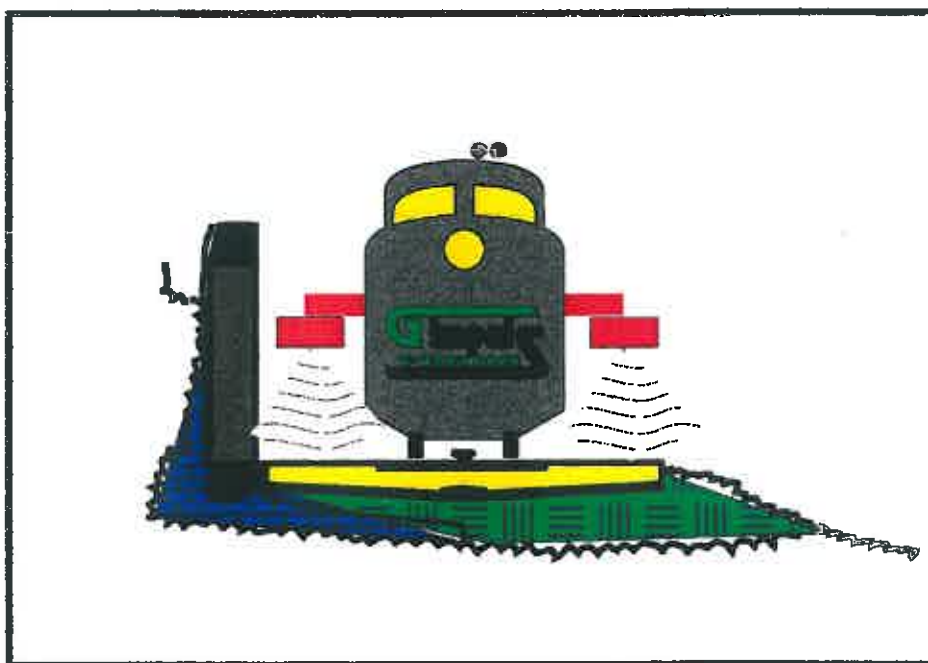




Nedestruktivní diagnostika železničního spodku

stavba: Bílina - Most
kilometráž: 35.500-44.400

PRAHA, 1997



G IMPULS Praha spol s r.o.

Přístavní 24, 170 00 PRAHA 7

tel: 20387/220,224,227-229

záz./fax: 667 12 779



Dodavatel : G IMPULS Praha s.r.o.

Nerudova 232

252 61 Jeneč

pracoviště : Přístavní 24

170 00 Praha 7

Odběratel : České dráhy s.o.

Divize dopravní cesty o.z.

Správa dopravní cesty

Správa tratí Most

Zpracoval : RNDr. Karel HRUBEC

Jednatel s.r.o. : RNDr. Jaroslav BÁRTA, CSc.

Rozdělovník 4x Správa tratí Most

1x G IMPULS Praha s.r.o.

V Praze, 11.4.1997

Obsah:	1. Technické zadání a cíl měření 2
	2.Charakteristika aparatury a interpretační postup 2
	3.Výsledky měření 4
	4. Závěr 6
	5. Interpretované řezy, obr.1- 6	
	6. Ukázky radarogramů na vybraných úsecích, obr.7-12	

Seznam obrázků a příloh

1a. Bílina - Most,	interpretace radarového měření, kolej 1M,
	kilometráž 44.300-44.800
1b. Bílina - Most,	interpretace radarového měření, kolej 1M,
	kilometráž 44.800-45.400
2. Bílina - Most,	interpretace radarového měření, kolej 1O,
	kilometráž 0.100-0.300
3a. Bílina - Most,	interpretace radarového měření, kolej 1,
	kilometráž 40.400-40.900
3b. Bílina - Most,	interpretace radarového měření, kolej 1,
	kilometráž 40.900-41.500
4 . Bílina - Most,	interpretace radarového měření, kolej 1,
	kilometráž 39.400-40.000
5a. Bílina - Most,	interpretace radarového měření, kolej 1,
	kilometráž 37.600-38.100
5b. Bílina - Most,	interpretace radarového měření, kolej 1,
	kilometráž 38.100-38.700
6a. Bílina - Most,	interpretace radarového měření, kolej1,
	kilometráž 35.500-36.000
6b. Bílina - Most,	interpretace radarového měření, kolej1,
	kilometráž 36.000-36.500
6c. Bílina - Most,	interpretace radarového měření,kolej1,
	kilometráž 36.500-37.000
7 . Bílina - Most,	ukázka radarového záznamu, kolej 1M,
	kilometráž 44.300-44.800
8 . Bílina - Most,	ukázka radarového záznamu, kolej 1O,
	kilometráž 0.100-0.300
9 . Bílina - Most,	ukázka radarového záznamu, kolej 1,
	kilometráž 40.800-41.300
10. Bílina - Most,	ukázka radarového záznamu, kolej 1,
	kilometráž 39.500-40.000
11. Bílina - Most,	ukázka radarového záznamu, kolej 1,
	kilometráž 37.600-38.100
12. Bílina - Most,	ukázka radarového záznamu, kolej 1,
	kilometráž 35.500-36.000

1. Technické zadání a cíl měření

Cílem měření byla nedestruktivní radarová diagnostika železničního spodku na vybraných úsecích koleje 1 traťového úseku Bílina - Most. Podle požadavku odběratele byly zpracovány intervaly v kilometrážích:

44.300-45.400	úsek 1
0.100-0.300	úsek 2
40.400-41.500	úsek 3
39.400-40.000	úsek 4
37.600-38.700	úsek 5
35-500-37.000	úsek 6.

Vzhledem k charakteru stávajících poruch bylo pro potřeby následné rekonstrukce trati měřeno ve 3 profilech - dva vně koleje a jeden mezi kolejnicemi. Vlastní terénní práce proběhly 11.3.1997 - úsek 44.400 - 37.500 a pro technickou poruchu na záznamu byl doměřen 27.3.1997 úsek 37.500 - 34.400. Proměřen byl celý traťový úsek Most - Bílina kolej 1 resp. 10.

Schéma rozložení radarových profilů v koleji 1



2. Charakteristika aparatury a interpretační postup

K měření byla použita plně digitální čtyřkanálová radarová aparatura SIR-10 (GSSI -USA) s anténním systémem 2x500MHz (profily A,C) a 100 MHz (profil B). Měření bylo provedeno spojitým záznamem v režimu automatických záznamů po 25 cm. Pro antény 500 MHz bylo zvoleno časové okno 60 ns pro anténu 100 MHz pak 100 ns. Vzhledem k předpokládaným vlastnostem konstrukčních vrstev a pláň dané okno a použité frekvence umožňují hloubkový dosah do 3 resp. 5 m.

Pro potřeby výsledné interpretace byly terénní záznamy matematicky upraveny. Napřed byly dekonvolucí potlačeny násobné odrazy a zvýrazněny lokální anomálie na nosné frekvenci. Metodou vlnové filtrace byly následně odstraněny vysokofrekvenční šumy a potlačeny dlouhovlnné interference přenosového kabelu. Posledním krokem bylo normování záznamů. Podle zadanych poloh „hektometrovníků“ byl záznam sjednocen na 4 měřené body na jeden metr - terénní hustota měřených bodů se v závislosti na skutečné vzdálenosti hektometrovníků mohla lišit. Poloha hektometrovníků byla do radarogramů vyznačena při průjezdu aparatury.

Hloubkový přepočet doby příchodu radarového signálu na interpretovaných radarogramech byl proveden podle vztahu pro odraz normálového elektromagnetického signálu:

$$h = \frac{c t}{2\sqrt{\epsilon}}$$

h =hloubka [m], t =doba příchodu signálu [s],

c =rychlost světla [m/s], ϵ =dielektrická konstanta (rel. permitivita)

Hloubkové měřítko na obrázcích v kapitole 6 je spočteno pro dielektrickou konstantu prostředí $\epsilon = 4$. (tj. 10 ns = 0.75 m). Tato hodnota byla stanovena na základě skutečné mocnosti štěrkového lože v kopané sondě na metrů 37.500 a je srovnatelná s normální hodnotou pro štěrkové lože. Při zpracování do řezů byla pro vlhké sedimenty a navětralé horniny v pláni volena dielektrická konstanta 9. Hloubková chyba, způsobená jejím použitím na místo jejího laboratorního stanovení, by neměla být vyšší než $\pm 10\%$.

Dielektrická konstanta je bezrozměrná materiálová konstanta, která nám popisuje poměr rychlosti elektromagnetického vlnění ve vakuu k jeho rychlosti v daném dielektrickém prostředí.

orientační hodnoty dielektrické konstanty

vzduch	1
štěrk, písek	3 - 6
vlhké sedimenty	
a navětralé horniny	7 - 9
beton	4 - 7
skalní masiv	2 - 5
voda	9

3. Výsledky měření

Při konstrukci vlastních řezů byly sledovány následující fenomény:

-štěrkové lože

-podkladní vrstva

-další odrazná rozhraní (tj. hranice mezi materiály s rozdílnou dielektrickou konstantou - např. znečištění ve štěrkovém loži, hranice násep x původní terén, ..)

-nehomogenní prostředí (dosah zóny s nestabilizovanými materiály, může zahrnovat i více vrstev)

-porucha (deformované či zcela promísené vrstvy, značena je v hloubce nejvýraznějšího projevu)

-inž.síť, tech.dílo (tyto fenomény jsou značeny pokud výrazněji ovlivnili radarový záznam, interpretace pokud je provedena je v jejich blízkosti pouze orientační).

Pro hloubkový přepočít byl pro štěrkové lože, podkladní vrstvu a odrazná rozhraní v nich volena dielektrická konstanta 4. Pro vrstvy v pláni byla volena konstanta 9. Výsledky jsou v grafické formě prezentovány v kapitole 5. Měřítko hloubek je 1:50, měřítko délek 1:2000.

Součástí interpretace bylo i rozdělení měřeních úseků na kvazihomogenní celky (tj. intervaly, kde na základě charakteru radarového signálu předpokládáme podobné vlastnosti pláně a konstrukčních vrstev). Do každého takto vymezeného intervalu byla navržena minimálně jedna sonda, která reprezentuje nejnarušenější místo intervalu. Doporučena byla proto nejen poloha sondy, ale i profil ve kterém ji doporučujeme. Přehledně jsou výsledky uvedeny v následující tabulce.

tabulka kvazihomogenních bloků:

úsek 1			úsek 2			úsek 3		
44.300- 45.400			0.100- 0.300			40.400- 41.500		
od	do	sonda	od	do	sonda	od	do	sonda
44,300	44,380	320/A	0,100	0,180	130/A	440,400	40,430	415/B
44,380	44,410	400/B	0,180	0,220	200/B	40,430	40,640	510/C
44,410	44,560	460/A	0,220	0,270	230/A	40,640	40,730	710/A,C
44,560	44,720	620/B	0,270	0,300	290...	40,730	40,790	760...
44,720	44,820	780/C				40,790	40,810	800/B
44,820	45,050	940/B				40,810	40,970	890/A
45,050	45,160	120/C						930/B
45,160	45,230	190/A				40,970	41,080	060/C
45,230	45,300	260/B				41,080	41,190	120/B
45,300	45,400	360/A,C				41,190	41,240	220/B
						41,240	41,410	370...
						41,410	41,470	450/B
úsek 4			úsek 5			úsek 6		
39.400- 40.000			37.600- 38.700			35.500- 37.000		
od	do	sonda	od	do	sonda	od	do	sonda
39,400	39,470	440...	37,600	37,680	640/A	35,500	35,530	510/B
39,470	39,520	500/A	37,680	37,870	760/A-C	35,530	35,580	560/A-C
39,520	39,620	600/B	37,870	37,990	840/A-C	35,580	35,620	600/A
39,620	39,680	640/A,C			940/B	35,620	35,670	630/A,C
39,680	39,810	710/A	37,990	38,020	010/C	35,670	35,720	680/A
39,810	39,860	830/A	38,020	38,120	090/C	35,720	35,810	860...
39,860	39,970	920/C	38,120	38,180	160/C	35,810	35,920	840/A-C
39,970	40,000	980/A	38,180	38,220	190/A			900/C
			38,220	38,260	240/A-C	35,920	36,030	990/A
			38,260	38,410	330/A-C	36,030	36,140	090/A-C
			38,410	38,500	470/A	36,140	36,200	170...
			38,500	38,570	510/C	36,200	36,230	215/A-C
			38,570	38,630	610/A-C	36,230	36,460	290/C
			38,630	38,700	670/A-C	36,460	36,480	470/C
						36,480	36,600	540/A
						36,600	36,690	640/A-C
						36,690	36,760	770/A
						36,760	36,800	780/A-C
						36,800	39,960	880..
						39,960	37,000	980/A-C

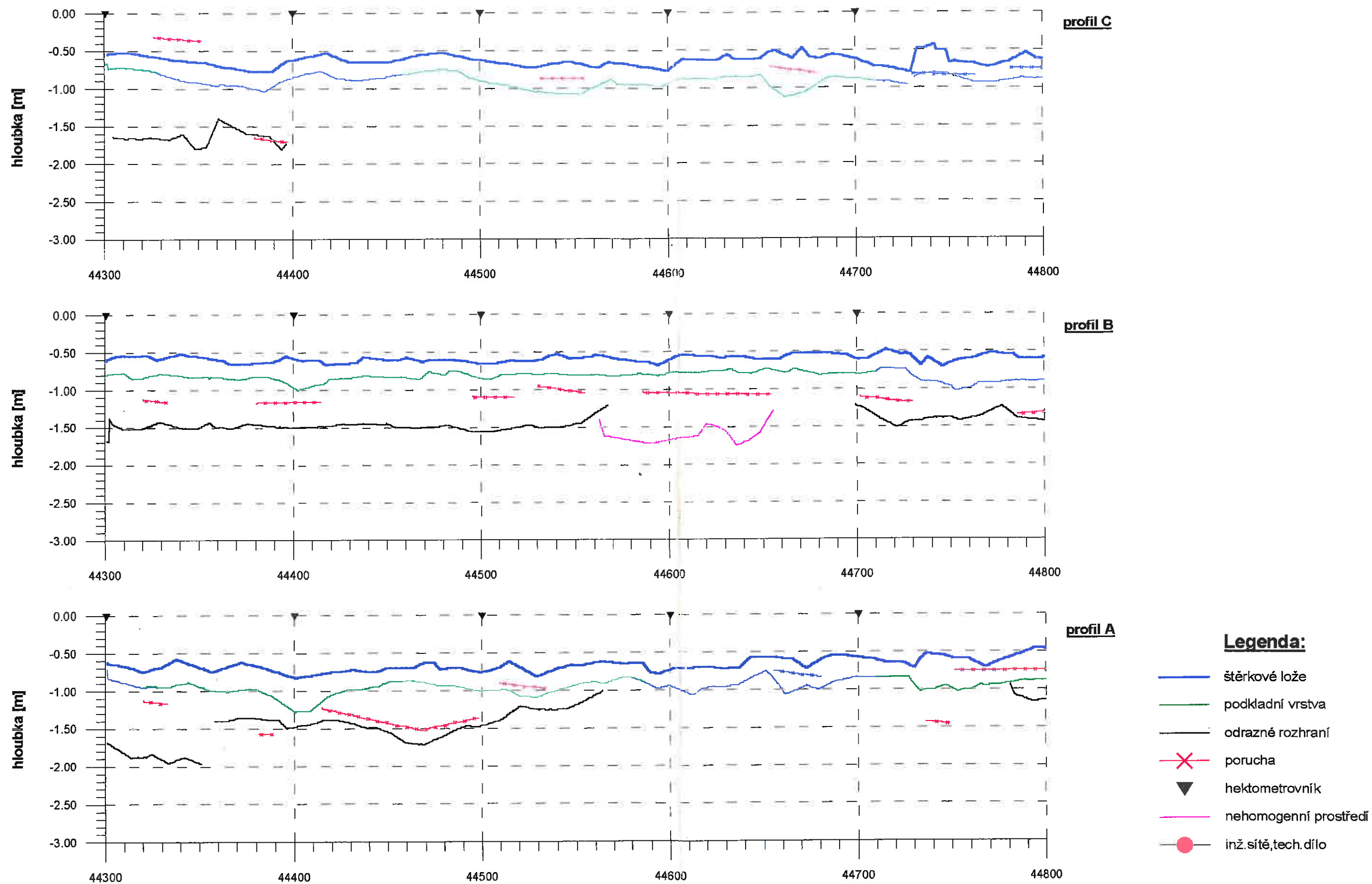
4.Závěr

Na základě radarového měření jsme zpracovali podélné řezy drážním tělesem koleje 1. Sledován byl průběh konstrukčních vrstev a jejich kvalita na základě charakteristik radarového signálu. Vytipována jsou místa nejvýraznějšího narušení a do nich byly navrženy sondy. U porušených úseků, kde je předpoklad zaklesnutí štěrkového lože, může celkovou mocnost štěrku reprezentovat detekované hlubší rozhraní. Námi stanovená mocnost pak odpovídá patrně propracovanému loži po čištění. Odlišení zakleslého štěrkového lože a narušených štěrkopísků v podloží je problematické neboť jejich elektrické vlastnosti jsou téměř ekvivalentní.

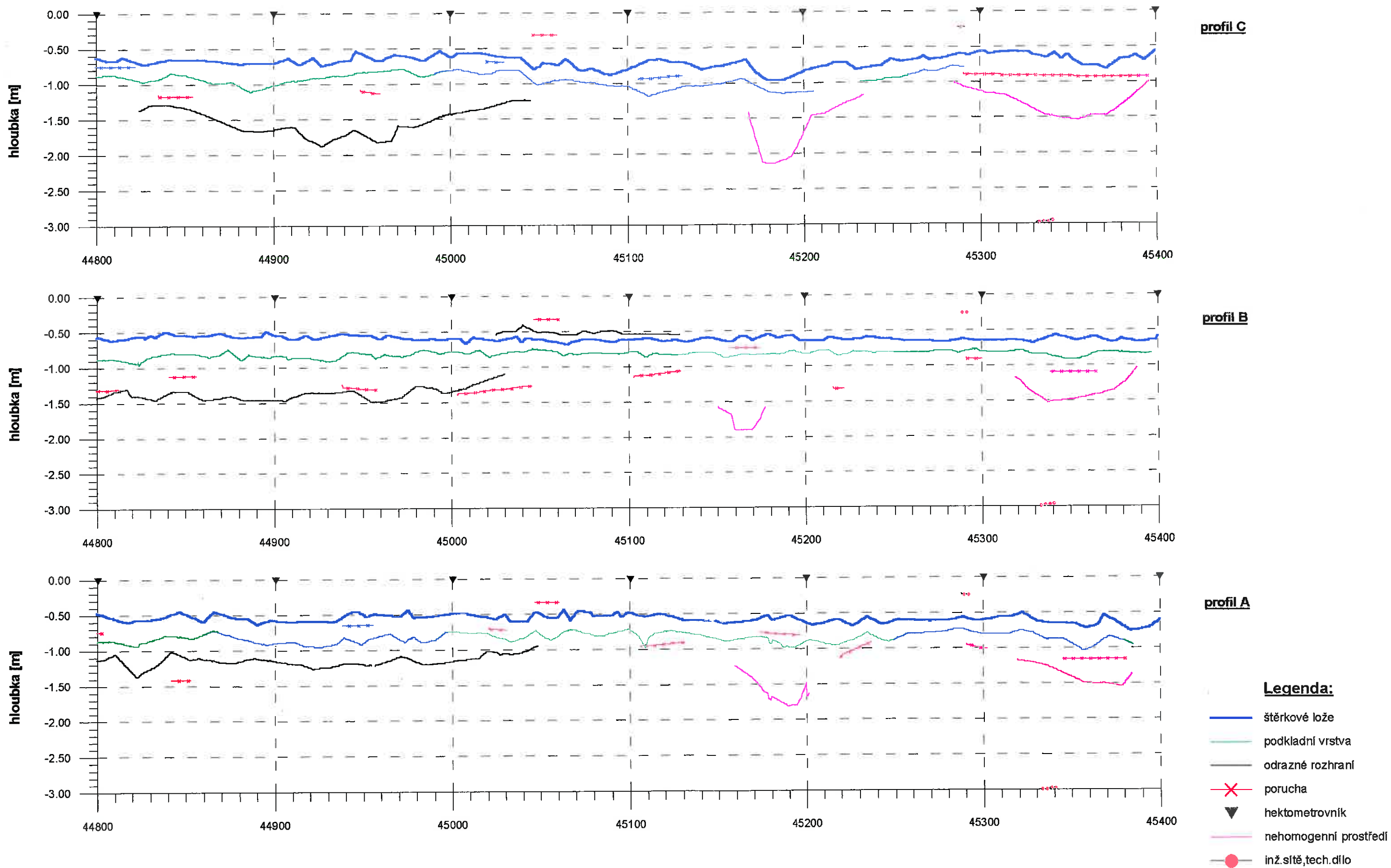
Primární radarové záznamy jsou archivovány na CD discích (cca 120 MB) a je možno interpretovat v případě zájmu i další dílčí úseky z koleje 1 v kilometrůžce 35.500-45.400.

5. Interpretované řezy

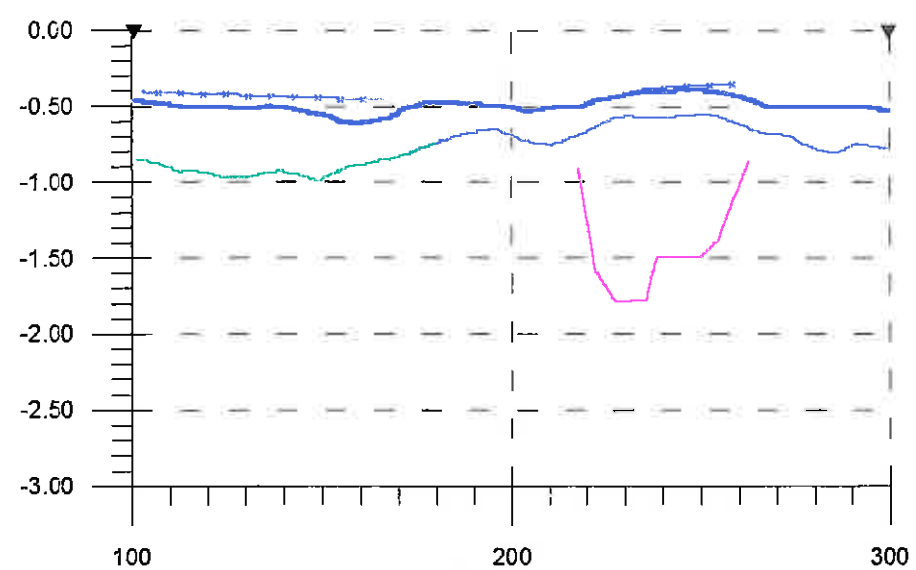
měřítko:	délek	1:2000
	hloubek	1:50



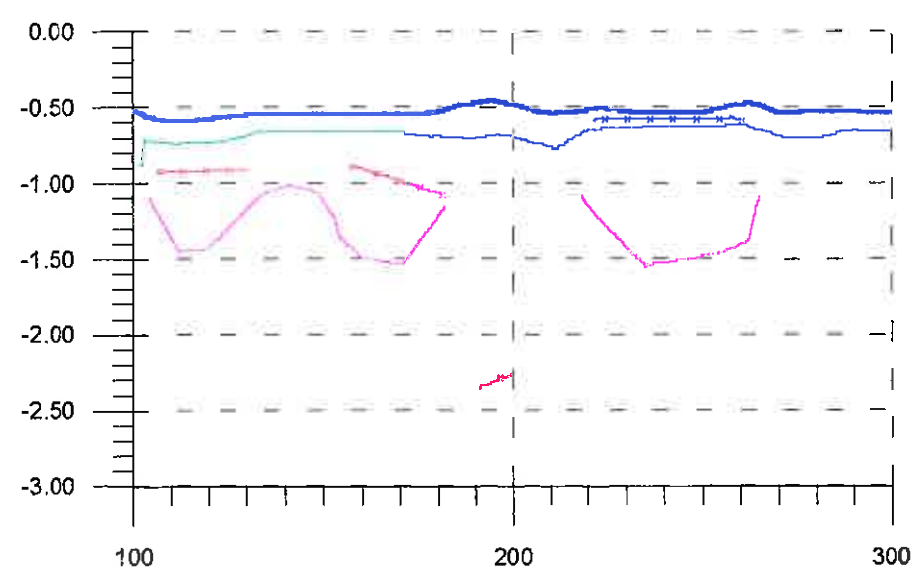
Obr.1a Bílina - Most, interpretace radarového měření
kolej 1M, kilometráž 44.300 - 44.800



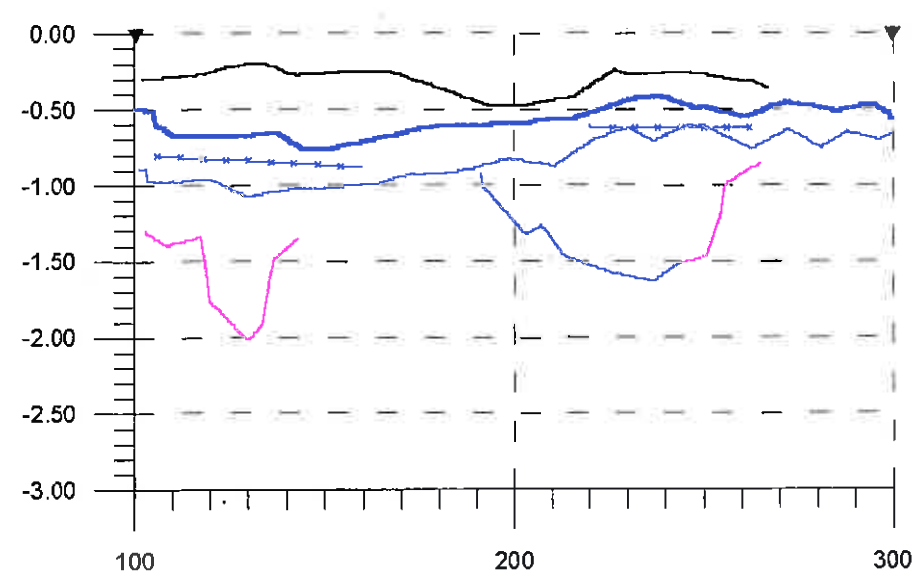
Obr.1b Bílina - Most interpretace radarového měření
kolej 1M, kilometráž 44.800 - 45.400



profil C



profil B

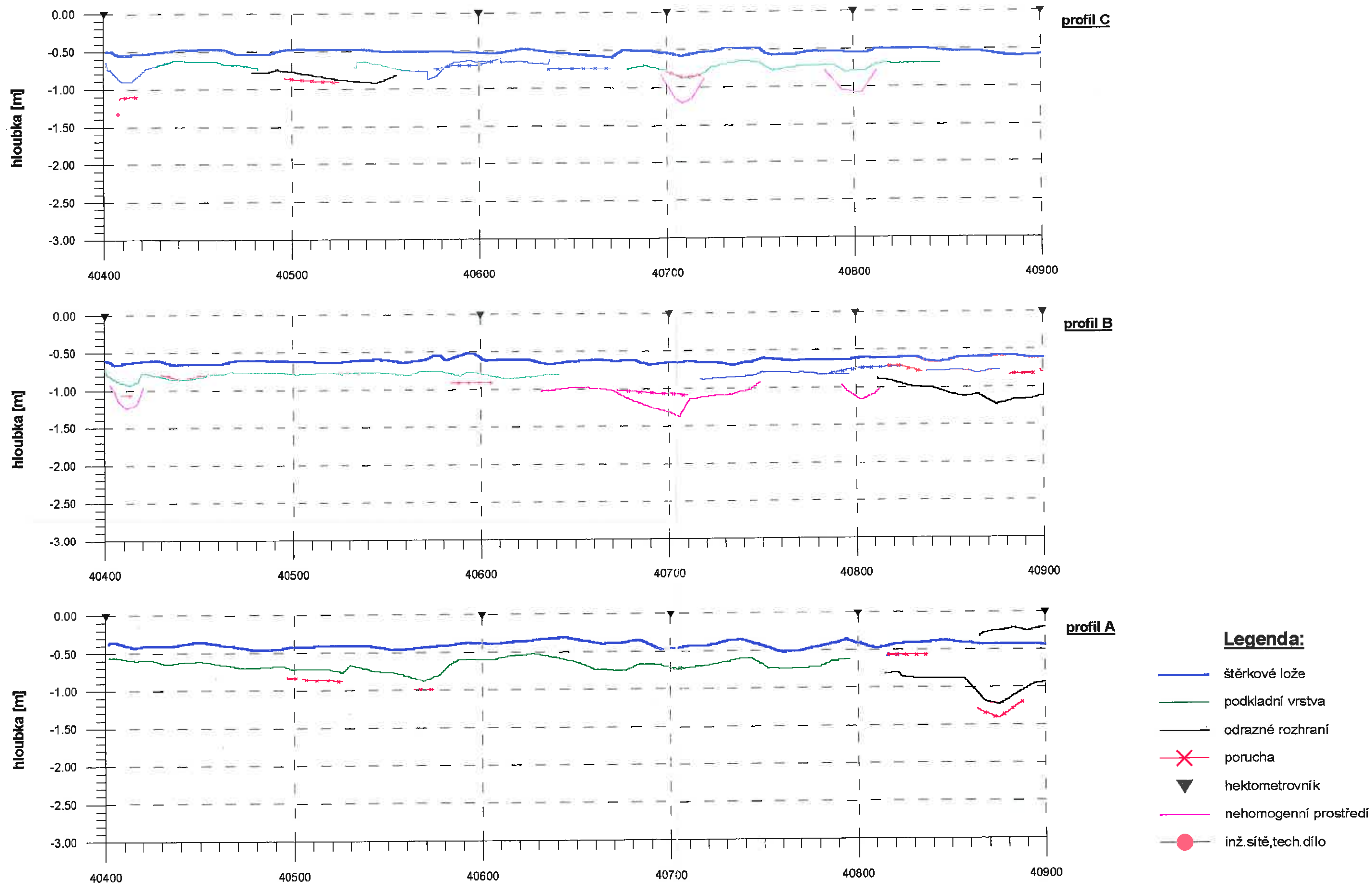


profil A

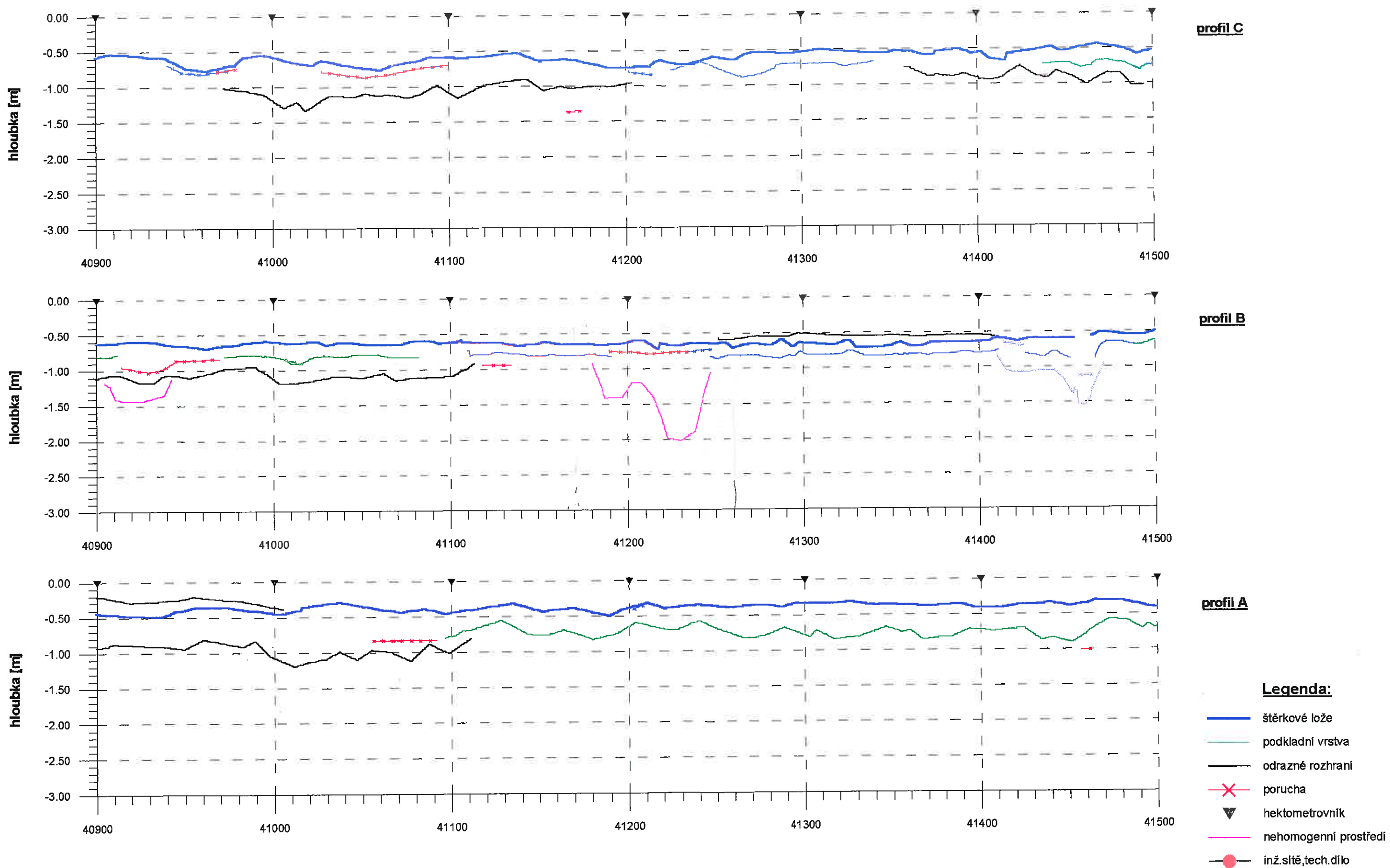
Legenda:

- štěrkové lože
- podkladní vrstva
- odrazné rozhraní
- x — porucha
- ▼ hektometrovník
- nehomogenní prostředí
- inž.sítě,tech.dílo

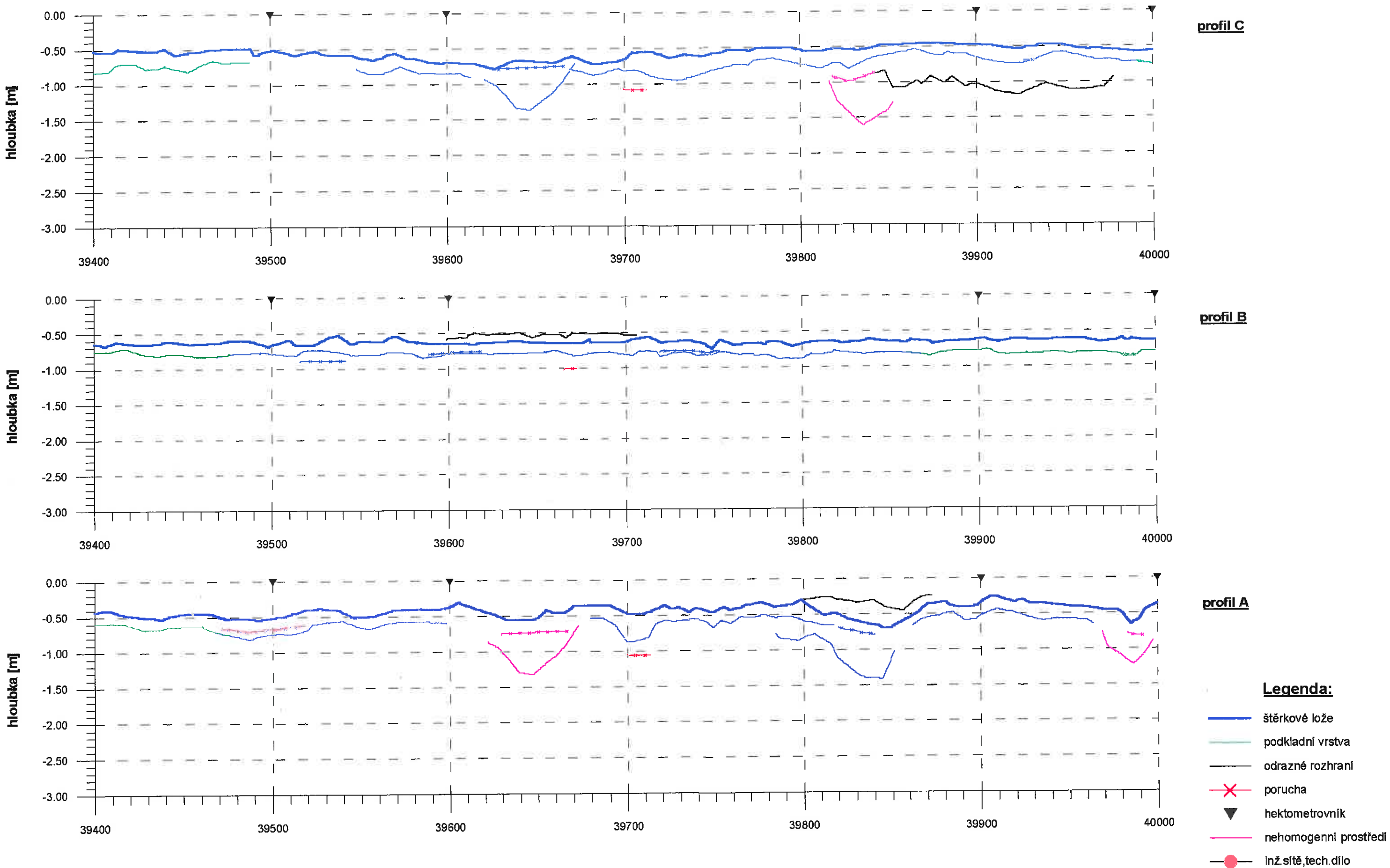
Obr.2 Bílina - Most, interpretace radarového měření
kolej 10, kilometráž 0.100-0.300



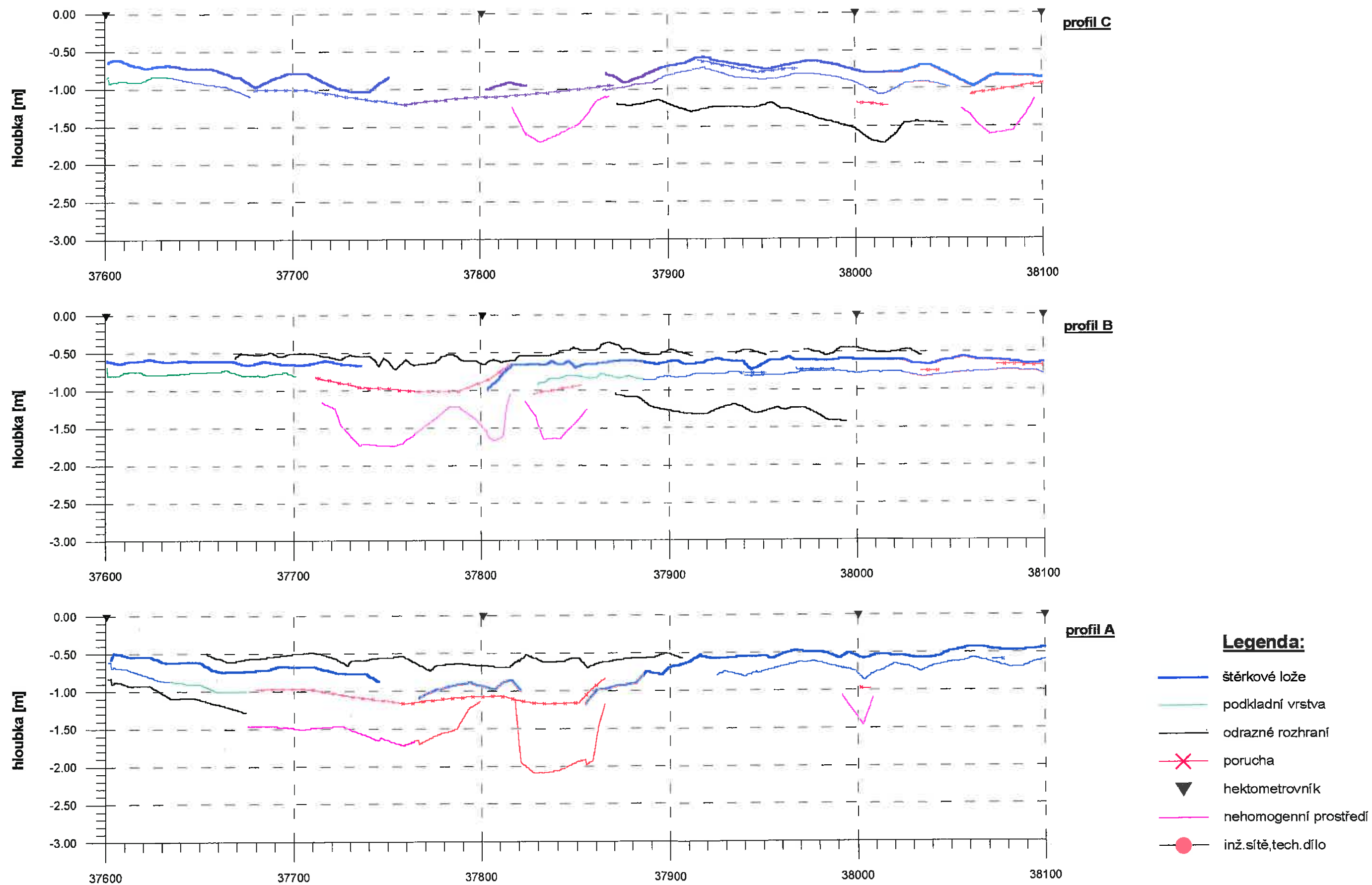
Obr.3a Bilina - Most, interpretace radarového měření
kolej 1, kilometráž 40.400 - 40.900



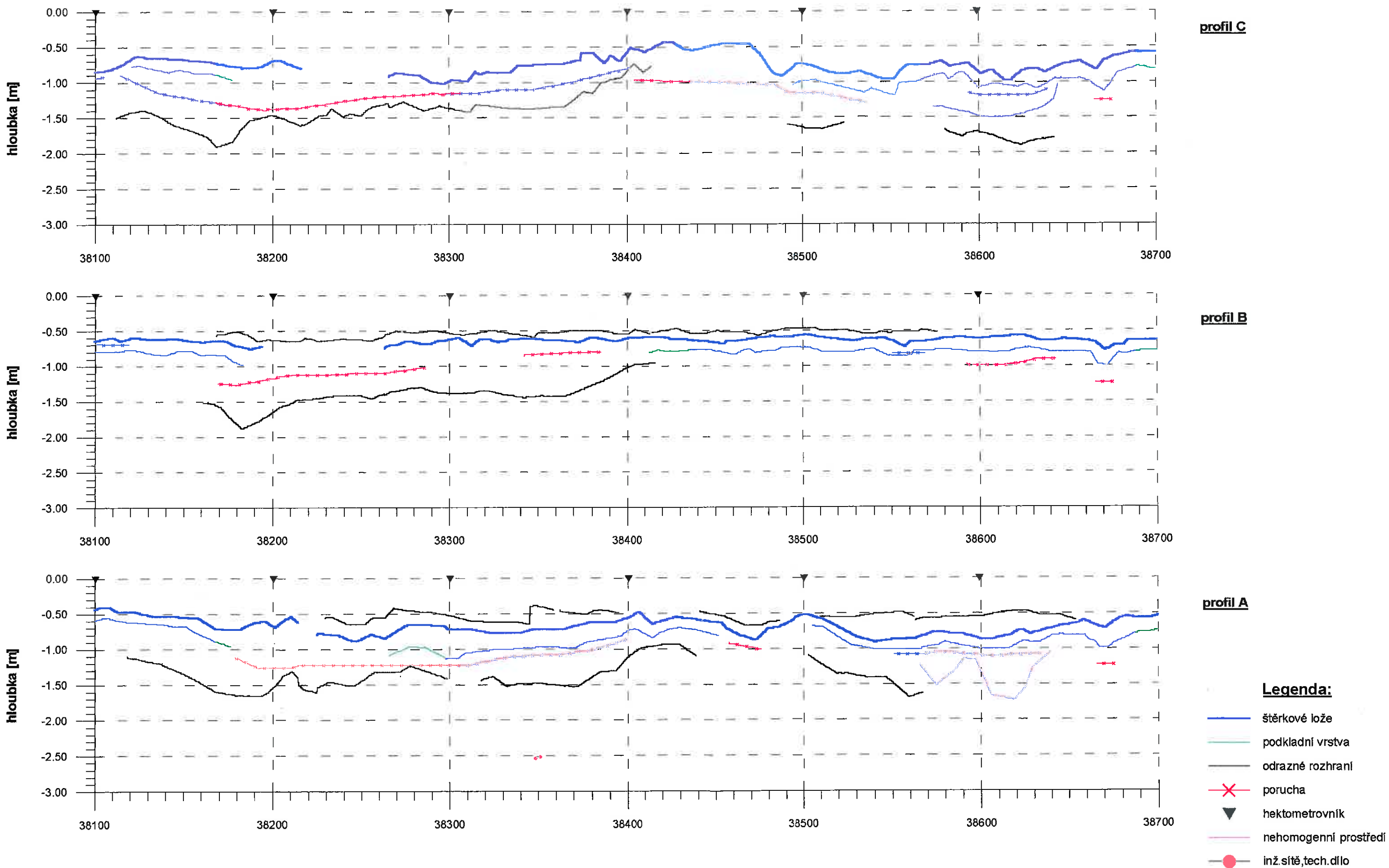
Obr.3b Bilina - Most interpretace radarového měření
kolej 1, kilometráž 40.900 - 41.500



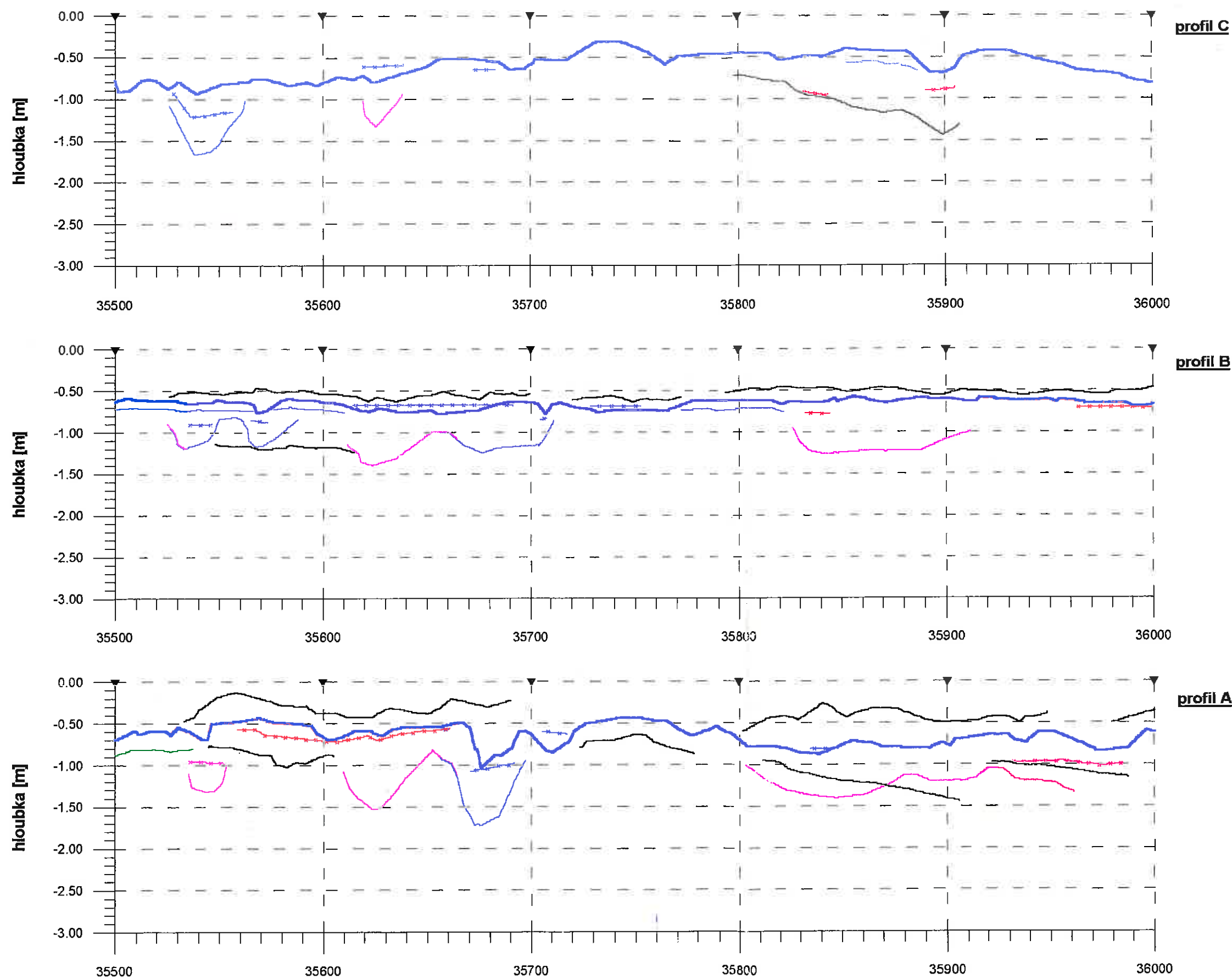
Obr.4 Bílina - Most, interpretace radarového měření
kolej 1, kilometráž 39.400 - 40.000



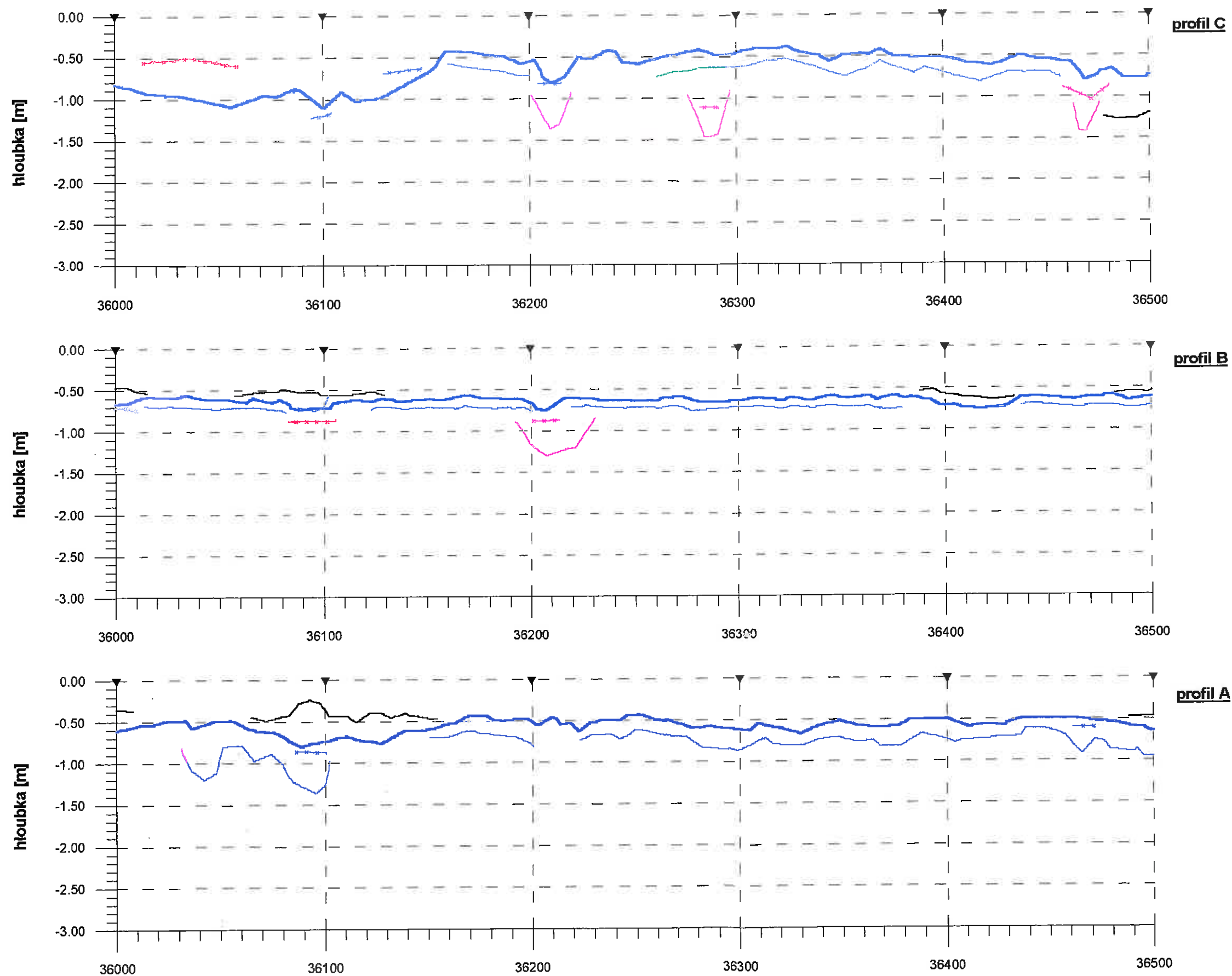
Obr.5a Bílina - Most, interpretace radarového měření
kolej 1, kilometráž 37.600 - 38.100



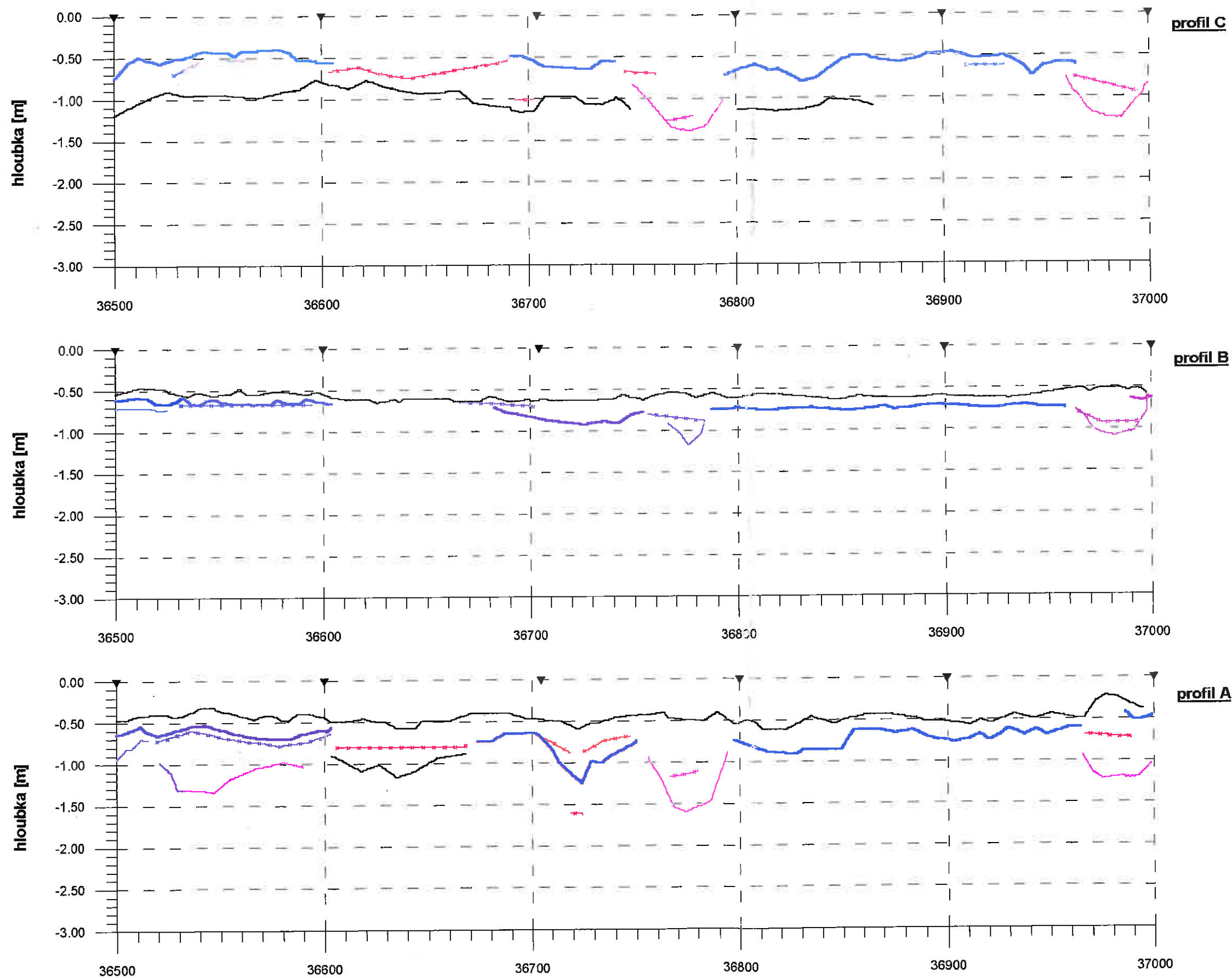
Obr.5b Bílina - Most, interpretace radarového měření
kolej 1, kilometráž 38.100 - 38.700



Obr.6a Bílina - Most, interpretace radarového měření
kolej 1, kilometráž 35.500 - 36.000



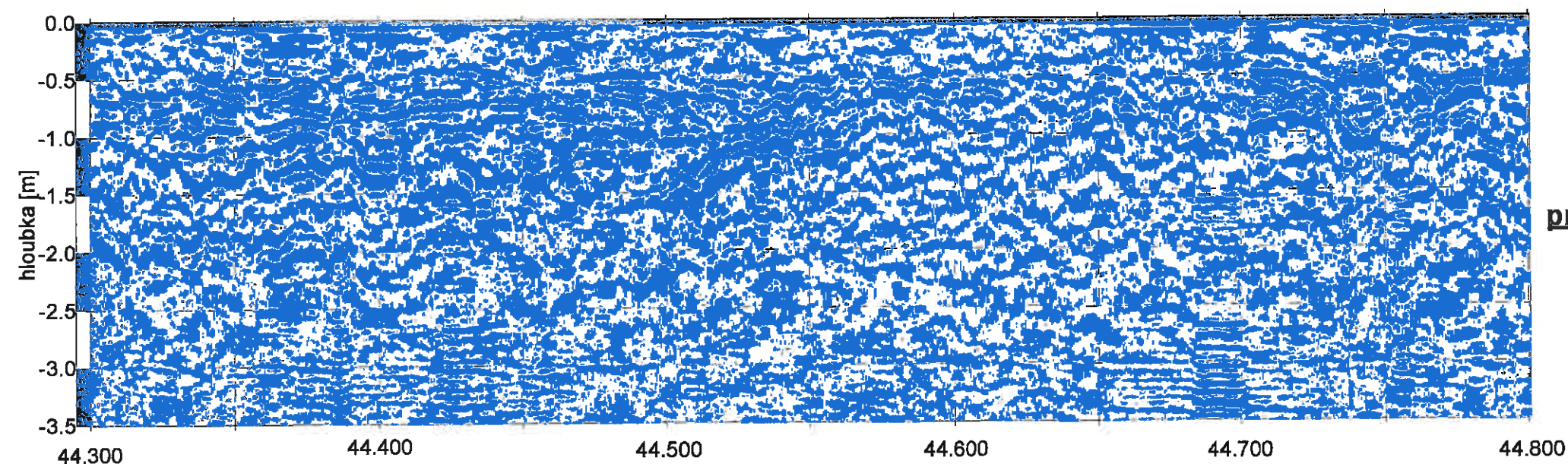
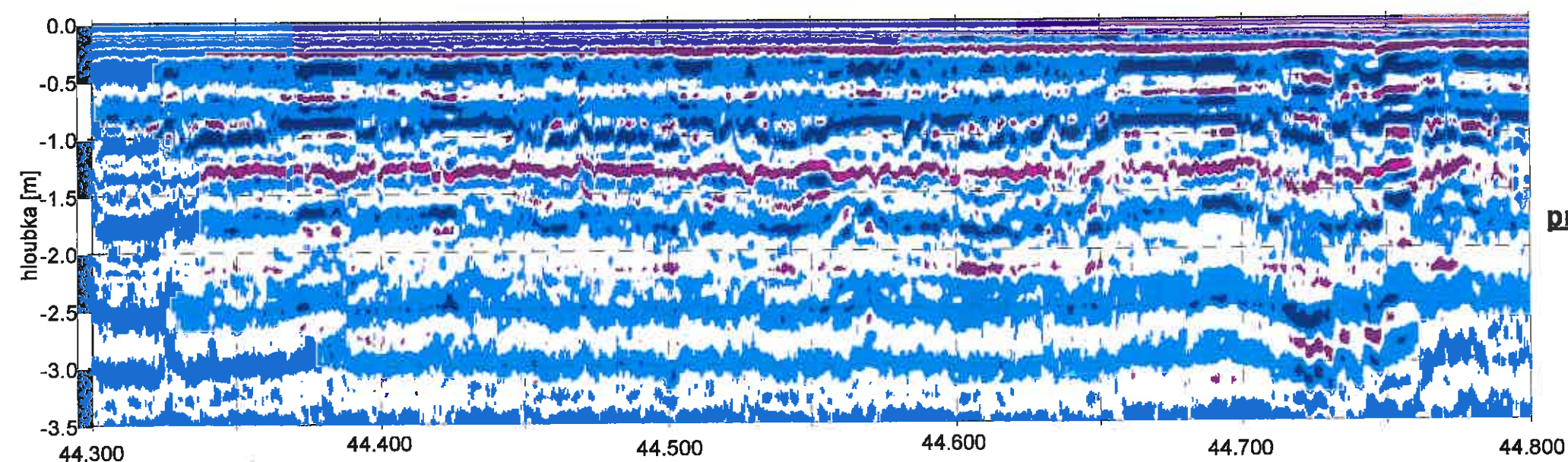
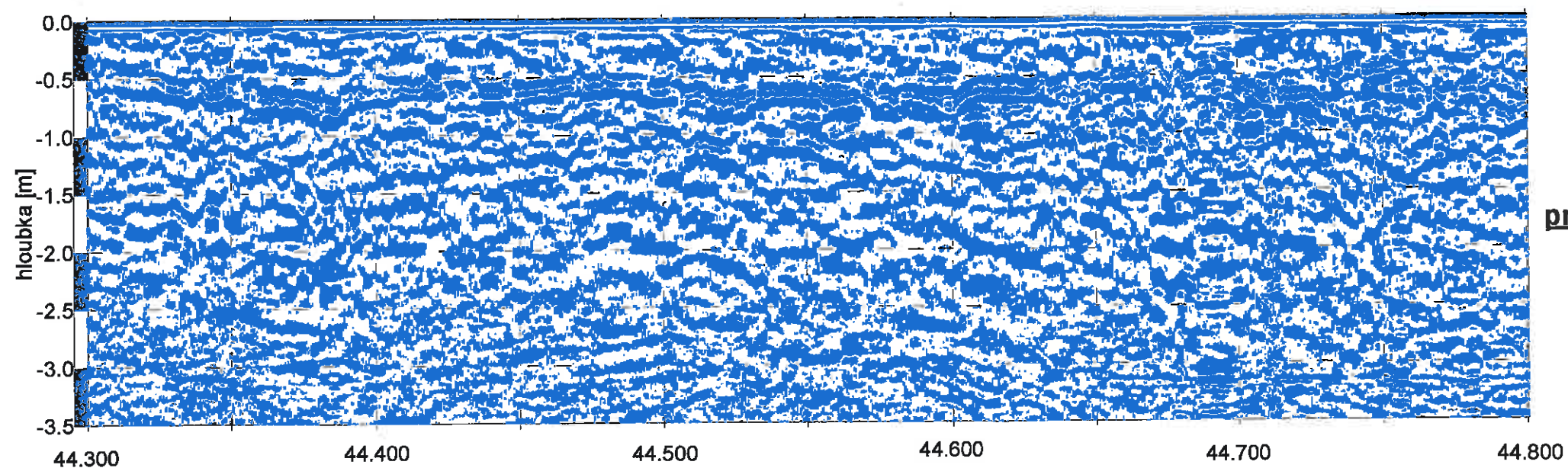
Obr.6b Bílina - Most, interpretace radarového měření
kolej 1, kilometráž 36.000 - 36.500



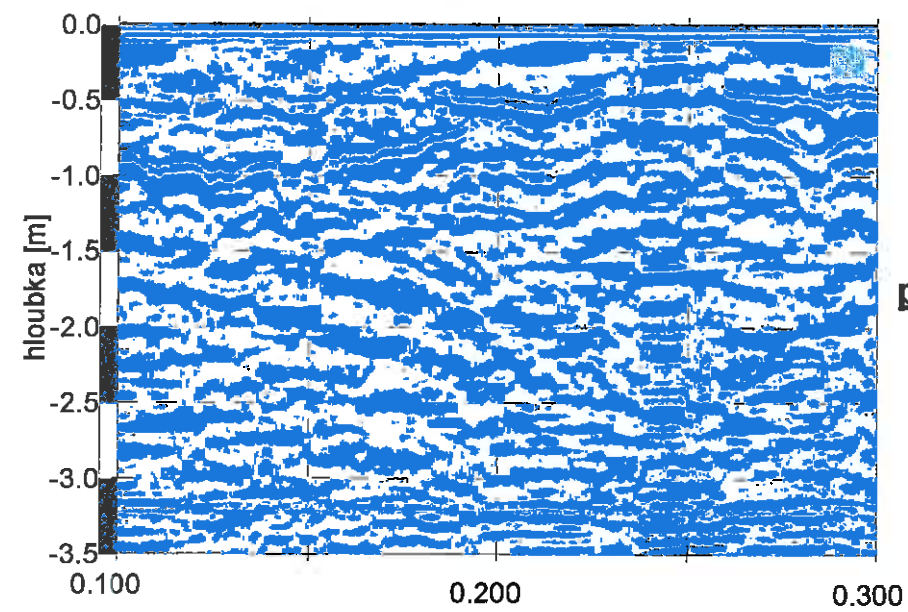
Obr.6c Bílina - Most, interpretace radarového měření
kolej 1, kilometráž 36.500 - 37.000

6. Ukázky radarogramů

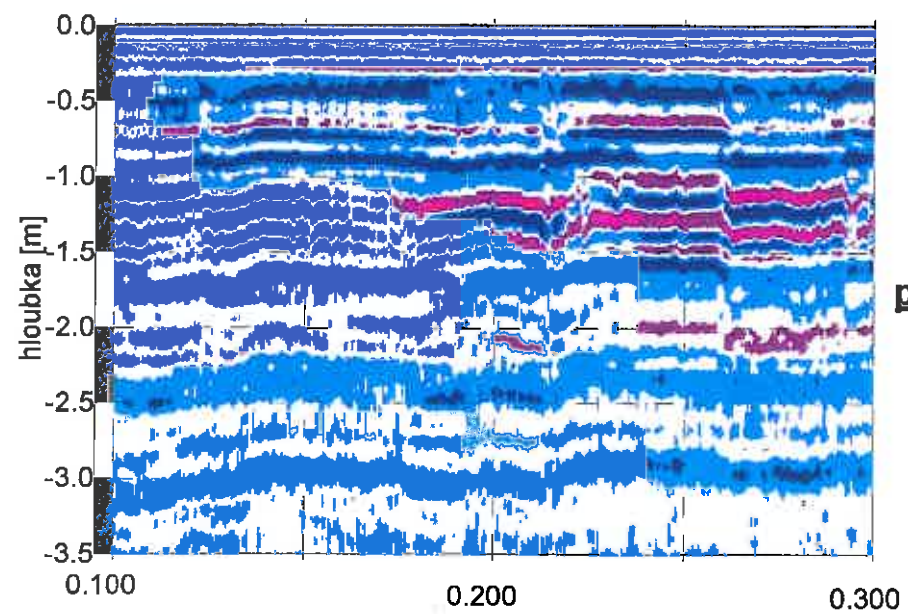
měřítko:	délek	1:2000
	hloubek	1:50



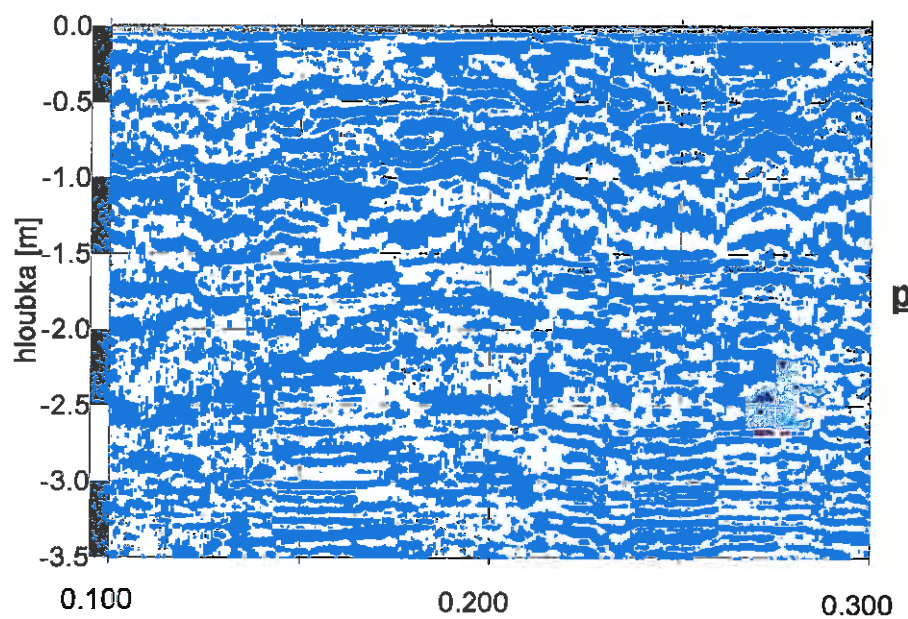
**Obr. 7 Bílina - Most, ukázka radarového záznamu
kolej 1M, kilometráž 44.300 - 44.800**



profil C

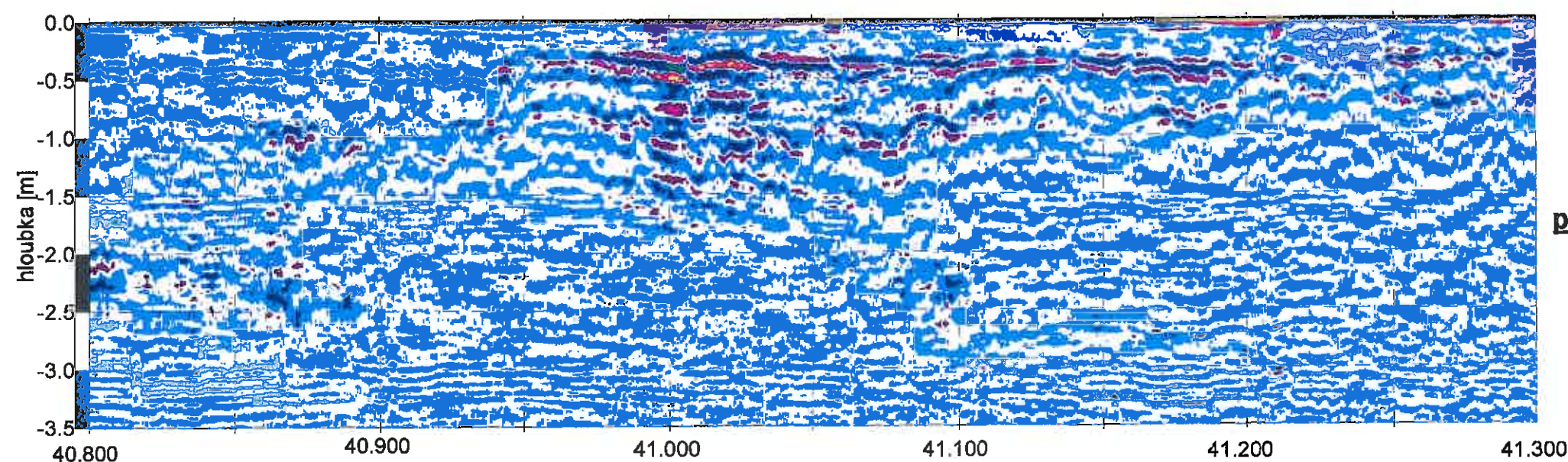
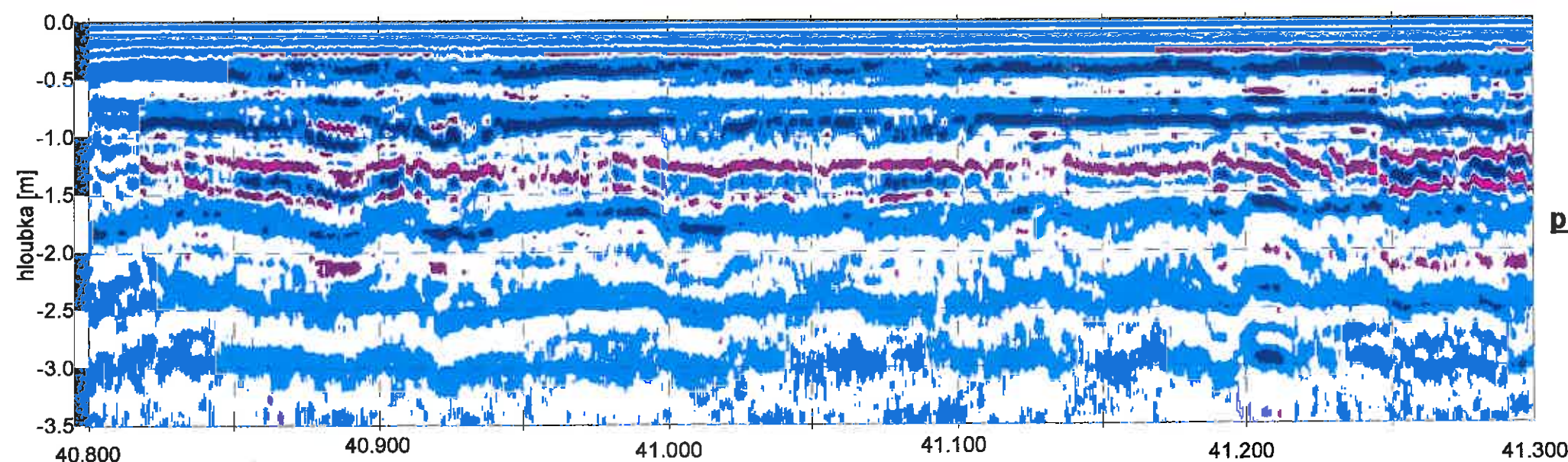
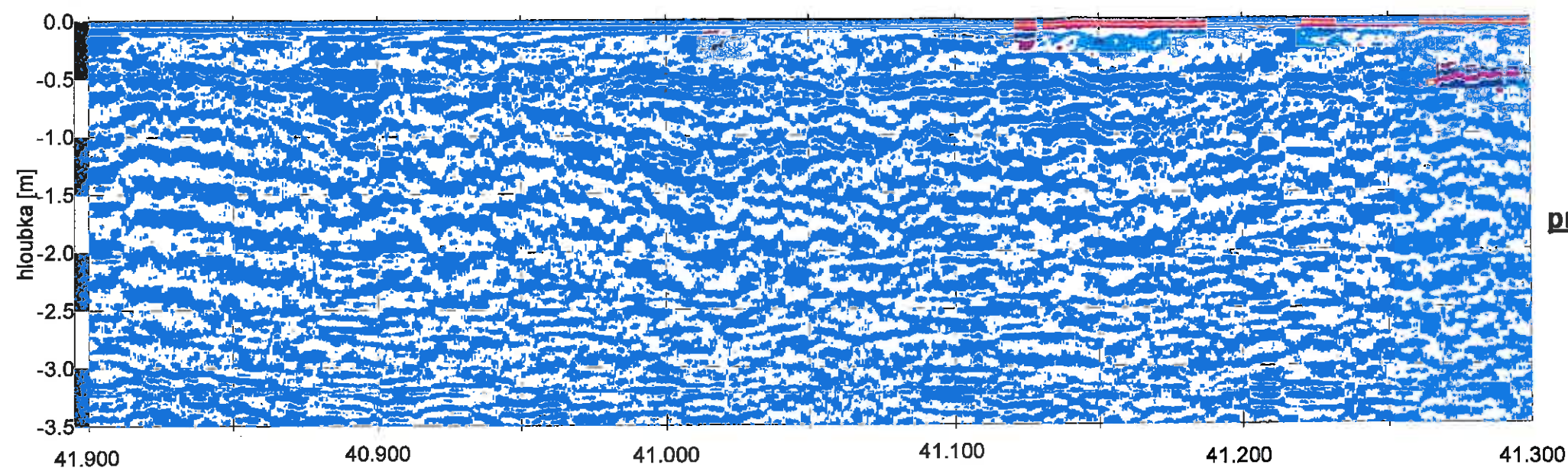


profil B

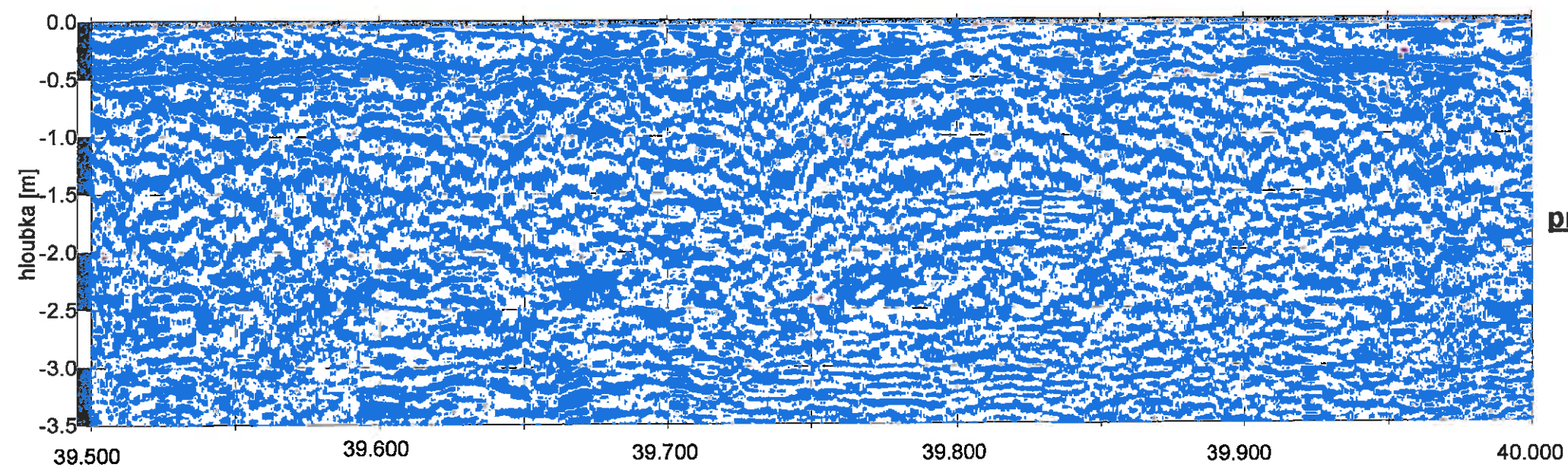
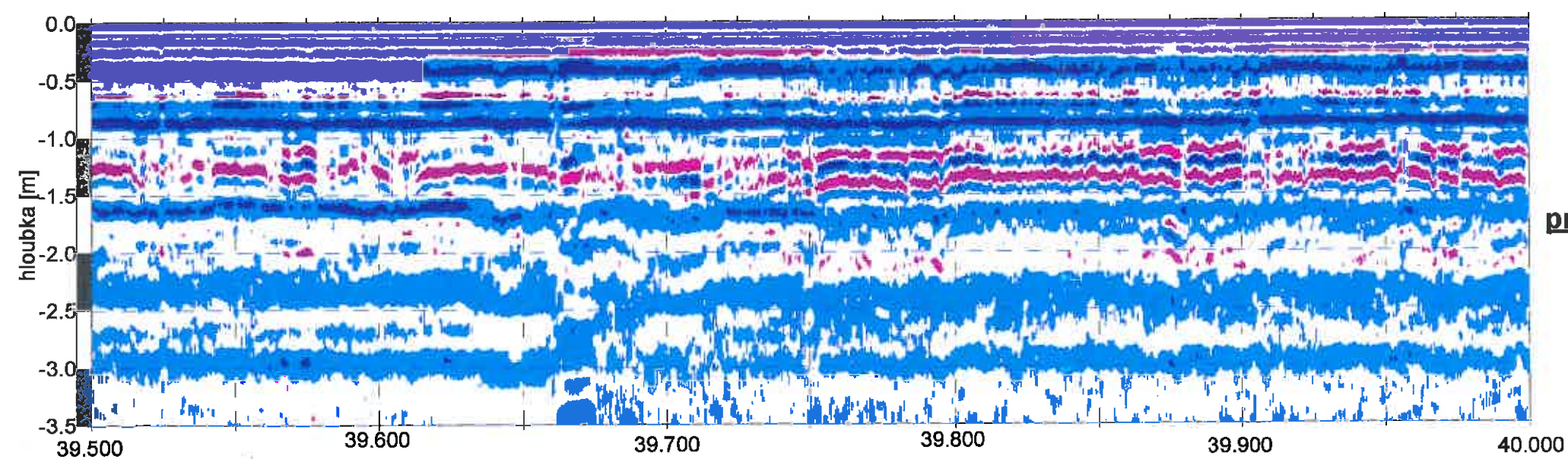
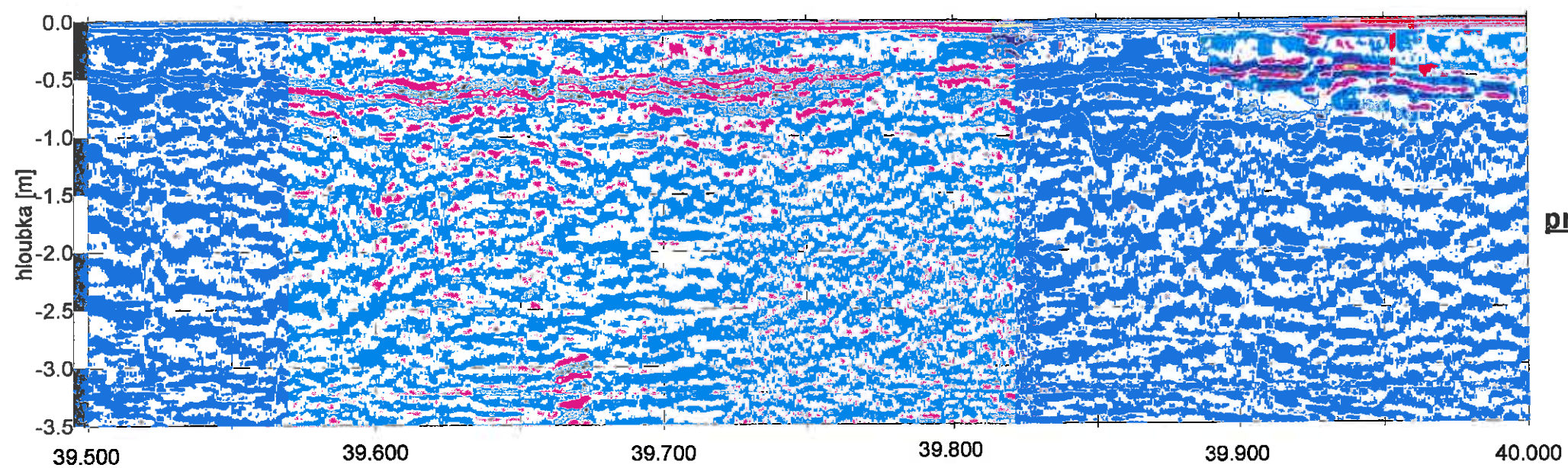


profil A

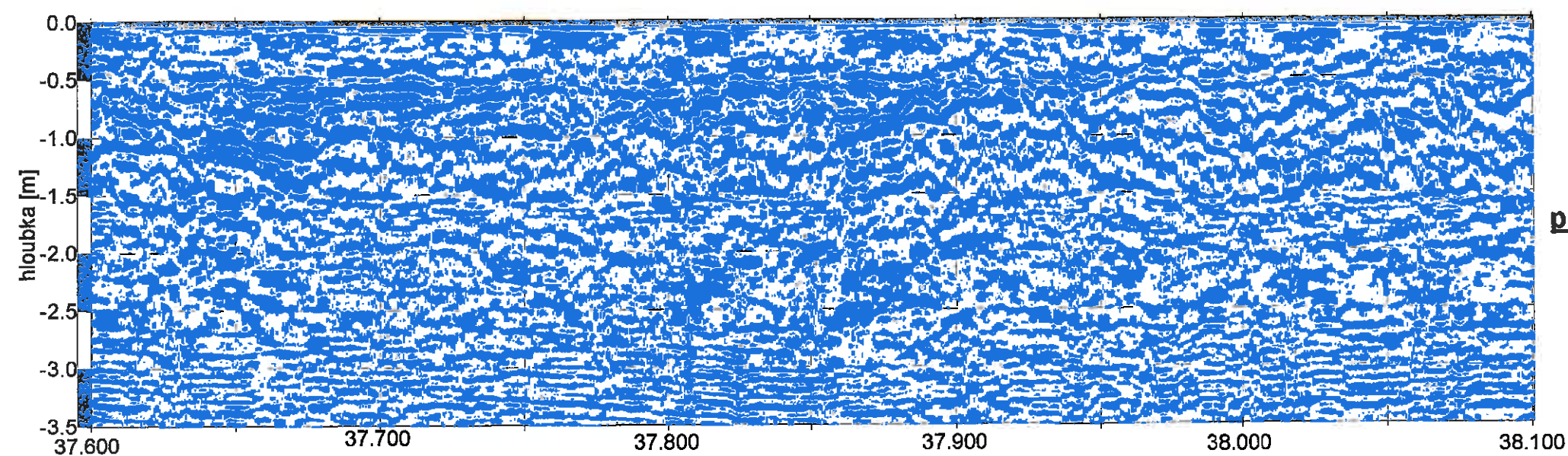
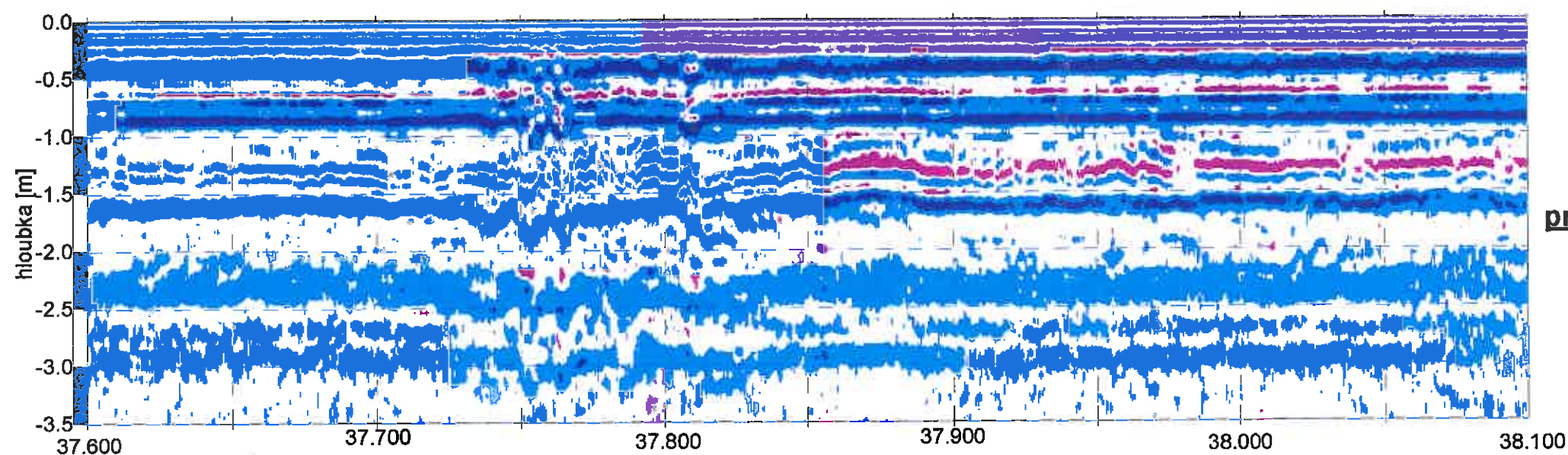
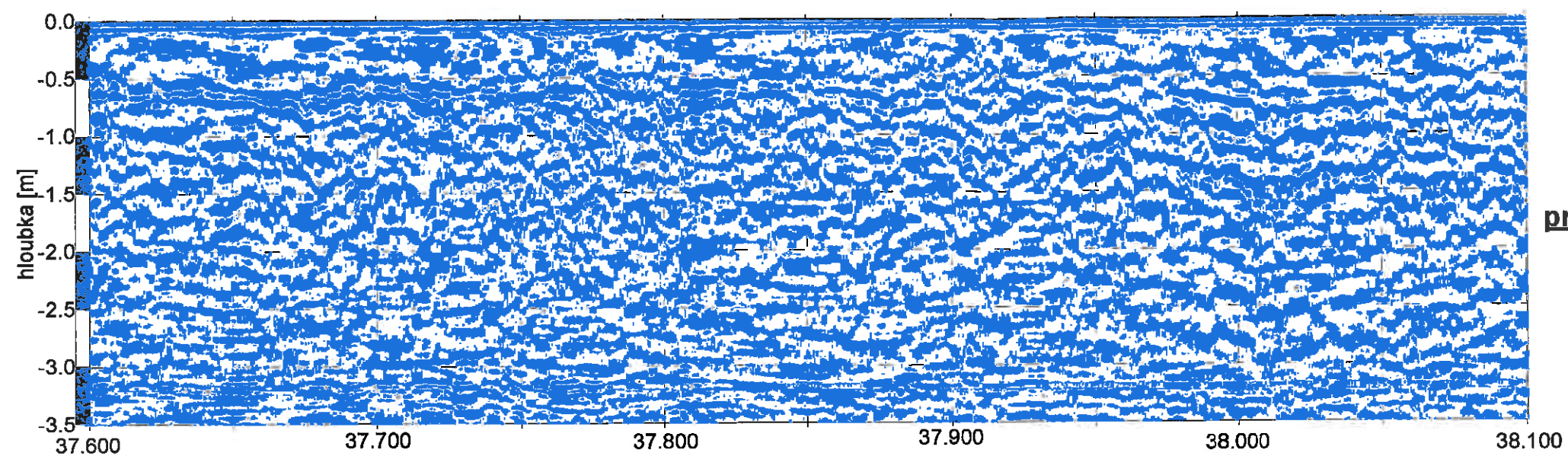
**Obr. 9 Bílina - Most, ukázka radarového záznamu
kolej 0, kilometráž 0.100 - 0.300**



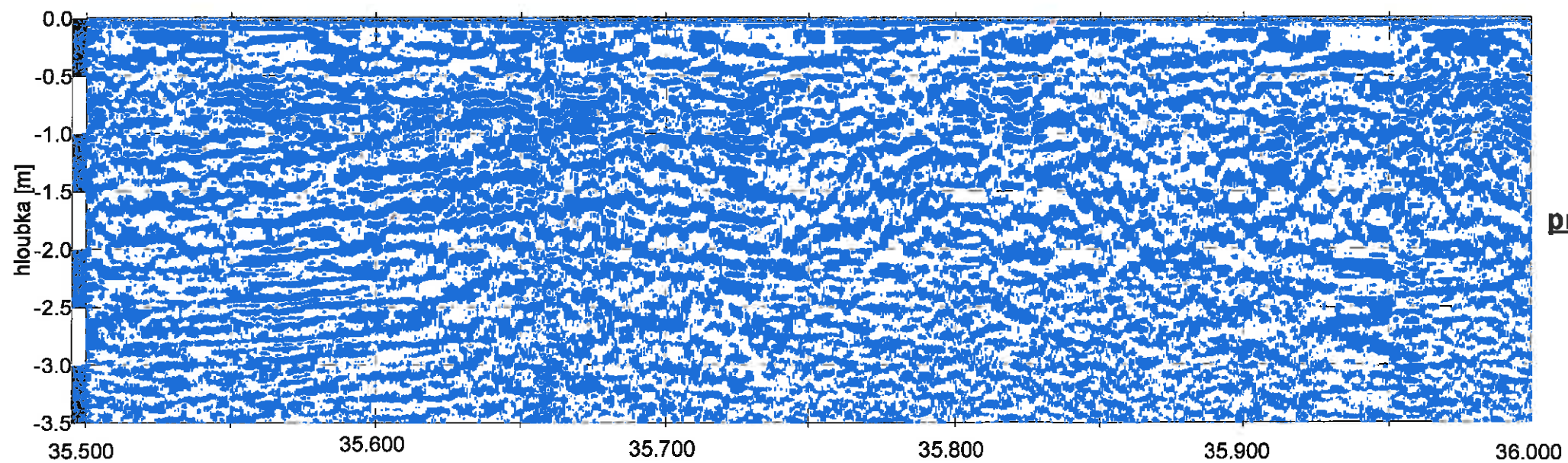
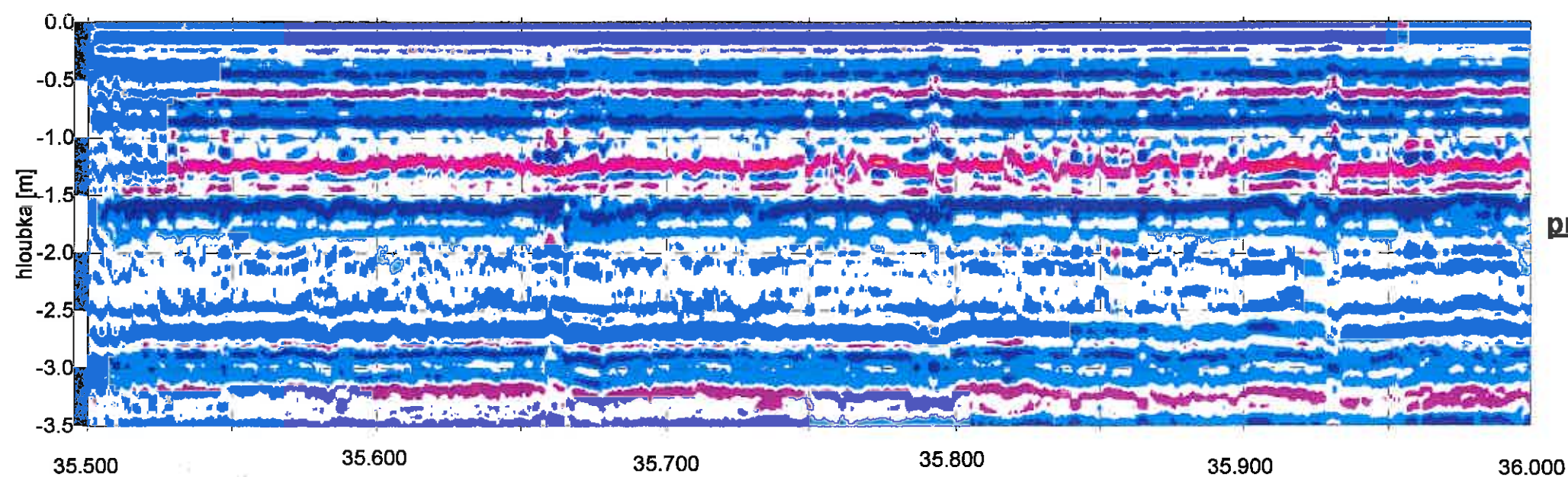
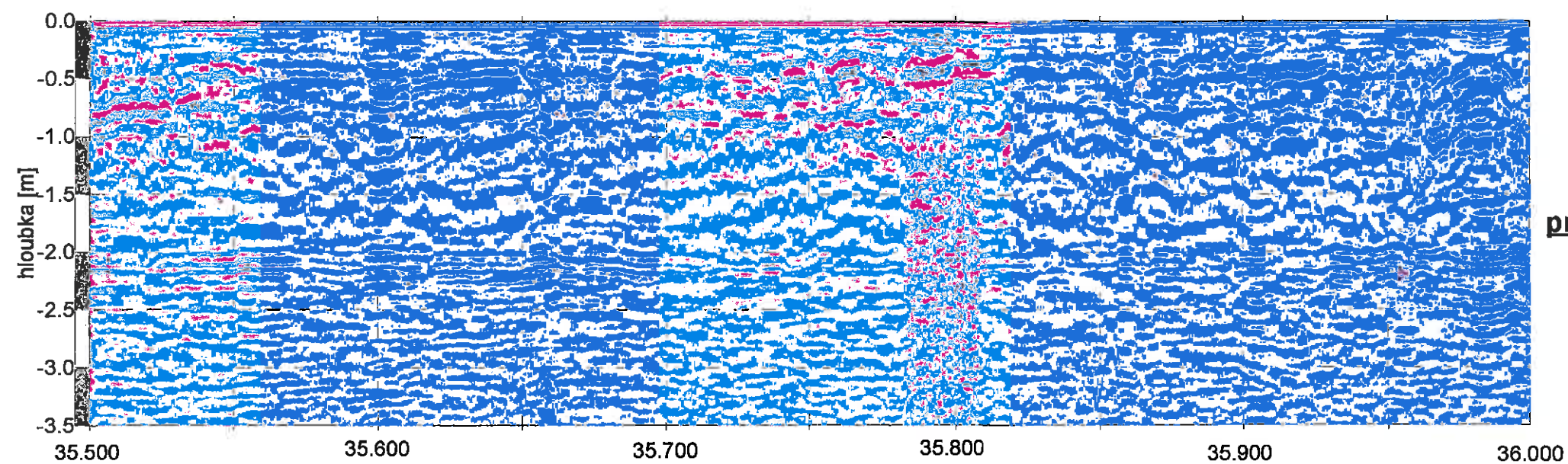
Obr. 9 Bílina - Most, ukázka radarového záznamu
kolej 1, kilometráž 40.800 - 41.300



**Obr. 10 Bílina - Most, ukázka radarového záznamu
kolej 1, kilometráž 39.500 - 40.000**



**Obr. 11 Bílina - Most, ukázka radarového záznamu
kolej 1, kilometráž 37.600 -38.100**



**Obr. 12 Bílina - Most, ukázka radarového záznamu
kolej 1, kilometráž 35.500 -36.000**