

# **Karlovy Vary-Dvory, geofyzikální průzkum sesuvného území Doprůzkum**

*Závěrečná zpráva*

**Praha 26. června 2023**



**Objednatel:** Geotechnika Ďurove s.r.o.  
Závodu míru 584/7, Stará Role, 360 17 Karlovy Vary  
IČO: 08390568

**Zhotovitel:** G IMPULS Praha spol. s r.o.  
J. Nerudy 232  
252 61 Jeneč  
IČO: 48948624



**Řešitel, jednatel společnosti**

**Mgr. Jaroslav Jirků, Ph. D. ....**

*Odborná způsobilost projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce (geofyzika). Vydalo MŽP pod. čj.2197/2013.  
Odborná způsobilost projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce (zkoumání geologické stavby). Vydalo MŽP pod  
pořadovým číslem 2443/2020.*

**Spoluřešitel**

**RNDr. Karel Špaček, Ph. D. ....**

*Společnost G IMPULS Praha má systém zabezpečování jakosti podle mezinárodní normy  
ISO 9001:2016.*

**Rozdělovník závěrečné zprávy:**

1. Geotechnika Ďurove s.r.o., Závodu míru 584/7, Stará Role, 360 17 Karlovy Vary (pdf)
2. G IMPULS Praha spol. s r.o., Přístavní 24, 170 00 Praha 7, technická kancelář - archiv

## Obsah

1. ÚVOD, ZADÁNÍ GEOFYZIKÁLNÍCH PRACÍ.....	4
2. METODOLOGIE PRACÍ .....	6
3. VÝSLEDKY .....	7
4. ZÁVĚRY.....	7

Tab. 1 GPS souřadnice geofyzikálních profilů .....	4
--	---

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: MAPA GEOFYZIKÁLNÍCH PROFILŮ

Příloha 2: GEORADAROVÉ ŘEZY 400 MHz

Příloha 3: GEORADAROVÉ ŘEZY 100 MHz

Příloha 4: VÝSLEDKY METODY ERT

Příloha 5: 3D ZOBRAZENÍ POTENCIÁLNĚ AKTIVNÍ ODLUČNÉ PLOCHY SESUVU DLE GPR

Příloha 6: MOCNOST POTENCIÁLNÍCH SESUVNÝCH HMOT

Příloha 7: DOMĚŘENÍ PROFILU P25 POMOCÍ METODY ERT

## 1. ÚVOD, ZADÁNÍ GEOFYZIKÁLNÍCH PRACÍ

Na základě objednávky prací byl v prostoru obvodu železniční stanice Karlovy Vary (úsek pod staniční kolejí č. 101 traťového úseku Karlovy Vary hl.n. – Karlovy Vary-Dvory přibližně v km 185,887 – 185,937) proveden geofyzikální doprůzkum aktivního sesuvného území v prostoru železniční tratě a jižní a severně od ní. Aktivní svahový pohyb byl v minulosti sanován větším množstvím přísypového materiálu. Tato opatření se ale ukázala jako nedostatečná, resp. nezabránila v další tvorbě a rozvoji svahového pohybu. Cílem geofyzikálního měření bylo stanovení plošného a hloubkového rozsahu této smykové plochy v širším okolí zájmového území, které bylo geofyzikálně proměřeno již v rámci první měřičské kampaně v roce 2022 (Příloha 1).

V rámci doměření byly původní georadarové profily rozšířeny do stran a pomocí metody ERT byly proměřeny profily P25 a 22.

Pro zhodnocení dosavadního stavu poznání lokality měl zhotovitel k dispozici:

- Popis Havárie zhotoveného rozšíření náspu pod staniční kolejí č. 101 traťového úseku Karlovy Vary hl.n. – Karlovy Vary – Dvory v km 185,887 – 185,937, Ing. Jan Ďurove, září 2022.
- Závěrečnou zprávu Sanace sesuvu železničního tělesa metodou AEROCER u mostu v km 185,812, ČSD-Správa Plzeňské dráhy, 1962.

První zpráva zhodnocuje současný stav na lokalitě, uvádí orientační rozsah sesuvných hmot a navrhuje harmonogram a základní ocenění doporučených průzkumných a sanačních prací. Druhý text potvrzuje komplikovanost celé oblasti z hlediska přítomnosti svahových pohybů a zároveň dokazuje přítomnost sesuvu ve zkoumané lokalitě již z roku 1962.

V rámci probíhajícího IGP byly průzkumnými vrtly a inklinometrickým měřením zjištěny ve vrtu IN 4-6 smykové plochy v hloubce 13,0 m pod terénem, a dále smykové plochy ve 4,0 m pod terénem, směr pohybu jih až jihozápad a v cca 8,0 m, kde dochází k boulení vrtu inklino-pažnice severním až severozápadním směrem, což je přičítáno svahovým pohybům horních 4 metrů.

**Tab. 1** GPS souřadnice geofyzikálních profilů

profil	bod/staničení	absolutní metráž	-Y-JTSK [m]	-X-JTSK [m]
	185,9	185,900	-850 710,23	-1 010 499,80
P0	0	185,870	-850 682,72	-1 010 516,75
	20	185,890	-850 702,27	-1 010 513,22
	55	185,925	-850 736,34	-1 010 506,09
P1	0	185,840	-850 651,46	-1 010 509,22
	20	185,860	-850 671,14	-1 010 509,79
	40	185,880	-850 691,28	-1 010 508,09
	60	185,900	-850 711,11	-1 010 505,48
	85	185,925	-850 735,73	-1 010 501,18
	110	185,950	-850 760,03	-1 010 495,46
	120	185,960	-850 769,83	-1 010 493,60



P2	0	185,850	-850 660,78	-1 010 505,40
	15	185,865	-850 675,76	-1 010 504,59
	30	185,880	-850 690,63	-1 010 503,48
	50	185,900	-850 710,48	-1 010 501,11
	70	185,920	-850 730,01	-1 010 497,21
	90	185,940	-850 749,59	-1 010 493,11
	110	185,960	-850 769,20	-1 010 488,97
P3	0	185,840	-850 648,95	-1 010 497,63
	10	185,850	-850 658,93	-1 010 496,75
	25	185,865	-850 673,81	-1 010 495,28
	40	185,880	-850 688,66	-1 010 493,33
	60	185,900	-850 708,41	-1 010 490,26
	80	185,920	-850 728,04	-1 010 486,64
	100	185,940	-850 747,54	-1 010 482,12
	120	185,960	-850 766,67	-1 010 476,51
P4	0		-850 699,91	-1 010 526,58
	20		-850 697,28	-1 010 507,52
	40		-850 694,92	-1 010 488,28
	65		-850 691,97	-1 010 463,63
P5	0		-850 713,77	-1 010 524,08
	20		-850 710,40	-1 010 505,27
	40		-850 707,60	-1 010 486,35
	55		-850 707,09	-1 010 471,84
P6	0		-850 733,57	-1 010 520,10
	20		-850 730,01	-1 010 501,44
	40		-850 726,17	-1 010 482,23
	50		-850 723,88	-1 010 472,46
	60		-850 722,23	-1 010 462,68
K11	10		-850 659,7	-1 010 518
	35		-850 658,2	-1 010 495
K12	10		-850 670,5	-1 010 518
	40		-850 668,7	-1 010 491
K13	10		-850 684,1	-1 010 518
	35		-850 681,3	-1 010 495
	60		-850 678,8	-1 010 470
	80		-850 677,1	-1 010 451
K17	15		-850 741,5	-1 010 505
	42		-850 736,4	-1 010 478
	70		-850 731	-1 010 452
K18	15		-850 755	-1 010 502
	35		-850 750,7	-1 010 482
	50		-850 747,9	-1 010 467
	70		-850 744,2	-1 010 448

P21	0	185,883	-850 699,3	-1 010 538
	20	185,903	-850 719	-1 010 536
	35	185,918	-850 734,6	-1 010 533
P22	0	185,885	-850 699,9	-1 010 527
	30	185,915	-850 729,1	-1 010 520
	40	185,925	-850 738,9	-1 010 518
P25	0	185,863	-850 670,6	-1 010 478
	49	185,912	-850 717,9	-1 010 471
	80	185,943	-850 748,3	-1 010 467
	100	185,963	-850 767,9	-1 010 464

Inženýrsko-geologická situace na lokalitě je značně komplikovaná a pro vznik svahových pohybů představuje příznivé podmínky. Kvartérní písčité a písčito-jílovité sedimenty jsou ve vrstevném sledu doprovázené škvárovými polohami, které nasedají na granitové podloží, které ovšem může ve svrchních partiích být silně jílovitě zvětralé. Střídání jílových vrstev může v kombinaci s nasycením podzemní vodou vytvářet dílčí kluzné plochy pro potenciální sesuvy.

## 2. METODOLOGIE PRACÍ

V rámci doměřovacích prací byla změřena metoda GPR na všech vytyčených geofyzikálních profilech, jejichž metráže byly provázány s původními metrážemi z prvního měření. Tato metoda vychází z principu ostatních radarů, kdy je do podloží pomocí vysílacích antén zaváděn spojitý elektromagnetický signál o různé frekvenci. Obecně platí, že se vzrůstající frekvenci se zvyšuje rozlišení měření, ale klesá hloubkový dosah a naopak. Dále má na hloubkový dosah metody zásadní vliv elektrická vodivost prostředí a rušení nadzemními vodiči. V běžném prostředí Českého masivu nepřesahuje maximální hloubkový dosah této metody 8 – 10 metrů. Výsledkem zpracování naměřených dat jsou tzv. radarogramy, tedy hloubkové řezy rozložení odrazných ploch. Tyto plochy jsou nejčastěji tvořeny vrstvami v prostředí, porušenými zónami nebo např. dutinami. K měření byl použit přístroj SIR-20 společnosti GSSI a měřicí antény o frekvenci 100 a 400 MHz. Morfologie terénu a pozice profilů byly zaměřeny pomocí přístroje Trimble s využitím přesné nivelace.

V rámci doměření byly rovněž změřeny dva profily odporové tomografie ERT. Metoda ERT využívá roztažení mnoha měřících elektrod po profilu, které jsou spojeny v jeden celek tzv. multikabely a následně je řídicí elektronikou proměřováno vysoké množství (stovky) kombinací elektrod, které dávají údaj o rozložení elektrického měrného odporu na jednotlivých měřených bodech. Výsledkem měření je hloubkový řez rozložení měrných odporů. Měrný odpor závisí nejčastěji na typu horniny, stupni zvětrání (typicky snižuje odpor) nebo nasycení vodou (snižující odpor). Měření proběhlo pomocí aparatury ARES II. (GF Instruments) s elektrodami umístěnými s krokem 2 metry a měřícím protokolem Wenner-Schlumberger. Hloubkový dosah této metody je přímo úměrný délce profilu (přibližně 1/5) a klesá od středu směrem k okraji profilu. Naměřená data byla zpracována do podoby inverzních modelů měrného odporu pomocí programu Res2Dinv.

### **3. VÝSLEDKY**

Výsledky samotného měření metody GPR jsou zobrazeny na Přílohách 2 a 3 pro obě použité měřicí frekvence. Naměřená data byla zpracována pomocí programu Radan do podoby hloubkových řezů s opravou na morfologii terénu. Hloubková škála není primárně v metrech, ale je empiricky přepočítána na základě průměrné rychlosti šíření vlnění v prostředí. Radarové řezy jsou doplněny o zvýraznění základních odrazných ploch v podloží. Metrážový systém profilů zv. směru byl provázán s hektometrickým drážním systémem, kdy metráže stoupají směrem k západu, tedy směrem ke stanci Cheb. Příčné sj. začínají s nižšími metrážemi na jejich jižním počátku.

Na příloze 4 jsou zobrazeny výsledky metody ERT v podobě hloubkových řezů zdánlivého měrného odporu. Interpretovaný průběh potenciální odlučné plochy byl na Příloze 5 zobrazen pomocí 3D zobrazení v programu Surfer. Tato plocha reprezentuje zjištěný průběh odlučné plochy dle GPR v 3D prostoru s respektováním metrážového systému obou směrů profilů (viz odstavec výše) a nadmořské výšky jakožto souřadnice z.

Na základě zjištěných rozhraní bylo v prostoru předpokládaného aktivního sesuvu provedeno zobrazení mocností potenciálních sesuvných hmot (Příloha 6).

### **4. ZÁVĚRY**

Výsledky doměření pomocí metody GPR ukazují, že v protažení původních geofyzikálních profilů se stále nacházejí dílčí odrazné plochy mající charakter potenciálních smykových ploch. Jejich hloubka se stále pohybuje přibližně v rozmezí mezi 4 – 6 metry. Jejich četnost se ovšem směrem do okrajů měřené plochy snižuje, jejich potenciální aktivita tedy již není tak vysoká a prostředí nemusí být tak silně prosyceno podzemní vodou.

Probíhající IGP ukázal hluboce uložené smykové plochy v hloubkách až kolem 13 metrů. Tyto polohy jsou mimo reálný hloubkový dosah georadarové metody. Další zjištěné dílčí smykové plochy v hloubkách 4 a 8 metrů už ovšem zachycené geofyzikálním průzkumem byly.

Metoda ERT zachytila na profilu P25 výrazný projev tektonické poruchy ve formě vertikální zóny sníženého odporu. Tato zóna pravděpodobně způsobuje zastižený horninový pokles mezi pískovci a granity zjištěný pomocí vrtných prací.

S ohledem na zastižení této porušené zóny pouze na jednom profilu nelze usuzovat na směr jejího prostupu územím. K zodpovězení této otázky doporučujeme doměřit dva profily každý přibližně 100 metrů dlouhý severně a jižně nad stávajícím profilem 25.

#### **Doměření 28. 6. 2023**

Na základě požadavku zákazníka byly dne 28. 6. 2023 doměřeny dva geofyzikální profily metodou ERT ve smyslu návrhu na konci kapitoly 4. Aktualizované mapové zobrazení je na Příloze 1 a 6, korelace výsledků těchto měření je uvedena na samostatné Příloze 7.

Souřadnice těchto nových profilů jsou:

P25_pod_185_863	-850672	-1010489
P25_pod_185_913	-850721	-1010481
P25_pod_185_957	-850763	-1010470
P25_nad_185_863	-850669	-1010467
P25_nad_185_913	-850718	-1010460
P25_nad_185_949	-850752	-1010452

Dle výsledků nových profilů ERT a jejich korelace s původním profilem P25 byla určena poloha tektonické linie ve smyslu Přílohy 7, GPS souřadnice této zóny jsou:

-850707, -1010462

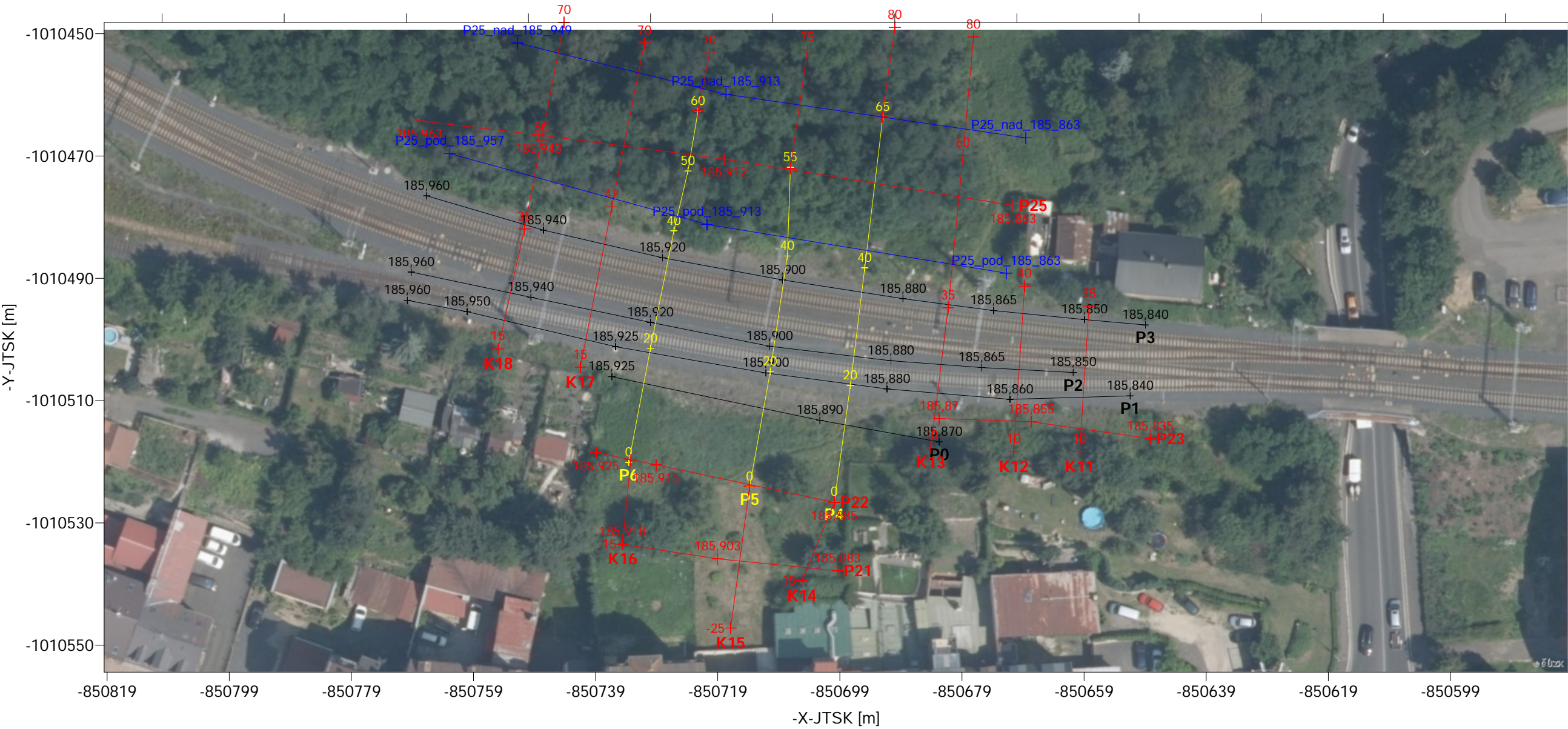
-850711, -1010472

-850713, -1010482

-850715, -1010495


-850717, -1010504



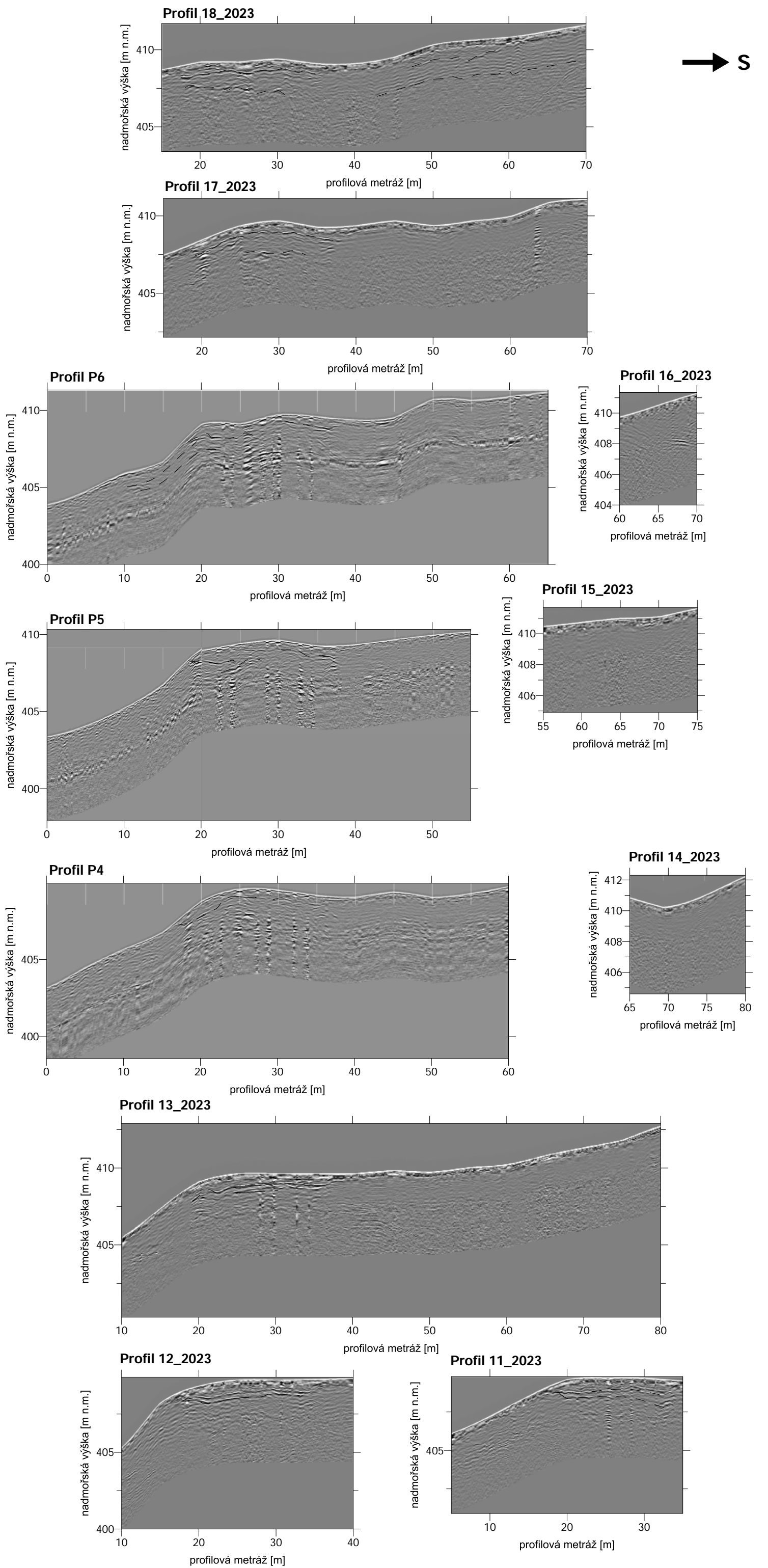
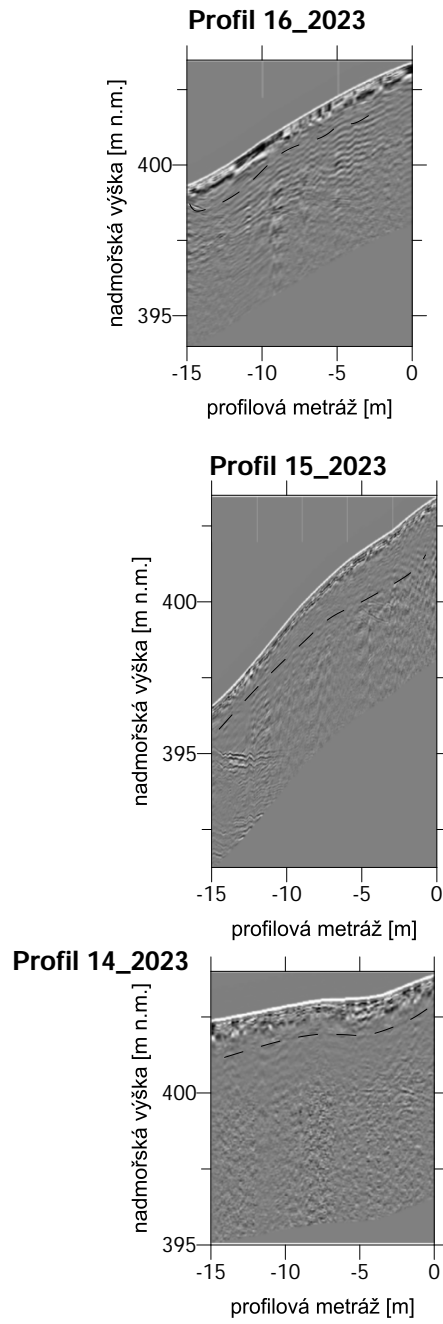
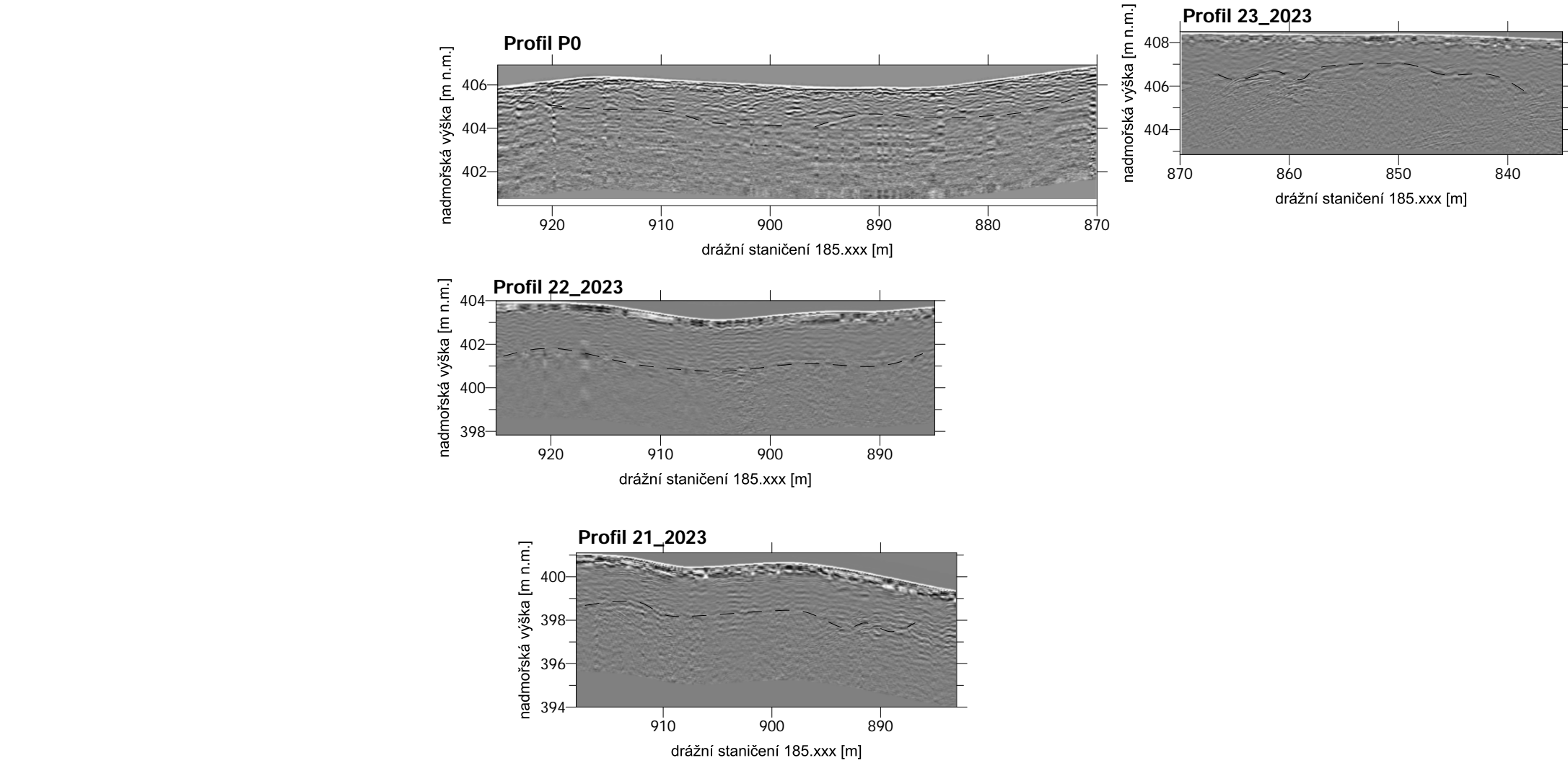
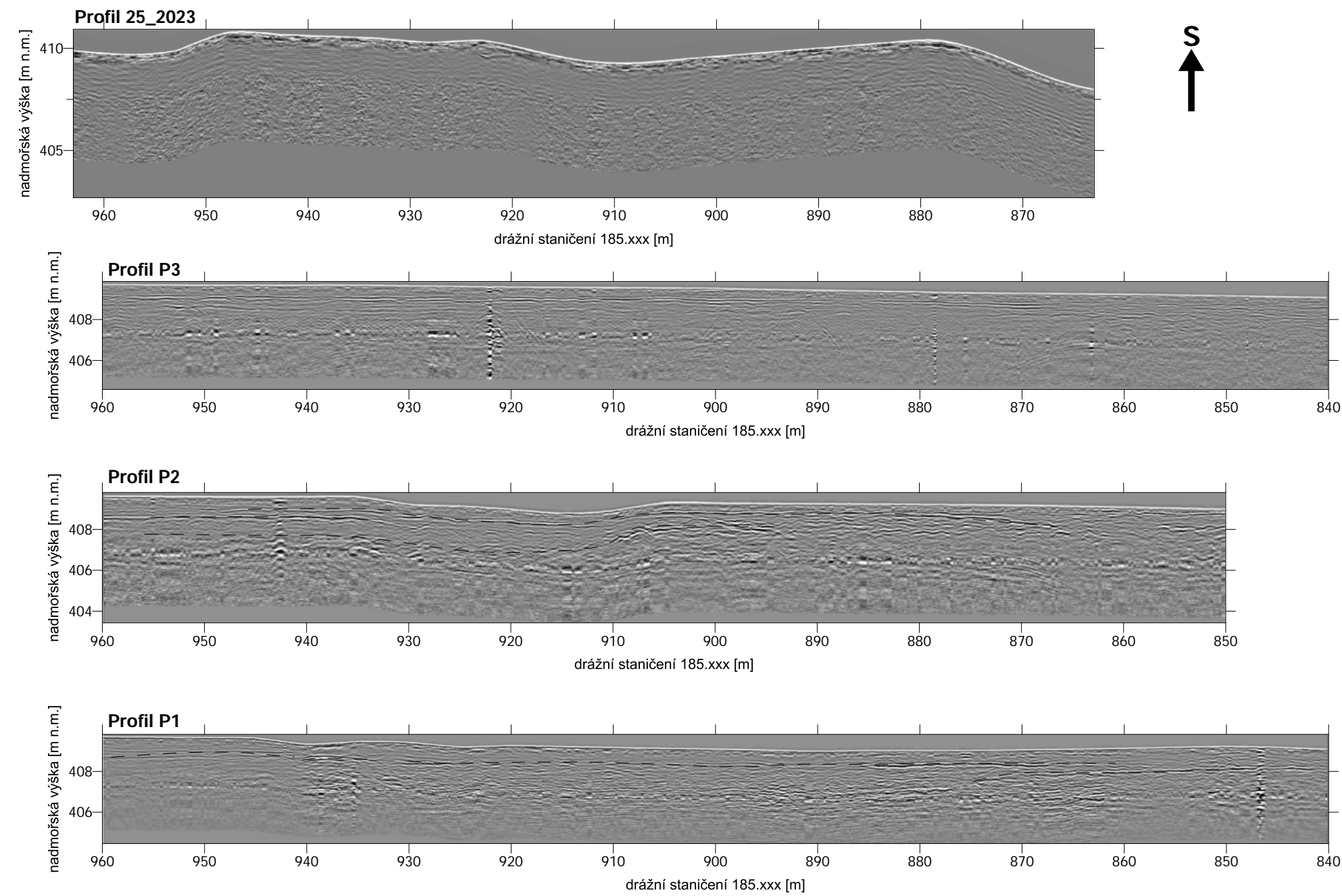


geofyzikální profily 2022

geofyzikální profily 2023

Název projektu: <b>KARLOVY VARY-DVORY, GEOFYZIKÁLNÍ PRŮZKUM SESUVNÉHO ÚZEMÍ</b>			
Příloha č.:  <b>1</b>	Název přílohy: <b>MAPA GEOFYZIKÁLNÍCH PROFILŮ</b>	Datum: 26. 6. 2023	
	Vypracoval: Mgr. Jaroslav Jirků, Ph.D.	Měřítko: 1:750	

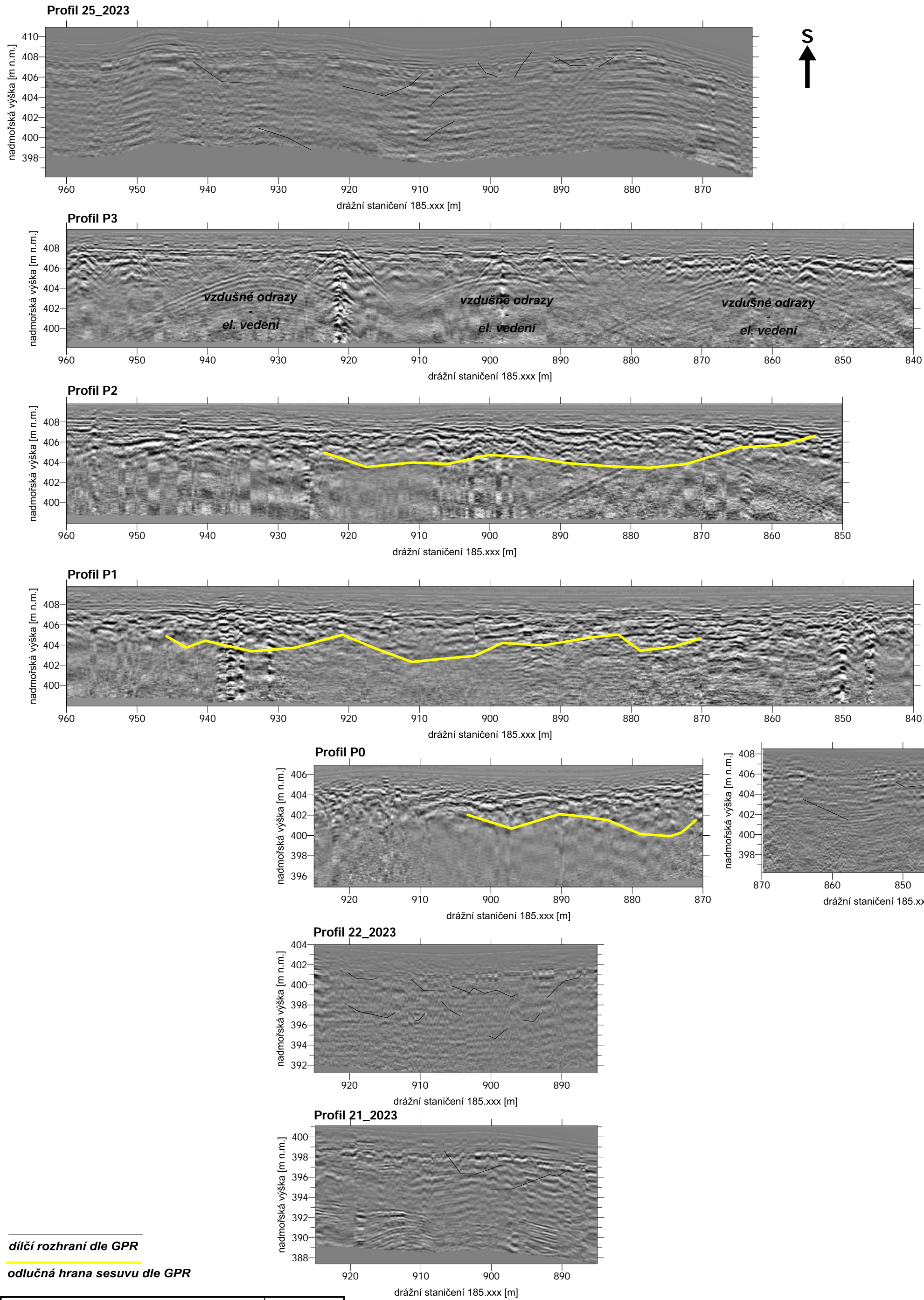




dílčí rozhraní uvnitř sesuvu/konstrukční vrstva

Název projektu: <b>KARLOVY VARY-DVORY, GEOFYZIKÁLNÍ PRŮZKUM SESUVNÉHO ÚZEMÍ</b>		
Příloha č.:	Název přílohy: <b>GEORADAROVÉ ŘEZY 400 MHz</b>	Datum: 26. 6. 2023
2	Vypracoval: Mgr. Jaroslav Jirků, Ph.D.	Měřítko: 1:500/250

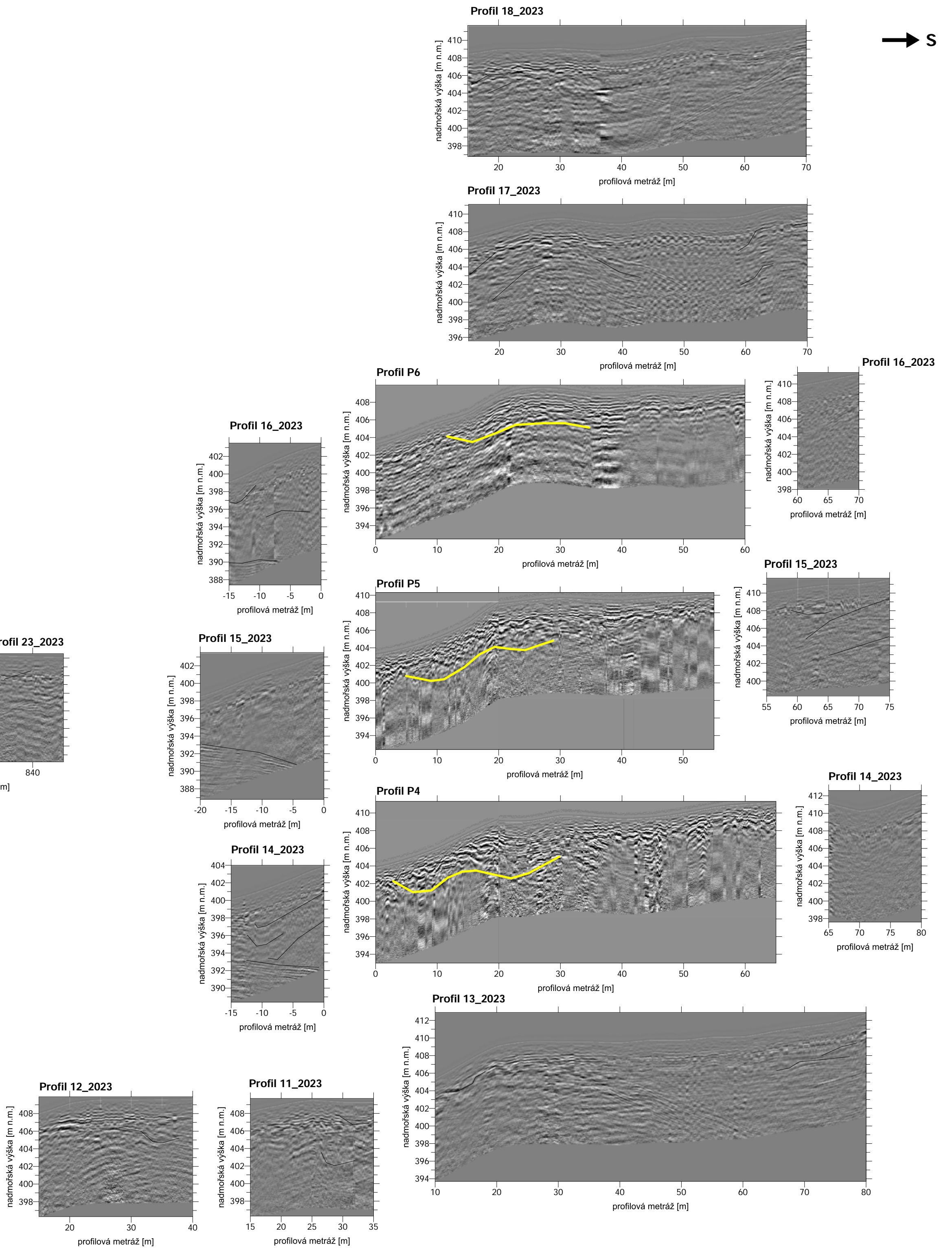




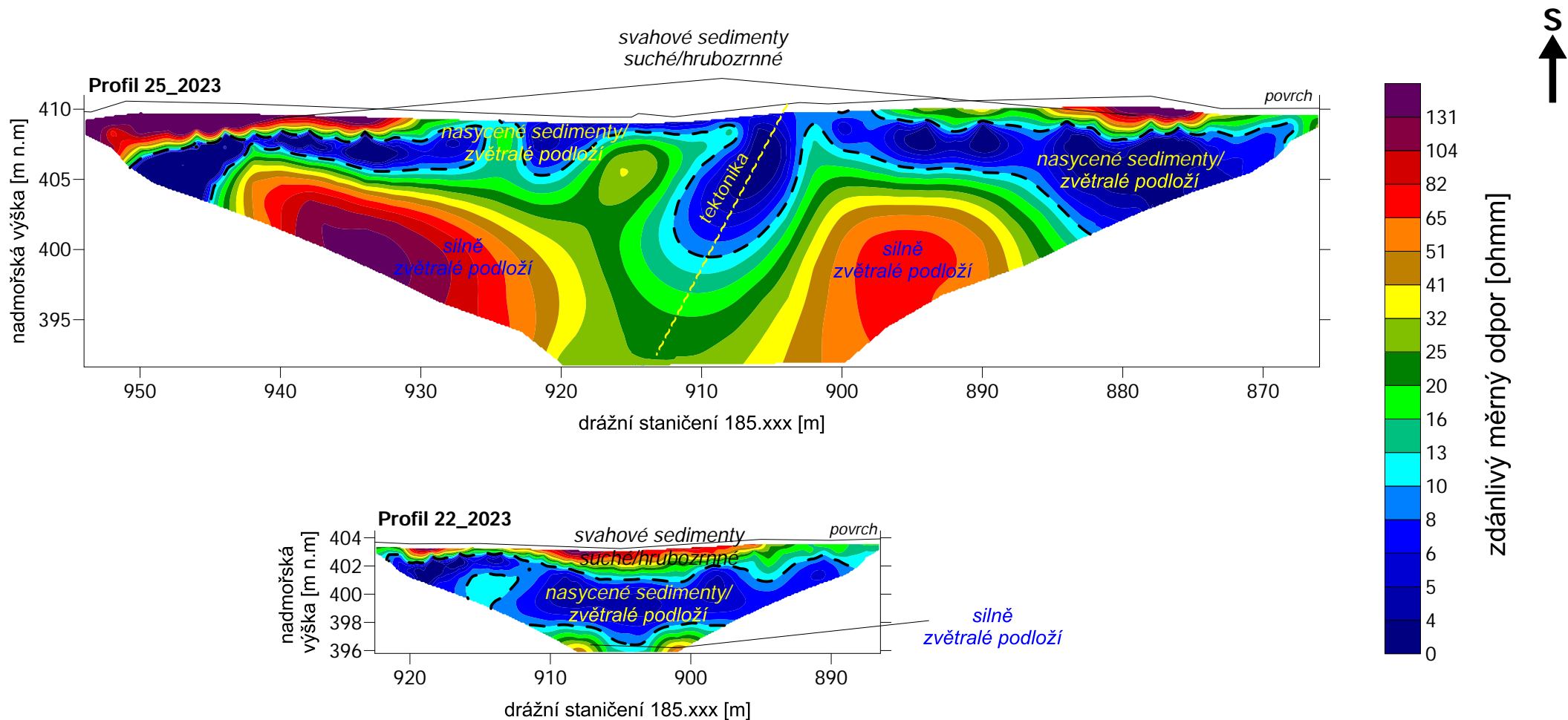
**díčí rozhraní dle GPR**

**odlučná hrana sesuvu dle GPR**

Název projektu: <b>KARLOVY VARY-DVORY, GEOFYZIKÁLNÍ PRŮZKUM SESUVNÉHO ÚZEMÍ</b>		
Příloha č.: <b>3</b>	Název přílohy: <b>GEORADAROVÉ ŘEZY 100 MHz</b>	Datum: 26. 6. 2023
	Vypracoval: Mgr. Jaroslav Jirků, Ph.D.	Mřítko: 1:500/350



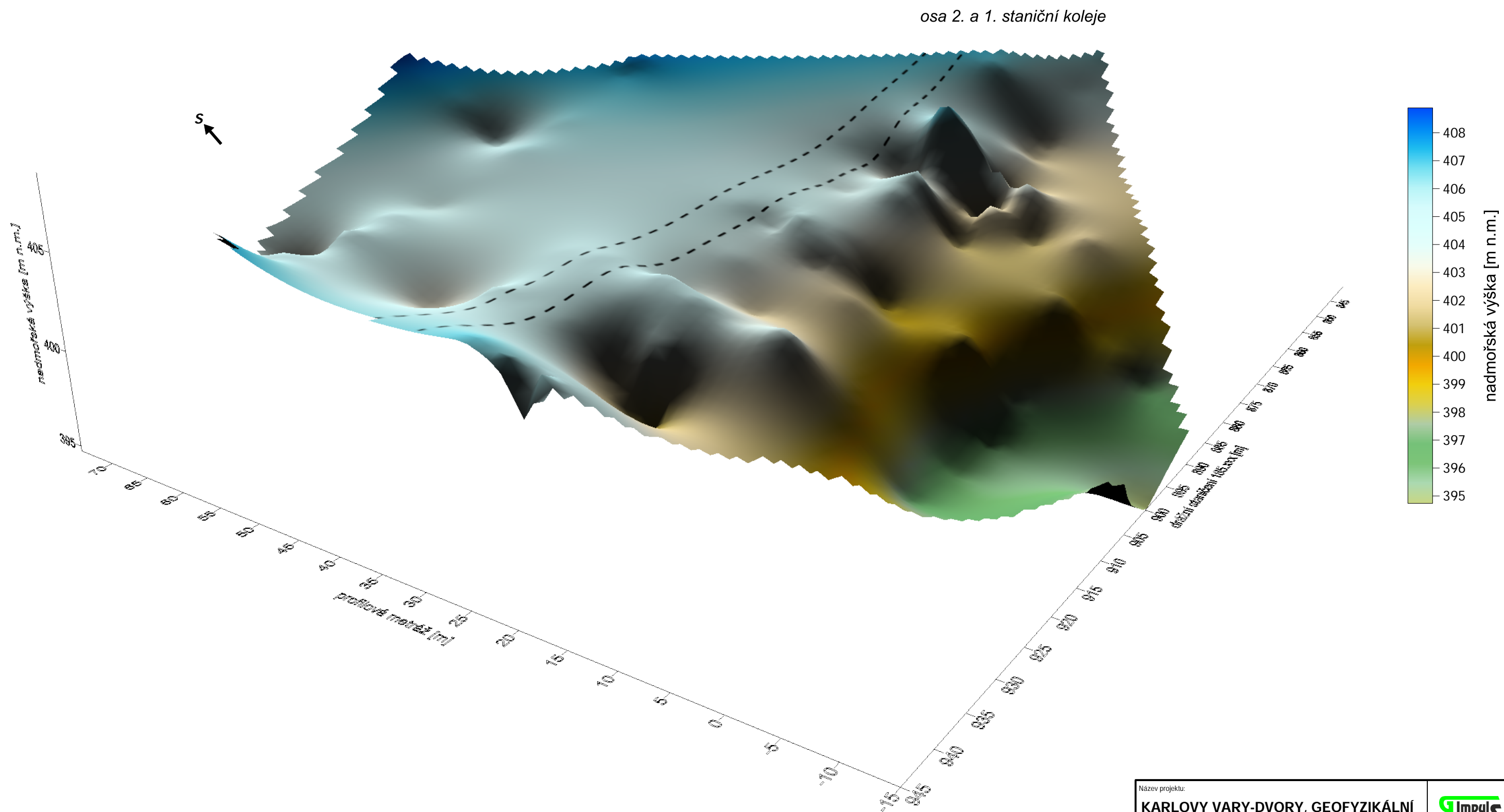




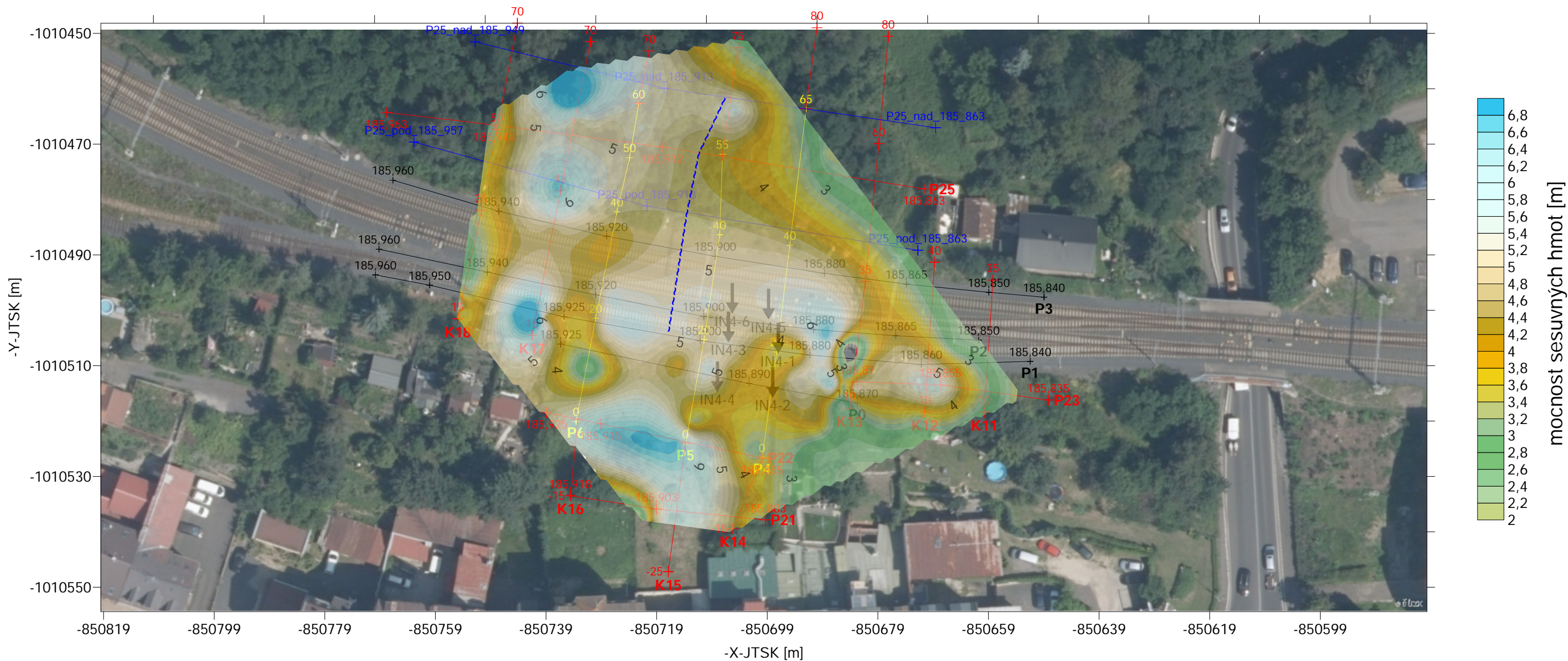
Název projektu: <b>KARLOVY VARY-DVORY, GEOFYZIKÁLNÍ PRŮZKUM SESUVNÉHO ÚZEMÍ</b>		
Příloha č.: <b>4</b>	Název přílohy: <b>VÝSLEDKY METODY ERT</b>	Datum: 26. 6. 2023
	Vypracoval: Mgr. Jaroslav Jirků, Ph.D.	Měřítko: 1:400







Název projektu: <b>KARLOVY VARY-DVORY, GEOFYZIKÁLNÍ PRŮZKUM SESUVNÉHO ÚZEMÍ</b>			
Příloha č.:	Název přílohy: <b>3D ZOBRAZENÍ POTENCIÁLNĚ AKTIVNÍ ODLUČNÉ PLOCHY SESUVU DLE GPR</b>	Datum: 26. 6. 2023	
<b>5</b>	Vypracoval: Mgr. Jaroslav Jirků, Ph.D.	Měřítko: 1:400/400/200	



~~~~~

interpretace tektoniky dle ERT


↓ pozice inklinometrického vrtu s označením  
IN4-4

\_\_\_\_\_

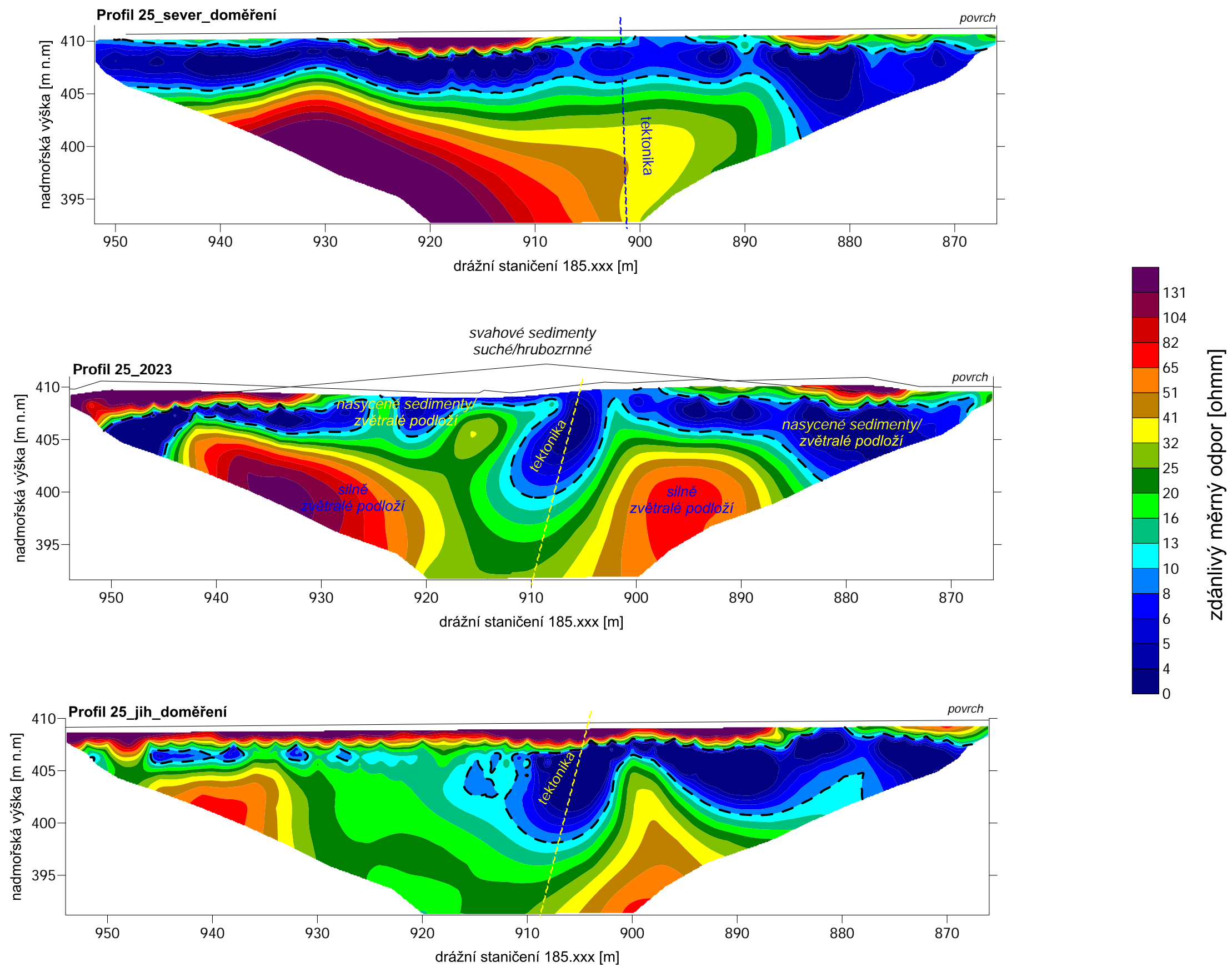
geofyzikální profily 2022

\_\_\_\_\_

geofyzikální profily 2023

|                                                                                    |                                                               |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Název projektu:<br><b>KARLOVY VARY-DVORY, GEOFYZIKÁLNÍ PRŮZKUM SESUVNÉHO ÚZEMÍ</b> |                                                               |  |
| Příloha č.:<br><br><b>6</b>                                                        | Název přílohy:<br><b>MOCNOST POTENCIÁLNÍCH SESUVNÝCH HMOT</b> | Datum:<br>26. 6. 2023                                                                 |
|                                                                                    | Vypracoval:<br>Mgr. Jaroslav Jirků, Ph.D.                     | Měřítko:<br>1:750                                                                     |





|                                                                                    |                                                                 |                       |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------|--|
| Název projektu:<br><b>KARLOVY VARY-DVORY, GEOFYZIKÁLNÍ PRŮZKUM SESUVNÉHO ÚZEMÍ</b> |                                                                 |                       |  |
| Příloha č.:<br><b>7</b>                                                            | Název přílohy:<br><b>DOMĚŘENÍ PROFILU P25 POMOCÍ METODY ERT</b> | Datum:<br>29. 6. 2023 |  |
|                                                                                    | Vypracoval:<br>Mgr. Jaroslav Jirků, Ph.D.                       | Měřítko:<br>1:400     |  |