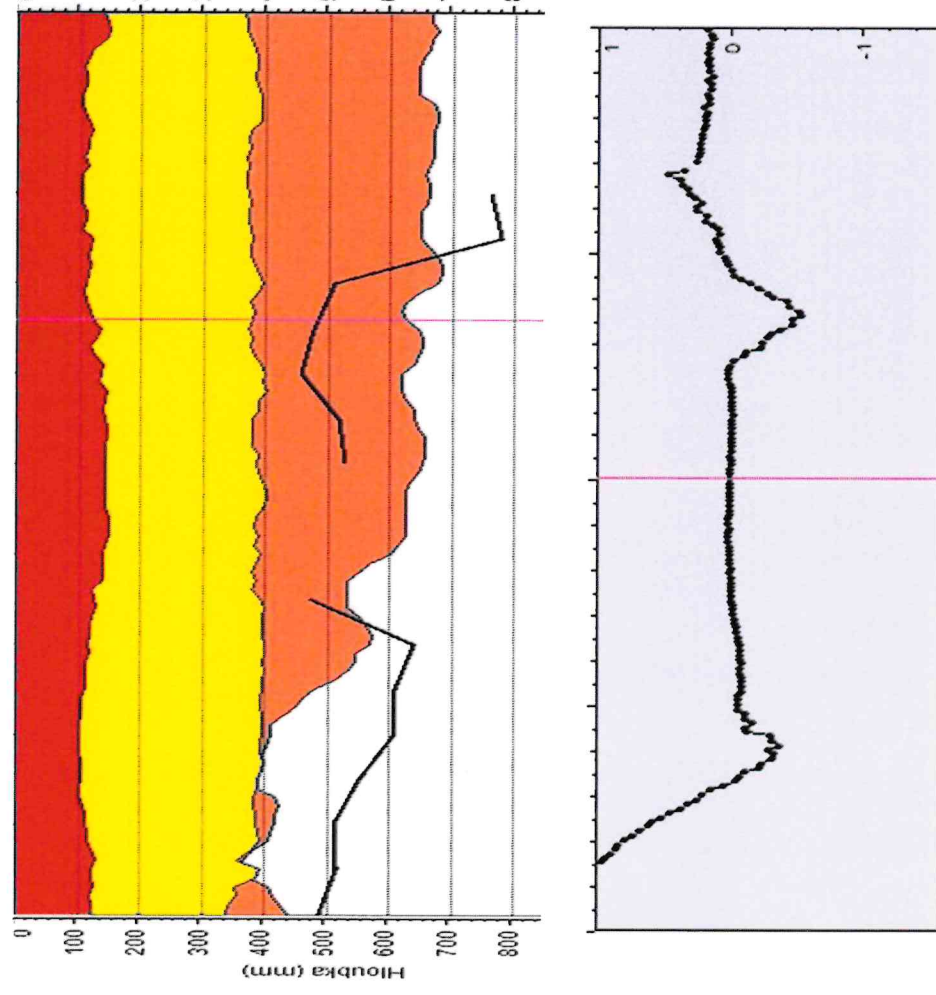
Obr. 6 - Stanovení hloubek konstrukce vozovky v místě KS 7 v km 5,250 ve směru 2 je místo bez poruch vozovky oproti sondě KS 5. AHV tloušťky 130 mm, recyklace 205 mm, ŠD 90 mm (celkem vrstvy vozovky 420 mm) a upravená zemina 460 mm, celkem 880 mm. V kopané sondě lehce pronikala voda z vrstvy šterkodrtě. GPR stanovilo tloušťky AHV a recyklace správně a ŠD byla zahrnuta do upravené zeminy a byla rovněž detekována, ale v nižší tloušťce.



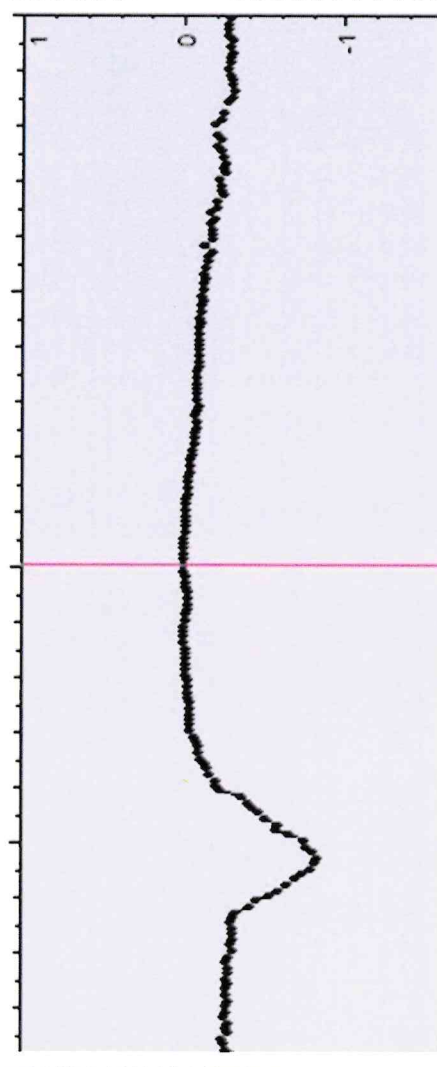
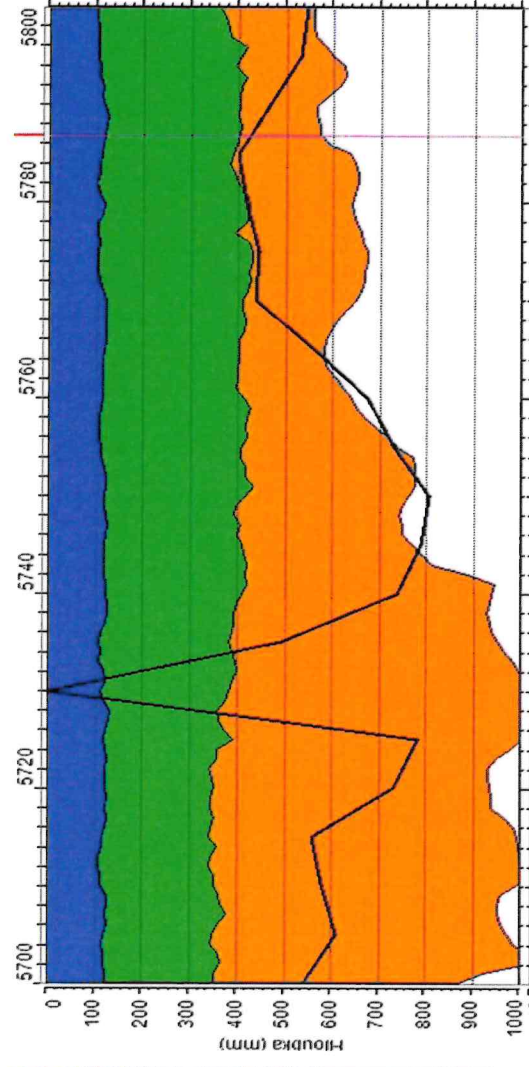
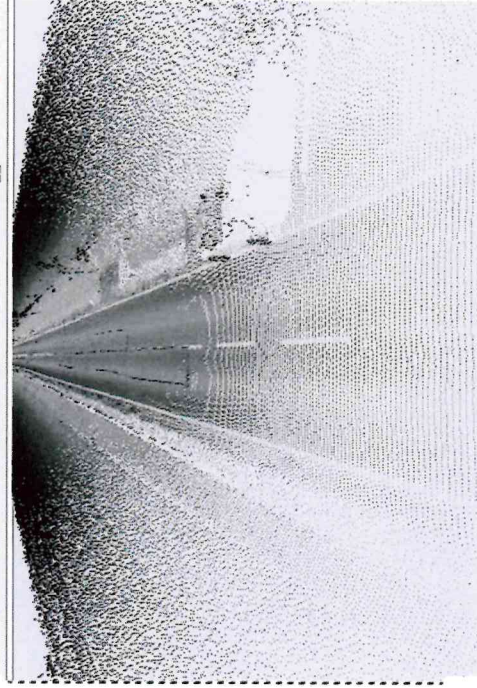
Obr. 7 - Stanovení hloubek konstrukce vozovky v místě KS 8 v km 5,290 ve směru 2, místo bez poruch za sondou KS 5 v opačném směru. AHV tloušťky 125 mm, recyklace 205 mm, (celkem vrstvy vozovky 330 mm) a štěrť jílovitý 205 mm, celkem 535 mm. GPR stanovil tloušťky AHV správně, do tloušťky recyklace byla zahrnula část štěrťu a mokřý štěrť byl detekován jako štěrťrodrť. Úprava podloží nebyla stanovena kopanou sondou ani GPR měřením, zahlinění štěrťu způsobilo stanovení hloubky štěrťu v nižší tloušťce, GRP reagoval na plně nasycení vrstvy.



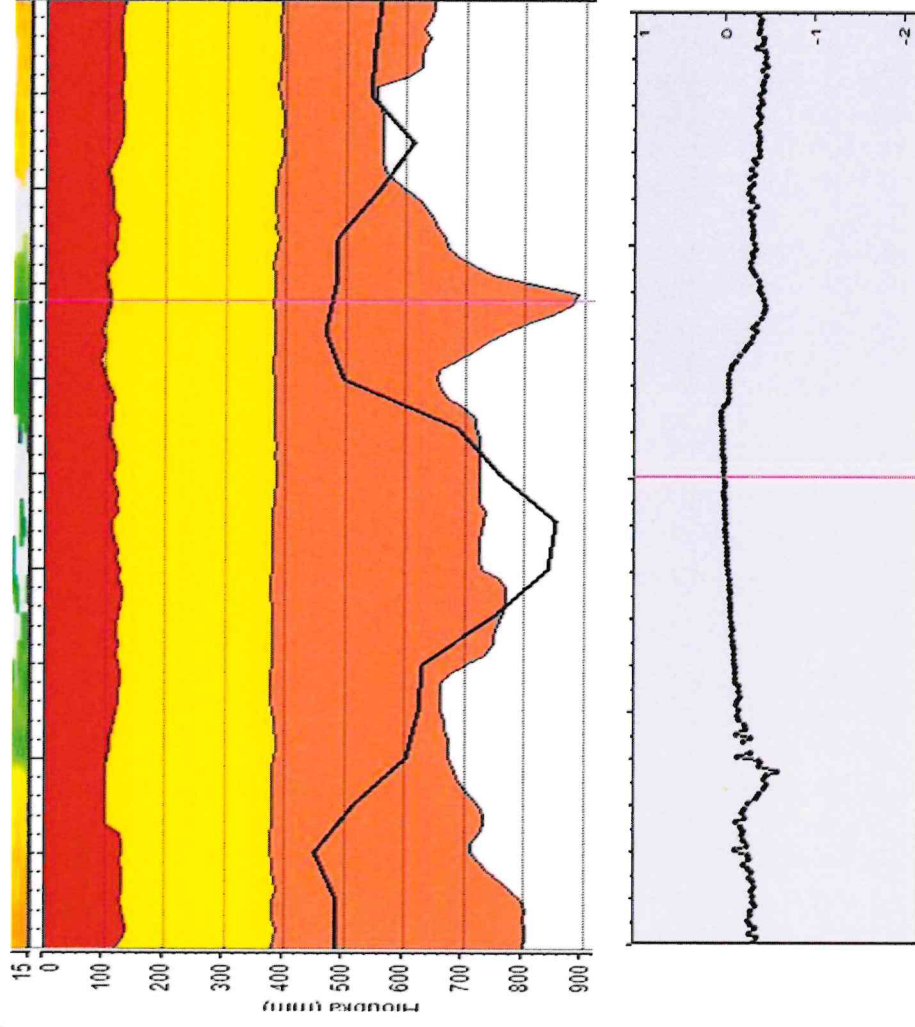
Obr. 9 - Stanovení tloušťek konstrukce vozovky v místě kopané sondy 10 v km 8,639. AHV 110 mm, recyklace 170 mm, vyrovnávka asfaltovým recyklátem 100 mm a ŠD 160 mm. Celkem tloušťka vozovky 540 mm. GRP stanovil tloušťku AHV správně, recyklaci sloučil s vrstvou asfaltového recyklátu a tloušťka odpovídá kopané sondě. ŠD v tomto místě měla proměnlivou tloušťku od 100 do 160 mm a záleží na přesném umístění kopané sondy. Podloží tvoří plastický jíl bez výskytu volné vody. Tloušťky tedy odpovídají kopané sondě.



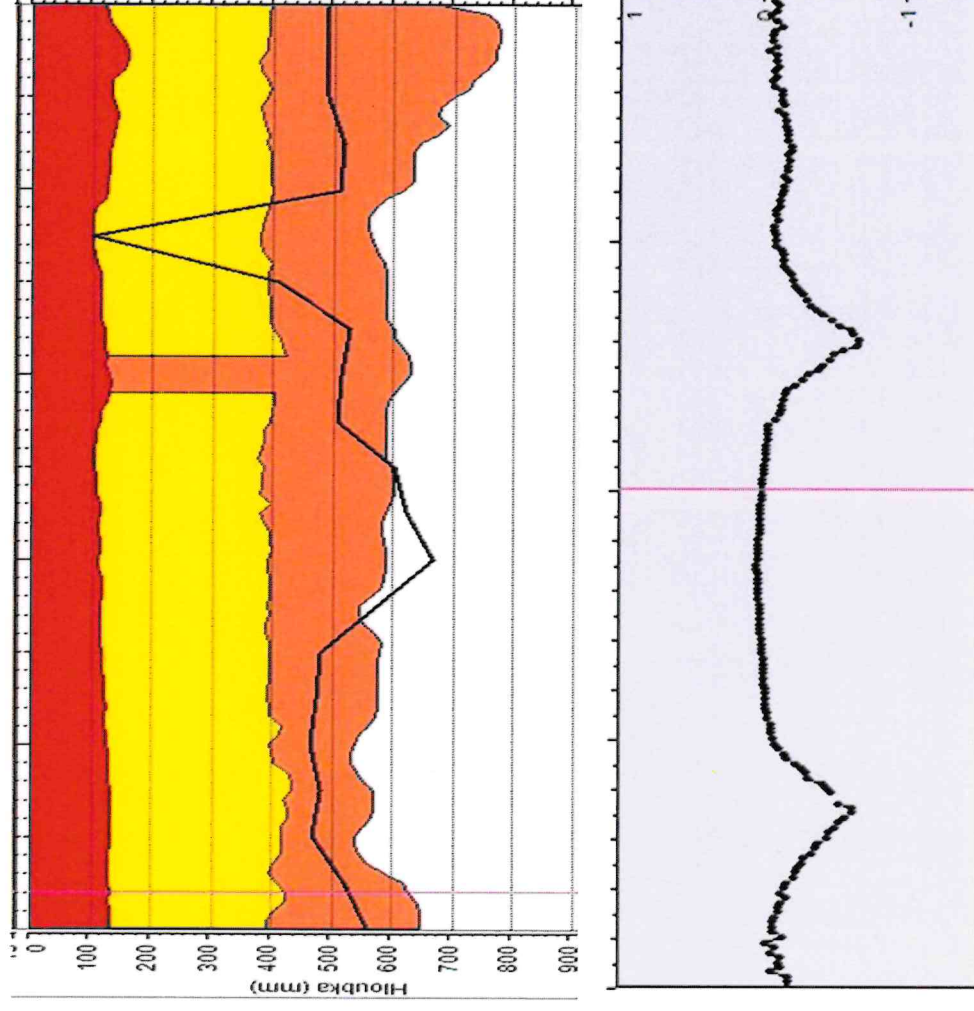
Obr.10 - Stanovení tloušťek konstrukce vozovky v místě kopané sondy 12 v km 8,778 - AHV 140 mm, recyklace 260 mm, ŠD v tloušťce 150 mm (celkem 550 mm) a lomový kámen 380 mm (celkem 930 mm). Vyznačené tloušťky AHV a recyklace podle GPR odpovídají kopané sondě. ŠD bylo zaznamenáno s částí lomového kamene, lomový kámen byl GPR zaznamenán jen do hloubky 630 až 680 mm. Vizually byl lomový kámen obalený geotextilií silně zahliněný a mokrý.



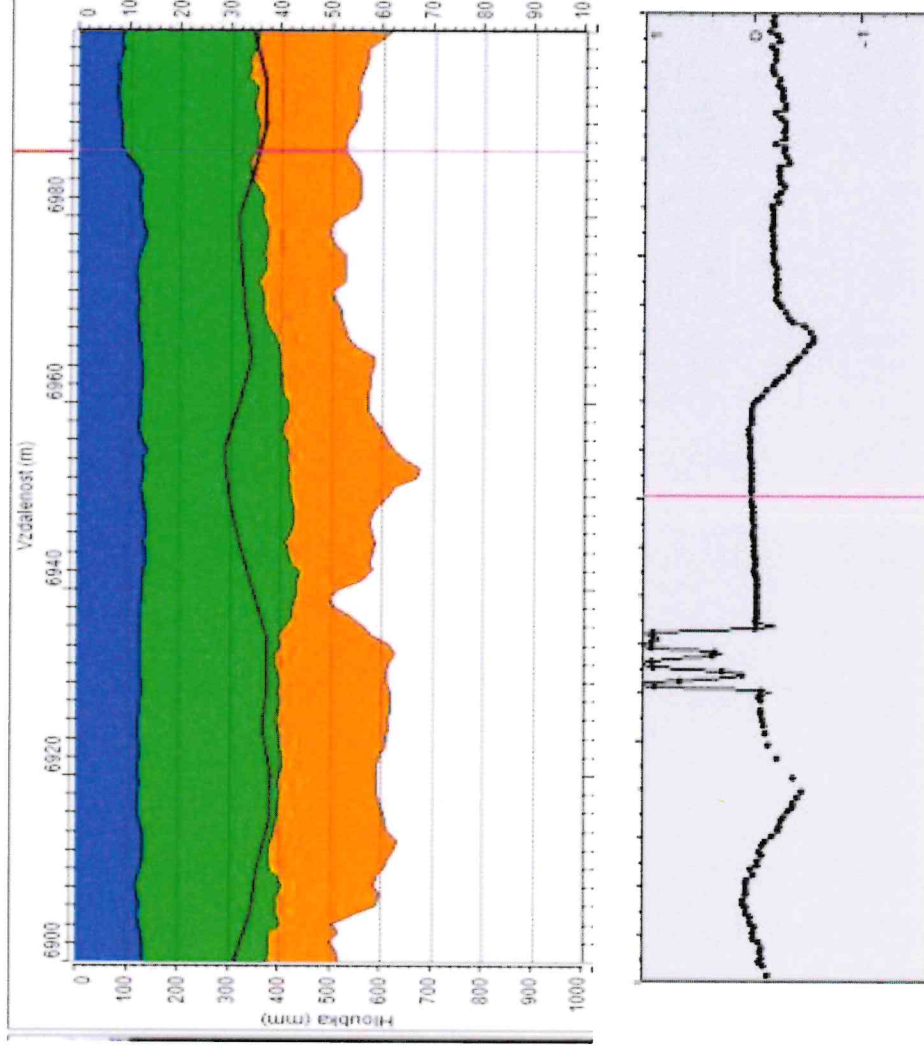
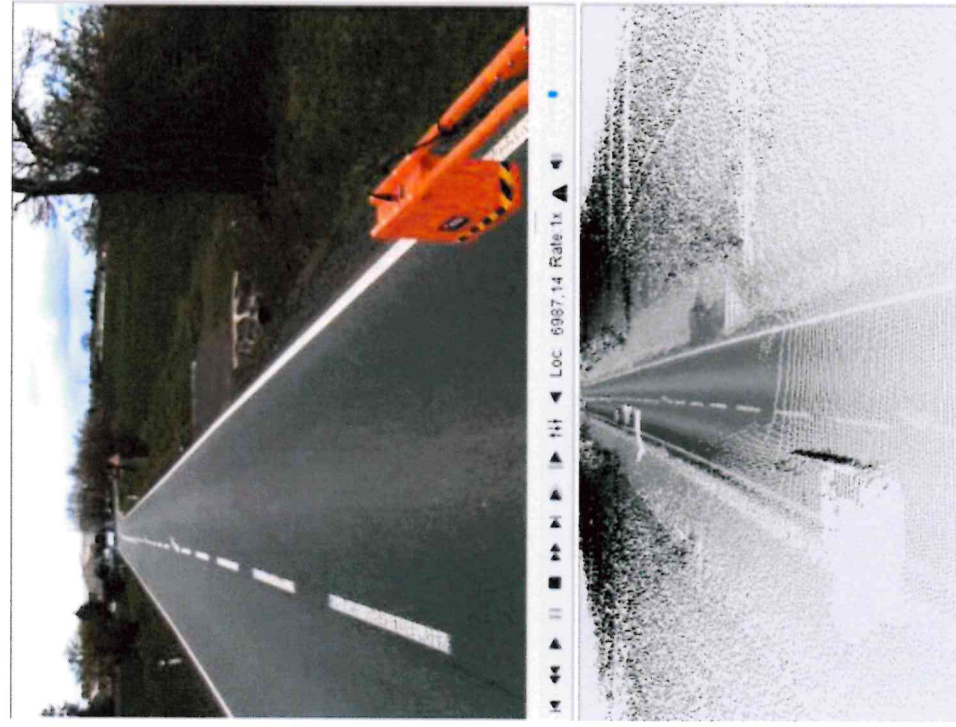
Obr.11 - Stanovení tloušťek konstrukce v místě kopané sondy 13 v km 9,570, směr 2 s AHV 120 mm, recyklace 250 mm, ŠD v tloušťce 120 mm (vozovka 590 mm), lomový kámen 300 mm, celkem 890 mm. Vyznačené tloušťky podle GPR odpovídají kopané sondě, pouze lomový kámen nebyl zaznamenán s tím, že v kopané sondě byla v hloubce 0,66 m pod povrchem zaznamenána hladina vody.



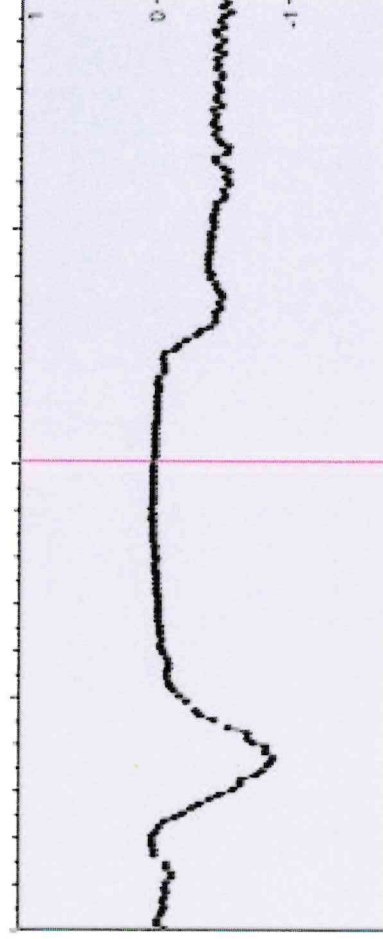
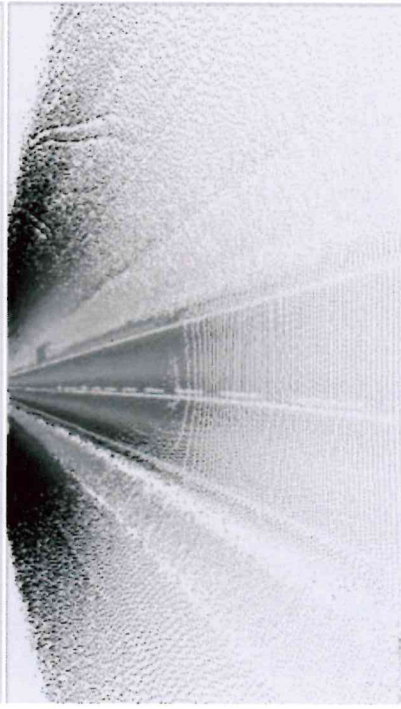
Obr.12 - Stanovení tloušťek konstrukce vozovky. V místě červené svislé čáry je kopaná sonda 15 v km 10,416 ve směru 1 se stanovením AHV 125 mm, recyklace 325 mm, ŠD v 100 mm (celkem 550 mm) a lomový kámen 380 mm (celkem 930 mm). Vyznačené tloušťky podle GPR odpovídají kopané sondě, ŠD je spojena s lomovým kamenem.



Obr.13- Stanovení tloušťek konstrukce vozovky. V místě svislé čáry je ve směru 1 kopaná sonda 16 v km 10,460. Stanovené tloušťky sondou: AHV 130 mm, recyklace 250 mm, ŠD 150 mm (vozovka 530 mm) a lomový kámen 480 mm v geotextilii (celkem 930 mm). Vyznačené tloušťky podle GPR odpovídají kopané sondě. Lomový kámen byl zaznamenán jen po hloubku stojaté vody 640 mm.



Obr.14- Stanovení tloušťek konstrukce vozovky v kopané sondě 17 v km 10,755 ve směru 2. Byly stanoveny vrstvy AHV 110 mm, recyklace 210 mm, ŠD 110 mm (vozovka 430 mm) a lomový kámen 460 mm (celkem 890 mm). Vyznačené tloušťky podle GPR odpovídají kopané sondě (do ŠD je zahrnuta část lomového kamene). V silně zahliněném lomovém kameni bez geotextilie se vykytovala volná hladina vody a spodní hrana sanace nebyla zaznamenána.



Obr. 15 - Stanovení tloušťek konstrukce vozovky v místě svislé čáry je ve směru 1 kopaná sonda 19 v km 12,780. Stanovené tloušťky jsou AHV 120 mm, recyklace 180 mm, ŠD 150 mm (vozovka 450 mm) a lomový kámen 400 mm v geotextilii (celkem v hloubce 850 mm). V lomovém kameni se v době provádění sondy nacházela hladina vody. Vyznačené tloušťky podle GPR odpovídají kopané sondě. Lomový kámen byl GPR identifikován jen po hladinu volné vody v době měření.

Závěr

Z vyhodnocení tloušťek vrstev vozovky plynou tyto závěry ke spolehlivosti měření tloušťek pomocí georadarových měření měřicího vozu Roadscanner:

- Tloušťky asfaltových vrstev odpovídají tloušťkám těchto vrstev stanovených kopanými sondami, které byly provedeny při okraji zpevněné části vozovky, tedy ve stejném místě, nad kterým se pohybovaly zavěšené georadarové antény měřicího vozidla.
- Tloušťka recyklované vrstvy byla rovněž stanovena oběma postupy shodně. Do recyklační vrstvy byla v některých profilech zahrnuta také štěrkodrt, která granulometrickým složením odpovídala recyklovanému materiálu. Takto spojené vrstvy byly rovněž ve shodě s kopanými sondami.
- Tloušťka štěrkodrti, pokud nebyla zahrnuta do recyklace, byla stanovena ve shodě s kopanými sondami.
- V kopaných sondách byla nalezena v různých hloubkách podpovrchová voda, která v extrémním případě dosahovala až pod asfaltové vrstvy. Je to dáno vadným odvodněním příkopy, které nejsou ve správném podélném sklonu a zejména jsou v nižší hloubce. V případech, kdy nebyly stanoveny hloubky sanace správně, lomový kámen byl stanoven do hloubky vyskytující se hladiny podpovrchové vody případně do hloubky, kde jílovitá zemina vyplnila mezery mezi lomovým kamenem.

Celkově se tedy považuje vyhodnocení hloubek jednotlivých vrstev vozovky za spolehlivé. Měření hloubek také potvrdilo, že v podkladních vrstvách a zejména v sanaci položí se i v době provádění měření vyskytovaly hladiny podpovrchové vody anebo do lomového kamene pronikla rozbředlá jílovitá zemina.