



**LEGENDA:**

○ stanovisko - určené technológiou GNSS	les
○ stanovisko - voľné	ostatná plocha
○ stanovisko - bod polygonového ťahu	trvale trávnaté porasty
○ orientačný bod určený technológiou GNSS	cesta
--- dĺžka meraná zo stanoviska na orientačný bod	orná pôda
— dĺžka meraná obojsmerne	smer toku rieky
— stav katastra nehnuteľností (7/2016)	
--- hranica medzi k.ú. Hrboltová a k.ú. Likavka	

Zameral: Ing. Ondrej Baránek Ing. Stanislav Gejdos	Vypracoval: Ing. Ondrej Baránek	Autorizačne overil: Ing. Albin Kolek Dátum: 29.8.2016	<b>GEOSMART s.r.o.</b> <b>Bytčická 16</b> <b>010 01 Žilina</b>
Okres: Ružomberok	Obec: Hrboltová, Likavka	Katastrálne územie: Hrboltová, Likavka	
Odberteľ: <b>CAD-ECO, a.s. Bratislava</b>			Dátum: 29.8.2016
<b>Príloha č. 4:</b> <b>Grafické znázornenie bodového poľa</b>			Formát: 7x44
			Súrad. systém: SJTSK
Zákazka: „ <i>Diaľnica D1 Hubová- Ivachnová, nová trasa, podrobný inžinierskogeologický prieskum</i> “, č. ú. 16/2016/ZA			Výškový systém: Bpv.
			Mierka: 1:2000

Náležitosti a presnosťou zodpovedá predpisom

**ZOZNAM SÚRADNÍC A VÝŠOK DYNAMICKÝCH PENETRAČNÝCH SOND**

Súradnicový systém: SJTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
DPS-203-01	407983,11	1187489,45	501,94	terén
DPS-203-02	407941,99	1187475,67	502,61	terén
DPS-203-03	407912,16	1187485,77	508,00	terén
DPS-204-03	407599,52	1187565,91	525,08	terén
DPS-204-02	407594,35	1187538,31	525,53	terén
DPS-JTR-01	407510,94	1187583,49	538,34	terén
DPS-STR-01	407527,27	1187547,04	539,46	terén
DPS-JTR-02	407470,65	1187580,59	543,62	terén
DPS-STR-02	407470,56	1187550,82	546,95	terén
DPS-204-01	407724,33	1187506,86	506,77	terén
DPS-JTR-02	407470,40	1187580,72	543,65	terén
DPS-STRN-01	407632,58	1187493,86	524,04	terén
DPS-STRN-02	407571,52	1187461,15	535,32	terén
DPS-STRN-03	407530,90	1187507,03	541,22	terén
DPS-STRN-04	407454,70	1187521,52	551,94	terén

**ZOZNAM SÚRADNÍC A VÝŠOK BODOV  
GEOFYZIKÁLNYCH PROFILOV**

Súradnicový systém: SJTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
GFSSTR-36A	405024,60	1188234,45	868,94	terén
GFSSTR-36	405039,10	1188230,89	863,98	terén
GFSSTR-35A	405062,67	1188224,98	855,44	terén
GFSSTR-35	405082,59	1188218,95	846,48	terén
GFSSTR-34A	405105,40	1188211,64	837,99	terén
GFSSTR-34	405125,28	1188204,60	834,02	terén
GFSSTR-33A	405149,31	1188196,04	831,77	terén
GFSSTR-32	405213,21	1188174,70	815,86	terén
GFSSTR-31E	405245,63	1188164,60	805,93	terén
GFSSTR-31D	405271,20	1188156,48	798,71	terén
GFGFCNSTR-6D	406815,35	1187685,26	655,94	terén
GFCSTR-9	407618,56	1187542,34	522,04	terén
GFCSTR-8	407659,03	1187531,50	516,21	terén
GFCSTR-7A	407687,75	1187526,32	510,88	terén
GFCSTR-7	407712,07	1187521,00	507,18	terén
GFCSTR-6	407740,03	1187514,86	512,41	terén
GFCSTR-5A	407774,73	1187507,01	534,81	terén
GFCSTR-47K	404528,63	1188236,02	741,73	terén
GFCSTR-46A	404558,77	1188238,69	757,03	terén
GFCSTR-46	404588,43	1188240,94	771,20	terén
GFCSTR-45A	404615,44	1188243,61	782,67	terén
GFCSTR-45	404637,07	1188247,51	792,79	terén
GFCSTR-44A	404665,60	1188251,62	803,72	terén
GFCSTR-44	404684,19	1188253,45	811,50	terén
GFCSTR-43A	404705,78	1188255,65	819,57	terén
GFCSTR-43	404728,73	1188258,02	828,05	terén
GFCSTR-42A	404748,63	1188259,69	835,43	terén
GFCSTR-42	404778,32	1188261,37	848,24	terén
GFCSTR-41A	404795,87	1188262,93	854,19	terén
GFCSTR-41	404827,21	1188265,19	866,30	terén
GFCSTR-40A	404853,81	1188267,34	876,83	terén
GFCSTR-40	404877,35	1188269,25	885,57	terén
GFCSTR-39A	404896,27	1188268,95	892,51	terén
GFCSTR-39	404912,82	1188266,72	892,44	terén
GFCSTR-38A	404930,53	1188263,65	884,35	terén
GFCSTR-38	404961,01	1188252,50	885,15	terén

Súradnicový systém: SJTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
GFCSTR-37A	404978,45	1188246,33	883,60	terén
GFCSTR-37	404999,31	1188243,94	872,07	terén
GFCSTR-33	405174,02	1188187,62	826,18	terén
GFCSTR-32A	405191,53	1188181,88	821,56	terén
GFCSTR-31C	405299,40	1188147,47	790,96	terén
GFCSTR-31A	405367,84	1188128,23	775,50	terén
GFCSTR-31	405394,11	1188120,26	770,74	terén
GFCSTR-30E	405430,71	1188109,91	764,04	terén
GFCSTR-30D	405467,19	1188098,75	758,40	terén
GFCSTR-30C	405515,26	1188084,65	751,80	terén
GFCSTR-30B	405564,50	1188070,13	747,73	terén
GFCSTR-30A	405605,50	1188052,57	749,31	terén
GFCSTR-3	407843,44	1187485,67	529,61	terén
GFCSTR-3	407876,50	1187472,29	519,96	terén
GFCSTR-29F	405698,11	1188026,56	750,84	terén
GFCSTR-29E	405744,28	1188010,34	751,79	terén
GFCSTR-22	406771,46	1187696,03	654,80	terén
GFCSTR-2	407916,78	1187454,10	509,73	terén
GFCSTR-16A	407134,90	1187614,23	618,43	terén
GFCSTR-16	407154,64	1187606,10	615,45	terén
GFCSTR-15A	407180,03	1187601,96	609,59	terén
GFCSTR-15	407224,07	1187596,89	597,75	terén
GFCSTR-14B	407245,42	1187592,63	592,74	terén
GFCSTR-14A	407278,06	1187586,04	585,45	terén
GFCSTR-14	407300,01	1187582,90	580,20	terén
GFCSTR-13AA	407332,51	1187578,02	572,55	terén
GFCSTR-13A	407322,08	1187580,61	574,85	terén
GFCSTR-13	407354,72	1187575,27	564,55	terén
GFCSTR-12E	407375,77	1187575,37	558,04	terén
GFCSTR-12A	407399,54	1187569,51	554,39	terén
GFCSTR-12	407488,56	1187559,13	543,77	terén
GFCSTR-11	407547,91	1187549,42	536,38	terén
GFCSTR-10	407576,46	1187544,61	528,12	terén
GFCSTR_1A	407970,97	1187432,92	524,28	terén
GFCSTR-1Z	408012,26	1187414,00	522,78	terén
GFCNSTR-XX	406415,06	1187804,00	680,90	terén
GFCNSTR-XX	406388,44	1187814,33	683,62	terén
GFCNSTR-XX	406330,84	1187827,59	687,23	terén

Súradnicový systém: S JTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
GFCNSTR-XX	406203,45	1187866,99	704,10	terén
GFCNSTRXC5	407440,47	1187522,41	554,62	terén
GFCNSTR-9E	406426,68	1187800,48	677,66	terén
GFCNSTR-9C	406444,76	1187795,00	675,21	terén
GFCNSTR-9B	406472,87	1187786,92	678,39	terén
GFCNSTR-9A	406501,37	1187781,01	685,43	terén
GFCNSTR-9	406518,50	1187774,46	688,03	terén
GFCNSTR-8D	406538,33	1187766,98	674,46	terén
GFCNSTR-8C	406568,46	1187760,05	655,26	terén
GFCNSTR-8B	406600,03	1187748,20	659,01	terén
GFCNSTR-8A	406620,65	1187741,99	660,08	terén
GFCNSTR-8	406641,46	1187735,41	660,37	terén
GFCNSTR-7C	406664,21	1187728,67	660,00	terén
GFCNSTR-7B	406682,20	1187723,24	660,49	terén
GFCNSTR-7A	406704,04	1187716,25	660,00	terén
GFCNSTR-6F	406749,45	1187700,54	658,02	terén
GFCNSTR-6E	406785,97	1187694,12	656,96	terén
GFCNSTR-6C	406832,33	1187679,60	658,53	terén
GFCNSTR-6B	406856,32	1187673,04	664,58	terén
GFCNSTR-6A	406873,05	1187667,73	664,63	terén
GFCNSTR-5D	406914,91	1187654,12	657,11	terén
GFCNSTR-5C	406940,16	1187646,06	653,81	terén
GFCNSTR-5B	406970,59	1187636,84	649,23	terén
GFCNSTR-5A	406994,67	1187629,18	648,00	terén
GFCNSTR-5	407017,87	1187621,72	645,13	terén
GFCNSTR-4G	407044,63	1187613,15	642,12	terén
GFCNSTR-4F	407063,12	1187607,74	636,71	terén
GFCNSTR-4E	407082,78	1187602,07	629,63	terén
GFCNSTR-4C	407137,41	1187588,21	621,27	terén
GFCNSTR-4B	407157,40	1187582,75	617,57	terén
GFCNSTR-4A	407182,64	1187575,33	613,31	terén
GFCNSTR-4	407206,71	1187567,15	606,21	terén
GFCNSTR-3E	407224,27	1187561,44	601,98	terén
GFCNSTR-3D	407256,05	1187552,98	595,30	terén
GFCNSTR-3B	407270,99	1187550,80	588,68	terén
GFCNSTR3A	407297,78	1187546,53	582,76	terén
GFCNSTR3	407321,40	1187542,12	577,01	terén
GFCNSTR2E	407345,11	1187537,66	569,95	terén

Súradnicový systém: S JTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
GFCNSTR2D	407364,76	1187534,19	565,34	terén
GFCNSTR2C	407400,88	1187528,39	559,92	terén
GFCNSTR-2B	407462,70	1187520,58	550,70	terén
GFCNSTR-2A	407497,99	1187512,60	545,92	terén
GFCNSTR1Z	407854,30	1187457,36	530,11	terén
GFCNSTR1I	407558,69	1187503,36	536,44	terén
GFCNSTR1H	407593,10	1187496,35	531,34	terén
GFCNSTR1G	407613,76	1187495,33	526,62	terén
GFCNSTR-1F	407655,02	1187497,10	520,23	terén
GFCNSTR-1E	407687,00	1187489,16	514,32	terén
GFCNSTR1D	407722,95	1187479,13	513,69	terén
GFCNSTR1C	407744,98	1187477,54	528,02	terén
GFCNSTR1B	407760,87	1187475,66	538,50	terén
GFCNSTR-13B	405778,77	1187998,60	754,33	terén
GFCNSTR-13A	405815,79	1187988,57	762,93	terén
GFCNSTR-13	405847,86	1187978,76	770,24	terén
GFCNSTR-12G	405859,32	1187974,15	769,83	terén
GFCNSTR-12F	405890,45	1187960,92	746,49	terén
GFCNSTR-12E	405910,30	1187952,95	739,05	terén
GFCNSTR-12D	405937,44	1187942,81	730,61	terén
GFCNSTR-12C	405959,24	1187937,60	724,95	terén
GFCNSTR-12B	405985,21	1187930,27	722,84	terén
GFCNSTR-12A	406015,35	1187921,18	719,98	terén
GFCNSTR-12	406046,68	1187913,46	717,21	terén
GFCNSTR-11E	406073,41	1187907,96	713,41	terén
GFCNSTR-11D	406102,08	1187900,14	706,22	terén
GFCNSTR-11C	406130,59	1187890,52	704,74	terén
GFCNSTR-11B	406159,97	1187882,32	708,51	terén
GFCNSTR-11A	406190,16	1187871,31	704,76	terén
GFCNSTR-11	406219,72	1187862,21	701,93	terén
GFCNSTR-10F	406242,35	1187857,48	691,27	terén
GFCNSTR-10E	406267,82	1187850,93	685,68	terén
GFCNSTR-10D	406297,73	1187839,24	685,14	terén
GFCNSTR-10C	406316,45	1187832,53	686,20	terén
GFCNSTR-10B	406378,62	1187818,41	683,45	terén
GFCNSTR-10B	406350,74	1187822,76	684,63	terén
GFCNSTR-10	406402,43	1187808,25	682,75	terén
GFC5XSTR	407445,37	1187564,47	548,26	terén

Súradnicový systém: S JTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
GFC4XSTR	407529,50	1187552,77	538,25	terén
GFC4-2	407525,48	1187512,11	541,65	terén
GFC3XSTR	407799,37	1187498,39	535,85	terén
GFC2XSTR	407978,02	1187429,78	524,79	terén
452_1	405542,19	1188077,38	749,57	terén
564	407171,99	1187602,84	611,92	terén
563	407205,61	1187599,32	602,82	terén
562	407236,45	1187594,35	595,00	terén
561	407262,62	1187589,24	588,01	terén
560	407286,96	1187584,11	583,28	terén
559	407289,25	1187583,55	583,06	terén
558	407361,46	1187575,38	563,35	terén
557	407377,58	1187575,03	557,15	terén
556	407438,92	1187564,64	548,89	terén
555	407433,51	1187564,37	550,35	terén
554	407420,98	1187566,31	550,41	terén
553	407415,53	1187567,07	552,68	terén
552	405824,08	1187985,40	764,17	terén
551	405625,33	1188045,88	748,76	terén
550	405649,51	1188039,30	748,13	terén
549	405674,46	1188032,30	750,12	terén
548	405718,13	1188019,26	751,80	terén
547	405802,46	1187992,64	760,28	terén
546	406086,10	1187904,56	709,76	terén
545	406104,75	1187899,76	705,03	terén
544	406026,80	1187917,87	718,45	terén
543	406065,74	1187909,69	715,08	terén
542	405972,81	1187933,59	724,70	terén
541	405921,54	1187947,22	736,02	terén
540	405903,74	1187956,51	739,74	terén
539	406116,99	1187894,69	705,74	terén
538	406146,01	1187885,53	707,25	terén
537	406173,92	1187877,48	706,44	terén
536	406652,80	1187732,19	660,19	terén
535	406604,57	1187747,09	660,29	terén
534	406627,85	1187739,84	659,82	terén
533	406630,50	1187739,19	660,44	terén
532	406254,10	1187854,97	686,98	terén

Súradnicový systém: S JTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
531	406279,99	1187845,81	682,94	terén
530	406307,47	1187835,75	686,66	terén
529	406325,49	1187829,48	687,73	terén
528	406362,48	1187821,58	684,32	terén
527	406420,95	1187802,22	678,91	terén
526	406438,55	1187796,83	676,02	terén
525	406447,75	1187793,33	674,99	terén
524	406449,30	1187793,13	675,95	terén
523	406510,50	1187776,93	687,51	terén
522	406548,35	1187764,66	667,82	terén
521	406571,36	1187759,49	654,00	terén
520	406579,97	1187756,35	652,96	terén
519	407096,14	1187599,09	625,47	terén
518	406820,76	1187683,62	657,13	terén
517	406840,77	1187676,78	658,81	terén
516	406861,57	1187671,11	665,65	terén
515	406761,63	1187698,33	654,62	terén
514	406742,60	1187702,48	656,97	terén
513	406732,78	1187706,11	656,87	terén
512	407197,92	1187570,33	608,90	terén
511	407280,23	1187548,89	585,65	terén
510	407268,60	1187551,35	588,92	terén
509	407357,04	1187535,55	565,90	terén
508	407350,81	1187536,90	567,98	terén
507	407342,63	1187538,30	570,33	terén
506	407338,12	1187539,11	572,60	terén
505	407334,30	1187539,70	573,53	terén
505	407679,10	1187492,13	515,19	terén
504	407711,29	1187481,44	510,48	terén
503	407708,27	1187482,26	510,57	terén
502	407310,48	1187543,90	579,39	terén
501	407326,60	1187541,32	575,52	terén
500	407331,21	1187540,47	575,09	terén
499	407378,68	1187533,11	563,25	terén
498	407451,04	1187520,91	552,08	terén
491	407839,31	1187459,75	533,82	terén
489	407773,06	1187473,56	538,91	terén
488	407717,75	1187480,84	511,24	terén



Súradnicový systém: S JTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
487	407704,91	1187483,53	511,87	terén
486	407691,59	1187487,81	513,25	terén
485	407650,05	1187497,98	520,73	terén
484	407647,77	1187498,32	521,54	terén
483	407639,90	1187500,71	522,42	terén
482	407627,04	1187497,13	524,09	terén
481	407625,09	1187496,74	524,97	terén
480	407616,00	1187495,77	525,70	terén
479	407597,88	1187496,03	528,87	terén
478	407583,78	1187498,28	532,04	terén
477	407574,16	1187499,94	534,14	terén
476	407551,84	1187504,68	538,07	terén
475	407546,67	1187505,76	538,62	terén
474	407542,29	1187506,76	539,71	terén
473	407535,83	1187508,11	540,03	terén
472	407531,73	1187510,40	541,03	terén
471	407521,47	1187512,33	542,22	terén
470	407518,70	1187512,51	543,41	terén
469	407510,95	1187512,48	543,91	terén
468	407488,51	1187514,74	546,61	terén
467	407486,94	1187514,96	547,32	terén
466	407474,49	1187517,99	548,68	terén
464	404671,45	1188252,25	806,13	terén
463	404935,97	1188262,65	882,89	terén
462	404948,72	1188256,76	883,99	terén
461	404954,58	1188253,96	886,10	terén
460	405007,44	1188242,43	869,02	terén
459	405032,61	1188233,09	864,98	terén
458	405089,38	1188217,17	843,80	terén
457	405154,33	1188194,27	830,91	terén
456	405290,21	1188150,32	793,01	terén
455	405376,22	1188126,33	774,04	terén
454	405445,27	1188105,09	761,60	terén
453	405494,42	1188091,14	754,31	terén
277	407795,45	1187468,67	538,35	terén
148	407450,73	1187564,10	547,68	terén
147	407452,54	1187563,98	547,09	terén
146	407455,02	1187563,78	547,03	terén

Súradnicový systém: S JTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
145	407460,96	1187563,24	546,15	terén
144	407464,85	1187562,74	545,97	terén
143	407467,61	1187562,32	545,13	terén
142	407471,23	1187561,62	545,07	terén
141	407474,25	1187561,32	544,62	terén
140	407479,24	1187560,35	544,22	terén
139	407490,75	1187558,79	542,90	terén
138	407496,11	1187558,04	543,03	terén
137	407501,15	1187557,39	542,48	terén
136	407503,71	1187557,19	541,07	terén
135	407507,70	1187556,34	540,88	terén
134	407511,44	1187555,83	540,88	terén
133	407513,60	1187555,50	540,02	terén
132	407514,48	1187555,14	539,86	terén
131	407518,05	1187554,81	540,05	terén
130	407521,29	1187554,37	539,64	terén
129	407522,41	1187554,04	538,72	terén
128	407527,92	1187553,01	539,07	terén
127	407532,15	1187552,17	538,07	terén
126	407533,78	1187551,99	537,59	terén
125	407539,05	1187550,73	537,54	terén
124	407543,08	1187550,02	536,37	terén
123	407551,18	1187549,28	533,20	terén
122	407560,04	1187547,60	532,80	terén
121	407561,40	1187547,15	532,59	terén
120	407564,68	1187546,50	531,11	terén
119	407567,70	1187546,48	530,82	terén
118	407573,12	1187545,23	528,78	terén
117	407574,18	1187545,15	528,48	terén
116	407591,52	1187543,70	525,71	terén
115	407594,01	1187543,58	525,18	terén
114	407601,44	1187542,59	524,52	terén
113	407611,08	1187541,34	523,07	terén
112	407625,93	1187539,86	521,53	terén
111	407630,28	1187538,44	520,56	terén
110	407638,04	1187536,80	520,25	terén
109	407671,52	1187530,21	513,81	terén
108	407678,49	1187528,60	512,76	terén

Súradnicový systém: S JTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
107	407680,49	1187528,22	511,99	terén
106	407691,27	1187525,46	510,38	terén
105	407693,15	1187524,90	509,33	terén
104	407696,44	1187524,00	509,03	terén
102	407707,00	1187522,06	508,22	terén
101	407717,06	1187520,18	506,50	terén
98	407722,43	1187518,90	505,15	terén
97	407723,16	1187518,61	505,27	terén
96	407726,15	1187517,35	505,21	terén
95	407727,01	1187516,99	505,32	terén
94	407730,25	1187516,40	507,39	terén
93	407745,98	1187513,46	517,15	terén
92	407748,38	1187513,03	518,65	terén
91	407752,05	1187510,80	521,84	terén
90	407759,18	1187510,95	526,54	terén
89	407760,01	1187510,24	527,10	terén
88	407765,18	1187508,85	530,54	terén
87	407769,14	1187508,19	532,72	terén
86	407803,91	1187496,80	535,71	terén
85	407806,42	1187495,93	535,03	terén
84	407814,69	1187493,69	534,52	terén
83	407819,09	1187492,52	532,43	terén
82	407821,09	1187492,00	532,09	terén
81	407822,97	1187491,29	531,40	terén
80	407826,34	1187490,40	531,48	terén
79	407838,08	1187487,55	530,74	terén
78	407846,41	1187484,73	529,17	terén
77	407848,73	1187484,04	528,32	terén
76	407855,01	1187481,47	527,06	terén
75	407859,92	1187479,50	525,44	terén
74	407863,05	1187477,70	525,23	terén
73	407867,92	1187475,28	522,93	terén
72	407871,14	1187473,89	521,87	terén
71	407873,52	1187472,94	521,58	terén
70	407888,86	1187467,04	514,77	terén
69	407898,46	1187460,19	512,26	terén
68	407908,47	1187457,27	509,16	terén
67	407920,77	1187452,08	509,71	terén

Súradnicový systém: S JTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
66	407926,54	1187449,16	510,36	terén
65	407932,13	1187446,89	512,17	terén
64	407938,87	1187445,01	513,14	terén
63	407949,55	1187440,72	516,49	terén
62	407963,95	1187435,65	522,42	terén
61	407991,02	1187423,90	525,21	terén
60	408000,67	1187418,86	524,20	terén

### ZOZNAM SÚRADNÍČ A VÝŠOK GEOLOGICKÝCH VRTOV

Súradnicový systém: SJTSK

Výškový systém: Bpv.

Označenie	Y [m]	X [m]	H [m n.m.]	poznámka
231-02	408182,97	1187391,38	497,03	terén
			497,05	betón
			497,76	pažnica
231-03	408165,44	1187398,68	496,42	terén
			496,58	betón
			497,25	pažnica
231-01	408118,50	1187315,20	513,76	terén
HG-230-02	408401,25	1187218,55	491,72	terén
			491,80	betón
			492,60	pažnica
INK-230-01	408330,89	1187163,48	518,21	terén
			518,30	betón
			519,14	pažnica
M-203-01	407966,00	1187457,51	511,99	terén
M-203-02	407956,06	1187452,26	512,29	terén
M-203-03	407935,83	1187456,50	508,44	terén
M-203-04	407898,78	1187471,60	511,29	terén
M-203-05	407881,31	1187476,39	517,69	terén
M-203-06	407886,69	1187493,31	515,82	terén
M-204-03	407711,94	1187526,64	506,36	terén
M-204-04	407719,88	1187541,20	504,11	terén
M-204-05	407677,26	1187551,94	512,70	terén
M-204-06	407673,83	1187531,86	513,41	terén
M-204-07	407636,84	1187534,80	520,40	terén
M-204-08	407644,45	1187561,16	518,53	terén
NT-01	407801,99	1187481,80	536,70	terén
			536,83	betón
			537,58	pažnica
NT-02	407791,30	1187484,92	537,30	terén
			537,44	betón
			538,30	pažnica
NT-19	407615,43	1187578,57	523,84	terén
			523,95	betón
			524,74	pažnica
NT-18	407612,62	1187576,01	523,83	terén
			523,93	betón
			524,60	pažnica



TABUĽKA ZMIEN

č.	TEXT ZMENY – ODOVODNENIE	DÁTUM	PODPIS
a			
b			
c			

SÚRADNICOVÝ SYSTÉM: S–JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: Bpv

NÁZOV STAVBY <h2 style="text-align: center;">DIAĽNICA D1 HUBOVÁ - IVACHNOVÁ</h2>			
VEREJNÝ OBSARÁVATEĽ  <b>NÁRODNÁ DIAĽNIČNÁ SPOLOČNOSŤ</b>	NÁRODNÁ DIAĽNIČNÁ SPOLOČNOSŤ, a.s. Dúbravská cesta 14 841 04 BRATISLAVA	HLAVNÝ INŽINIER STAVBY: ING. K. ORLOVSKÝ  PODPIS:	
NEZÁVISLÝ STAVEBNÝ DOZOR  <b>AECOM</b>	AECOM Polska Sp z o.o. Organizačná zložka A. BERNOLÁKA 6 034 01 RUŽOMBEROK	STAVEBNÝ DOZOR: JANUSZ UBOWSKI  PODPIS:	
ZHOTOVITEĽ STAVBY  <b>OHL ŽS</b>	 VÁHOSTAV-SK	ZDRUŽENIE ČEBRAŤ FURMANSKÁ 6 841 03 BRATISLAVA	RIADITEĽ VÝSTAVBY: ING. J. POLLÁK   PODPIS:
VEDÚCI ČLEN ZDRUŽENIA: OHL ŽS, a.s. Burešová 938/14 662 02 Brno	ČLEN ZDRUŽENIA: VÁHOSTAV – SK, a.s. Hlínská 40 011 18Žilina		

Zodpovedný riešiteľ úlohy:	Mgr. M. Borovský	Vypracoval:	RNDr. M. Kuvik	 Svätoplukova 28, 821 08 Bratislava
Koordinátor:	RNDr. M. Kuvik			
Miesto stavby:	Hubová - Ružomberok - Ivachnová	Okres:	Ružomberok (508)	
Investor - stavebník:	Národná diaľničná spoločnosť a.s. Dúbravská cesta 14 841 04 Bratislava		 NÁRODNÁ DIAĽNIČNÁ SPOLOČNOSŤ	Riaditeľ: Ing. Rozália Gergelyová
Objednávateľ:	Združenie ČEBRAŤ Furmanská 6 841 03 Bratislava		 <b>OHL ŽS</b>	 VÁHOSTAV-SK
Názov stavby:	<h2 style="text-align: center;">Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa</h2> <p style="text-align: center;"><b>Orientačný inžinierskogeologický prieskum</b></p>			Číslo geol. úlohy: 166/2016/ZA Étaapa prieskumu: orientačný Dátum: 30.7.2016 Reg. č. GEOFOND 18/2016 Mierka: - Číslo prílohy: - Časť: Exemplár:
Názov prílohy:	<h2 style="text-align: center;">Záverečná správa</h2>			



CAD-ECO a.s., Svätoplukova 28, 821 08 Bratislava  
projekčná činnosť | inžinierska činnosť | stavebný dozor | životné prostredie  
inžinierska geológia | hydrogeológia | geotechnika | geofyzika | ložisková geológia

Geologické oprávnenie na vykonávanie geologických prác  
vydané MŽP SR pod poradovým číslom 2069, dňa 07.09.2015,  
číslo spisu: 6321/2015-7.3

## ZÁVEREČNÁ SPRÁVA

Názov geologickej úlohy:	<b>Diaľnica D1 Hubová – Ivachnová, nová trasa</b> Orientačný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum
Číslo geologickej úlohy:	166/2016/ZA
Reg. číslo GEOFOND:	18/2016
Etapa prieskumu:	orientačný
Okres:	Ružomberok (508)
Objednávateľ:	<b>ZDRUŽENIE ČEBRAŤ</b> Furmanská 6 841 03 Bratislava <b>zastúpené spoločnosťou OHL ŽS, a.s.</b> Burešova 938/17 602 00 Brno Česká republika
Zhotoviteľ:	<b>CAD-ECO a.s.</b> Svätoplukova 28 821 08 Bratislava
Zodpovedný riešiteľ:	Mgr. Martin Borovský
Spoluriešitelia úlohy:	Ing. Július Bohyník Ing. Martin Sinak Ing. Ladislav Stolárik Mgr. Marian Coplák RNDr. Štefan Holeša RNDr. Marian Kuvik Martin Šimek Štefan Konkolovský
Dátum vyhotovenia:	30.7.2016
Exemplár číslo:	0
Za objednávateľa schválil:	Ing. Rozália Gergelyová predseda predstavenstva



## Obsah

1	Všeobecná časť .....	1
1.1	Hospodársko – administratívne údaje .....	1
1.2	Identifikačné údaje.....	1
1.3	Stručná charakteristika prírodných pomerov.....	2
1.3.1	Geomorfologické pomery.....	2
1.3.2	Seizmicita územia.....	3
1.3.3	Klimatické pomery .....	3
1.3.4	Geologické pomery.....	4
1.3.5	Inžinierskogeologické pomery .....	7
1.3.6	Geodynamické javy .....	8
1.4	Hydrogeologická charakteristika .....	9
1.5	Geologická preskúmanosť územia.....	10
1.6	Ložiská nerastných surovín .....	11
1.7	Legislatívna ochrana územia.....	12
1.8	Metodika prác .....	12
1.8.1	Jadrové vrty .....	13
1.8.2	Polné skúšky .....	14
1.8.3	Laboratórne a vzorkovacie práce mechaniky zemín .....	15
1.8.4	Laboratórne a vzorkovacie práce mechaniky hornín.....	15
1.8.5	Geofyzikálne povrchové merania .....	16
1.8.6	Karotážne merania .....	17
1.8.7	Hydrodynamické skúšky .....	18
1.8.8	Práce geologickej služby .....	18
2	PODROBNÁ ČASŤ .....	20
2.1	Inžinierskogeologická a geotechnická charakteristika zemín a hornín .....	20
2.1.1	Kvartér .....	20
2.1.3	Mezozoikum.....	22
2.2	Inžinierskogeologická a geotechnická charakteristika .....	27
2.2.1	Portálový zárez v km 2,066 .....	27
2.2.2	Razený tunel Čebrať v km 2,066 - 2,306.....	30
2.3	Hydrogeologické pomery územia .....	33
2.4	Kategorizácia zemín a hornín .....	34
2.5	Zoznam súradníc prieskumných diel .....	34
3	Záver .....	36
3.1	Sumarizácia výsledkov a odporúčaní.....	36
3.2	Návrh prác ďalšej etapy prieskumu.....	37
	Zoznam použitej literatúry .....	39
	Zoznam použitých noriem .....	41

**Zoznam obrázkov**

Obrázok 1 Výrez z geologickej mapy 1 : 50 000 (zdroj: Mapový portál ŠGÚDŠ Bratislava).....	5
Obrázok 2 Prehľadná situácia realizovaných geofyzikálnych povrchových meraní.....	17
Obrázok 3 Pohľad na oblasť portálu z juhu. V pozadí masív Kečiek (1138,9 m n.m.).....	27
Obrázok 4 Pohľad na portálovú oblasť zo západu.....	28

**Zoznam tabuliek**

Tabuľka 1 Geomorfologické členenie (celá trasa D1 Hubová - Ivachnová).....	2
Tabuľka 2 Klimatické charakteristiky podľa Quitta .....	3
Tabuľka 3 Priemerné mesačné zrážkové úhrny a priemerné teploty (1951 – 1980) .....	4
Tabuľka 4 Ložiská nevyhradených nerastov.....	11
Tabuľka 5 Ložiská vyhradených nerastov s chráneným ložiskovým územím.....	11
Tabuľka 6 Ložiská s určeným dobývacím priestorom .....	12
Tabuľka 7 Prehľad realizovaných vrtných prác.....	13
Tabuľka 8 Prehľad presiometrických skúšok vo vrtoch.....	14
Tabuľka 9 Prehľad dilatometrických skúšok vo vrtoch .....	15
Tabuľka 10 Prehľad odberu vzoriek hornín a realizácie laboratórnych prác mechaniky hornín	16
Tabuľka 11 Prehľad realizovaných vodnotlakových skúšok.....	18
Tabuľka 12 Prehľad geotechnických parametrov kvartérnych zemín.....	22
Tabuľka 13 Prehľad geotechnických parametrov mezozoických hornín – horniny križňanského príkrovu (mráznické súvrstvie, porubské súvrstvie a pod.) .....	26
Tabuľka 14 Prehľad terénnych meraní hladín podzemnej vody .....	33
Tabuľka 15 Zoznam súradníc prieskumných diel.....	35

**Zoznam príloh****PRÍLOHA 1 PREHLADNÁ SITUÁCIA ÚZEMIA M 1 : 100 000****PRÍLOHA 2 SITUÁCIA PRIESKUMNÝCH DIEL M 1 : 4000****PRÍLOHA 3 GEOLOGICKÁ DOKUMENTÁCIA**

Príloha 3.1 Geologická dokumentácia prieskumných diel

Príloha 3.2 Fotodokumentácia vrtného jadra

Príloha 3.3 Archívna geologická dokumentácia vrtov

**PRÍLOHA 4 INŽINIERSKOGEOLOGICKÉ REZY**

Príloha 4.1 Schematický inžinierskogeologický rez 1 – 1` v km 2,068

Príloha 4.2 Schematický inžinierskogeologický rez 2 – 2` v km 2,154

Príloha 4.3 Schematický pozdĺžny inžinierskogeologický rez 3 – 3` trasou severnej tunelovej rúry v km 1,985 – 2,173

Príloha 4.4 Schematický pozdĺžny inžinierskogeologický rez 4 – 4` trasou južnej tunelovej rúry v km 1,985 – 2,322

**PRÍLOHA 5 LABORATÓRNE ROZBORY**

Príloha 5.1 Výsledky laboratórnych rozborov mechaniky zemín (INGEO-ENVILAB, s.r.o., Žilina)

Príloha 5.2 Výsledky laboratórnych rozborov mechaniky hornín (INGEO-ENVILAB, s.r.o., Žilina, CAD-ECO a.s., Bratislava, Ústav geotechniky SAV, Košice)

Príloha 5.3 Výsledky laboratórnych rozborov chémie vôd a zemín (INGEO-ENVILAB, s.r.o., Žilina)

Príloha 5.4 Výsledky merania indexu pevnosti pri bodov zaťažení (PLT), (CAD-ECO a.s., stredisko Žilina)

**PRÍLOHA 6 POLNÉ SKÚŠKY**

Príloha 6.1 Výsledky presiometrických skúšok vo vrtoch

Príloha 6.2 Výsledky dilatometrických skúšok vo vrtoch

Príloha 6.3 Výsledky hydrodynamických skúšok vo vrtoch

**PRÍLOHA 7 VÝSLEDKY KAROTÁŽNYCH MERANÍ VO VRTOCH (CAD-ECO a.s., stredisko Žilina)****PRÍLOHA 8 VÝSLEDKY GEOFYZIKÁLNYCH POVRCHOVÝCH MERANÍ (GEOPAS s.r.o., Žilina)****PRÍLOHA 9 TECHNICKÁ SPRÁVA**

Príloha 9.1 Technická správa o zabudovaní inklinometrických vrtov (GEOEXPERTS s.r.o., Žilina)

Príloha 9.2 Technická správa o zabudovaní piezometrických a hydrogeologických vrtov (CAD-ECO a.s., stredisko Žilina)

**PRÍLOHA 10 MERAČSKÁ SPRÁVA (GEOSMART s.r.o., Žilina)**

# 1 VŠEOBECNÁ ČASŤ

## 1.1 Hospodársko – administratívne údaje

Predkladaná záverečná správa geologickej úlohy

### **Diaľnica D1 Hubová – Ivachnová, nová trasa** orientačný inžinierskogeologický prieskum

je vypracovaná na základe pokynu objednávateľa (list č. 4270/AA.01/16-3061/2016 objednávateľa spoločnosti OHL ŽS a.s Bratislava) ako zástupcu Združenia Čebrať zo dňa 30. 3. 2016. Geologická úloha bola u zhotoviteľa prác, spoločnosti CAD–ECO a.s. Bratislava, zaregistrovaná pod číslom 166/2016/ZA. Na odbore informatiky GEOFONdu bola úloha zaregistrovaná pod číslom 18/2016.

Úloha bola riešená v etape orientačného prieskumu, hoci pôvodný zámer objednávateľa bol realizovať kompletný podrobný inžinierskogeologický prieskum pre oba stupne projekcie DÚR aj DSP naraz. Tomu zodpovedala aj koncepcia pôvodne predloženého Projektu geologickej úlohy. Na základe rozhodnutia Investora stavby (NDS a.s.) bol prieskum pomerne nevhodne a násilne rozdelený na orientačnú etapu pre portálovú oblasť a podrobnú etapu pre zvyšok novej trasy diaľnice D1. Predkladaná záverečná správa geologickej úlohy teda prezentuje len výsledky orientačnej etapy a dotýka sa teda len oblasti novonavrholaného západného portálu tunela Čebrať.

## 1.2 Identifikačné údaje

### Stavba

Názov stavby: Diaľnica D1 Hubová – Ivachnová, nová trasa  
Kraj: Žilinský  
Okres a kód okresu: Ružomberok (508)  
Katastrálne územia: Hrboltová, Likavka  
Druh stavby: Novostavba

### Objednávateľ

Názov: **ZDRUŽENIE ČEBRAŤ**  
Adresa: Furmanská 6  
841 03 Bratislava  
IČO: 35 881 879  
IČ DPH: SK2021815191  
Bankové spojenie: VÚB Banka, č.ú.: 3223112556/0200

### Zhotoviteľ

Názov: **CAD-ECO a.s.**  
Adresa: Svätoplukova 28  
821 08 Bratislava  
IČO: 36 006 980  
IČ DPH: SK2020451257  
Bankové spojenie: ČSOB, a.s. Žilina, č.ú.: 184268633/7500

### 1.3 Stručná charakteristika prírodných pomerov

Záujmové územie predstavuje okolie novej trasy diaľnice D1 v úseku Hubová - Likavka. Územie sa nachádza v Žilinskom samosprávnom kraji, v okrese Ružomberok (508) v katastrálnom území obcí Hrboltová (IČZÚJ 510998, IČÚTJ 819221) a Likavka (IČZÚJ 510599, IČÚTJ 832171).

Nová trasa začína v km 1,5 rozostavanej diaľnice D1 Hubová - Ivachnová (pôvodná trasa) medzi obcami Hubová a Hrboltová, pričom následne sa odkláňa od pôvodného koridoru diaľnice smerom na sever. Približne v km 2,1 novej trasy vstupuje diaľnica do tunela Čebrať. Tunelom prechádza popod južné svahu kóty Radičiná (1127,2 m n.m.) a severné svahy vrchu Čebrať (1054,2 m n.m.) a od jeho východného portálu vstupuje do údolia Likavky severne od obce Likavka. Poloha východného portálu tunela Čebrať sa nemení. Trasa ďalej pokračuje v pôvodnom koridore diaľnice D1 Hubová - Ivachnová až po koniec úseku. Predmetom prieskumných prác bola oblasť portálu v km cca 2,0 - 2,3.

#### 1.3.1 Geomorfologické pomery

Z geomorfologického hľadiska širšie okolie trasy diaľnice D1 leží v subprovincii Vnútrotných Západných Karpát, oblasti fatransko-tatranskej a patrí do celkov Veľká Fatra (podcelok Šípska Fatra) a Podtatranská kotlina (podcelok Liptovská kotlina, časti Chočské podhorie, Liptovské nivy a Galovianske háje).

Hornatinový reliéf v úseku Hubová – Likavka odráža geologickú stavbu a vývoj územia. Charakteristické sú hlboko zarezané antecedentné doliny so strmými (sklon viac ako 15°, v bralnatých častiach i nad 30°), mierne členitými svahmi. Typickým prvkom je rozbrázdnenie svahov vysokých vrchov početnými rázsochami a dolinami. Najvýraznejšími vrcholmi v tejto časti trasy sú Borček (713,6 m n.m.), Radičiná (1127,2 m n. m.) a Čebrať (1054,2 m n.m.). Miernejšie sklony svahov sú charakteristické len pre širšie časti údolia Váhu v oblasti Hubovej a Hrboltovej.

Tabuľka 1 Geomorfologické členenie (celá trasa D1 Hubová - Ivachnová)

	1	2	3	4	5
<b>Sústava</b>	Alpsko–himalájska				
<b>Podsústava</b>	Karpaty				
<b>Provincia</b>	Západné Karpaty				
<b>Subprovincia</b>	Vnútrotné Západné Karpaty				
<b>Oblasť</b>	Fatransko–tatranská oblasť				
<b>Celok</b>	Veľká Fatra	Podtatranská kotlina			Chočské vrchy
<b>Podcelok</b>	Šípska Fatra	Liptovská kotlina			Choč
<b>Časť</b>	-	Chočské podhorie	Liptovské nivy	Ľubefská pahorkatina	-

Hlavným činiteľom, ktorý ovplyvňoval vývoj územia v nedávnej geologickej minulosti, bol tok rieky Váh v súčinnosti s tektonickými procesmi - výzdvihom okolitých pohorí a poklesávaním výplne kotliny, resp. so spätnými násunmi horninových kryh. Smer toku Váhu je najvýznamnejšie ovplyvnený tektonickým porušením a geologickou stavbou okolitých horstiev, kde rieka sledovala najoslabenejšie časti masívu. Riečna činnosť - najmä bočná a hĺbková erózia a akumulácia - spôsobovala vznik epigenetických meandrov (najmä v neogéne a kvartéri). Výsledkom tejto činnosti je údolie s hlboko zarezaným vodným tokom s pomerne strmými svahmi. Podrezávaním svahov eróznou činnosťou rieky a následným prerozdelením napätosti masívov dochádza k vzniku svahových pohybov vo forme plošných zosunov

i blokových deformácií. Pri vyústeniach bočných prítokov Váhu do hlavnej doliny vznikli prolúviálne kužele rozličného rozsahu.

### 1.3.2 Seizmicita územia

Z hľadiska **seismicity** v zmysle STN EN 1998-1-1 (Seizmické zaťaženia stavebných konštrukcií) záujmové územie leží v oblasti seizmickej intenzity 6° MSK-64 a nachádza sa v zdrojovej oblasti seizmického rizika č.4 so základným seizmickým zrýchlením  $a_r = 0,3 \text{ m.s}^{-2}$ , pričom hodnota referenčného špičkového zrýchlenia  $a_{gR} = 0,63 \text{ m.s}^{-2}$ . Geologické podložie je možné zaradiť prevažne do kategórie A.

### 1.3.3 Klimatické pomery

Klimatické pomery územia sú podmienené pomerne vysokou nadmorskou výškou okolitých pohorí v úseku diaľnice Hubová – Likavka a uzatvoreným charakterom údolia Váhu a príľahlých dolín. V zmysle starších klasifikácií podľa Quitta (1971) je skúmaná oblasť zatriedená do klimatických oblastí **MT1** a príľahlé svahy do oblasti **CH5**. Klimatická oblasť **CH5** je charakterizovaná veľmi krátkym až krátkym letom, mierne chladným a vlhkým, dlhým prechodným obdobím s chladnou jarou a mierne chladnou jeseňou. Zima je veľmi dlhá a chladná, mierne vlhká, s dlhým obdobím trvania snehovej pokrývky. Klimatická oblasť **MT1** je charakterizovaná krátkym letom, mierne chladným a vlhkým. Prechodné obdobie je veľmi dlhé, s mierne chladnou jarou a miernou jeseňou. Zima je dlhá, chladná, suchá až mierne suchá, s dlhým obdobím trvania snehovej pokrývky. Prehľad klimatických charakteristík je spracovaný v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Klimatické charakteristiky podľa Quitta

Klimatické charakteristiky / Klimatická oblasť	MT1	CH5
Počet letných dní ( $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ )	20 - 30	10 - 30
Počet dní s priemernou teplotou $10^{\circ}\text{C}$ a viac	120 - 140	100 - 120
Počet mrazových dní ( $T_{\max} \leq 0,1^{\circ}\text{C}$ )	160 - 180	140 - 160
Počet ľadových dní ( $T_{\min} \leq 0,1^{\circ}\text{C}$ )	40 - 50	60 - 70
Priemerná teplota v januári [ $^{\circ}\text{C}$ ]	-5 - -6	-5 - -6
Priemerná teplota v júli [ $^{\circ}\text{C}$ ]	15 - 16	14 - 15
Priemerná teplota v apríli [ $^{\circ}\text{C}$ ]	5 - 6	2 - 4
Priemerná teplota v októbri [ $^{\circ}\text{C}$ ]	6 - 7	5 - 6
Priemerný počet dní so zrážkami $\geq 1\text{mm}$	120 - 130	120 - 140
Zrážkový úhrn vo vegetačnom období	500 - 600	500 - 600
Zrážkový úhrn v zimnom období [mm]	300 - 350	350 - 400
Počet dní so snehovou pokrývkou	100 - 120	120 - 140
Počet zamračených dní	120 - 150	140 - 150
Počet jasných dní	40 - 50	30 - 40

V súlade s ON 73 6196 „Ochrana cestných komunikácií pred účinkami premrzania podložia“ je možné z týchto klimatických parametrov približne stanoviť hĺbku premrzania podkladu pomocou vzťahu:  $h_{pr} = \sqrt{2 \cdot \alpha_0 \cdot T_m}$ , kde mrazový súčiniteľ  $\alpha_0 = 57$  a počet mrazových dní v roku  $T_{min} = 140 - 180$ . Z uvedeného je hĺbka premrzania podkladu pre jednotlivé klimatické oblasti stanovená nasledovne:

- pre oblasť MT1,  $T_m = 180$ ,  $\alpha_0 = 57$        $h_{pr} = \sqrt{2 \cdot \alpha_0 \cdot T_m} = 143$  cm
- pre oblasť CH5,  $T_m = 160$ ,  $\alpha_0 = 57$        $h_{pr} = \sqrt{2 \cdot \alpha_0 \cdot T_m} = 135$  cm

Priemerné mesačné zrážkové úhrny za obdobie rokov 1951 až 1980 merané v Ľubochni a Ružomberku aj s priemernými teplotami vzduchu sú uvedené v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Priemerné mesačné zrážkové úhrny a priemerné teploty (1951 – 1980)

Priemerný úhrn zrážok (mm)	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok	IV.-IX.	X.-III.
Ľubochňa	56	52	50	60	75	113	115	98	70	66	69	67	891	531	360
Ružomberok	39	38	35	46	61	99	94	76	59	52	51	46	696	434	262
Priem. mes. tepl. vzduchu (°C)	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok	IV.-IX.	X.-III.
Ružomberok	-3,9	-2,1	1,9	7,3	12,1	15,5	16,8	16,1	12,4	7,9	3,1	-1,5	7,1	13,4	0,9

### 1.3.4 Geologické pomery

Geologická stavba územia v trase diaľnice D1 Hubová – Ivachnová a v novej trase tunela Čebrať je komplikovaná a dosiaľ nie celkom spoľahlivo objasnená. Z geologického hľadiska budujú územie v širšom okolí novej trasy diaľnice horniny mezozoika, paleogénu a kvartéru. V úseku Hubová – Likavka patria podložné horniny do mezozoického komplexu krížňanského a chočského príkrovu jadrového pohoria Veľká Fatra (Šípska Fatra), len ojedinele sa vyskytujú zvyšky paleogénnych hornín.

Najmä v údolných častiach územia sú vyvinuté kvartérne sedimenty rôznej genézy, charakteru a hrúbky. Povrch územia je pokrytý temer súvislou vrstvou kvartérnych zemín, pričom dominujú zeminy deluviálnej, fluviálnej a proluviálnej genézy, lokálne sa vyskytujú aj antropogénne sedimenty a sedimenty organogénne. Veľká časť územia je postihnutá svahovými deformáciami. V zmysle **regionálneho členenia** (Mahel' et al., 1967) je širšie územie budované horninami geotektonickej jednotky Centrálné západné Karpaty. Trasa diaľnice zasahuje rozličnou mierou do nižšie opísaných geologických celkov, budujúcich územie.

#### 1.3.4.1 Veľká Fatra

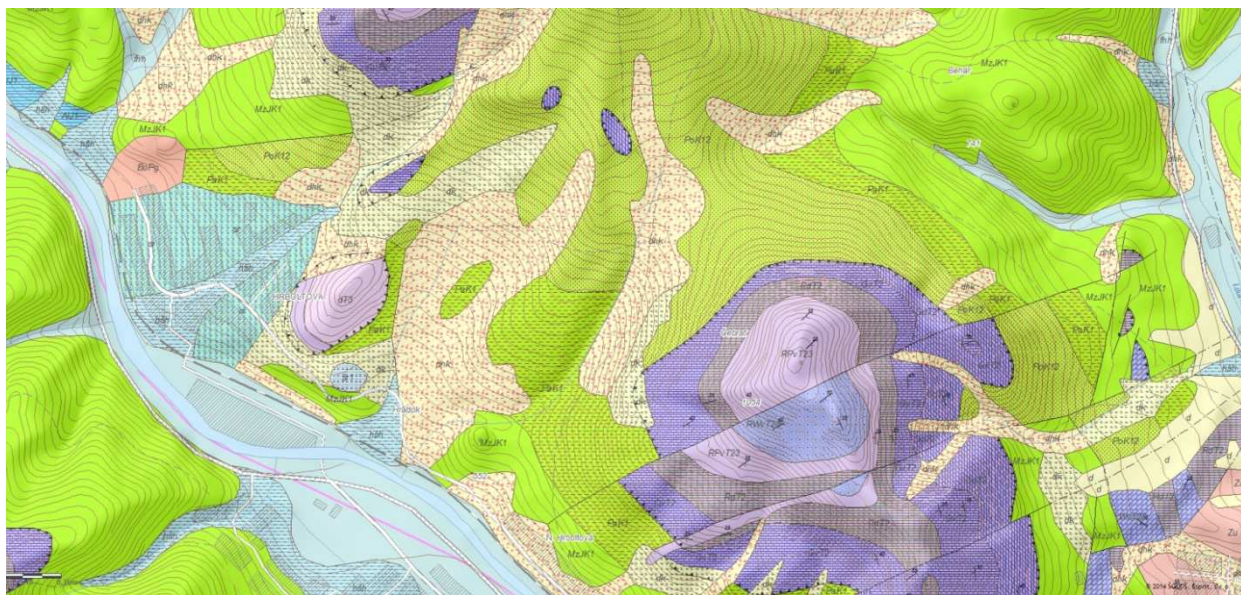
Veľká Fatra je výrazný horský masív severo-južného smeru s charakteristickou hrást'ovou štruktúrou. Jeho najsevernejšia časť je oddelená antecedentným údolím Váhu. Horský masív je z východu ohraničený revúckymi zlomami, zo západu zlomami na okraji Turčianskej kotliny. Veľkú Fatru v jej severnej časti budujú prevažne mezozoické horniny tatrika, veporika a hronika. Napriek tomu, že skúmaná trasa diaľnice sa nachádza severne od toku Váhu, túto oblasť priradujeme tiež k Veľkej Fatre.

#### Veporikum – krížňanský príkrov

Mezozoické horniny krížňanského príkrovu majú v západnej časti územia najväčšie rozšírenie. Z nich sú zastúpené hlavne horniny jury a kriedy.

Jura je zastúpená algäuským súvrstvom, ktoré vystupuje na pravej strane doliny Váh medzi Hubovou a Hrboltovou. Algäuské súvrstvie je tvorené sivými škvritými slienitými vápencami, slieňovcami a vložkami bridlíc, s výraznou lavicovitou až doskovitou vrstevnatosťou. Úložné pomery hornín algäuského súvrstvia sú orientované v smere SZ-JV so

sklonom 30° k SV. Tento komplex sa podľa dosiaľ známych informácií trasy dotýka len okrajovo na začiatku riešeného úseku.



Obrázok 1 Výrez z geologickej mapy 1 : 50 000 (zdroj: Mapový portál ŠGÚDŠ Bratislava)

Horniny kriedy majú prevládajúce zastúpenie. Vystupujú v úseku od Hubovej až po Likavku. Úložné pomery vrstiev križňanského príkrovu sú takmer v celom priestore podobné. Smer vrstiev je hlavne V-Z, menej SZ-JV so sklonmi 10 - 30° k severu resp. SV. Medzi súvrstvia križňanského príkrovu, ktoré sa vyskytujú v skúmanom území, patria:

- **porubské súvrstvie** (alb - cenoman) – ide o flyšové súvrstvie ílovitých bridlíc, piesčitých vápencov a jemnozrnných pieskovcov.
- **vlkolínske brekcie** (barém - alb) – chaoticky zvrstvené vápencovo-slieňovcové brekcie.
- **slienité bridlice** (barém - alb) – súvrstvie tmavosivých slienitých bridlíc a piesčitých a organodetritických vápencov.
- **mráznické súvrstvie** (valangin - spodný barém) – ide o súvrstvie sivých slienitých vápencov, slieňovcov a slienitých bridlíc, miestami s polohami organodetritických vápencov. Vápence sú prevažne lavicovité, tektonizované až zbridičnatené, s nerovnými plochami vrstevnatosti. Bridlice tvoria polohy do hrúbky 2 m. Časté sú železité povlaky na plochách.
- **osnické súvrstvie** (titón – spodný valangin) – sivé slienité vápence s lastúrnatým lomom, doskovité až lavicovité, s vložkami slienitých bridlíc do 5 cm. V teréne sú ťažko vyčleniteľné.
- **jaseninské súvrstvie** (kimeridž – titón) je vyvinuté v oblastiach s výskytom rádiolaritov. Súvrstvie je budované sivými, zelenými, červenými a fialovými slabo slienitými tenkolavicovitými až doskovitými vápencami. Súvrstvie je silno zbridičnatené. Obsahuje vložky slienitých bridlíc. V spodnej časti sa vyskytujú polohy červených hľuznatých vápencov.
- **rádioláriové vápence** (vrchný kelovej – oxford) predstavujú jedno z najvýraznejších súvrství križňanského príkrovu. Je budované pestrými (fialové, zelené, červené, sivé) rádioláriovými vápencami s hľuzami a polohami rádiolaritov. Sú lavicovité až doskovité so zvláňenými plochami vrstevnatosti a prepláskami ílovitých bridlíc.
- **kremitý fleckenmergel** (álen) – ide o tenké šošovky celistvých kremitých škvrnitých vápencov, ktoré sú výrazne lavicovité. Obsahujú hľuzy čiernych rohovcov, lokálne vrstvy



organodetrítických krinoidových vápencov;

- **allgäuské vrstvy** (lotaring) predstavujú komplex tmavosivých slienitých škvrnitých vápencov a slienitých bridlíc. Vápence sú doskovité až lavicovité, charakteristické výskytom orientovaných čiernych škvŕn a pyritových globuliek. Hrúbka komplexu dosahuje 100 m.

Súvrstvia krížňanského príkrovu môžu byť pretínané mladšími ultrabázickými vulkanitmi vo forme maloplošných komínov.

### **Hronikum – chočský príkrov**

Mezozoické horniny (stredný, vrchný trias) chočského príkrovu (hronika) tvoria v západnej časti územia výrazné morfológické elevácie, s charakteristickým bralným reliéfom, uložených na horninách krížňanského príkrovu. Typickým príkladom je masív Čebrať. Menšie denudačné tektonické trosky a bloky hornín tohto príkrovu sú v priestore Hrboltovej a Likavky. Horniny hronika sú zastúpené prevažne gutensteinskými vápencami, ramsauskými dolomitmi, reiflinskými a raminskými vápencami. Vzhľadom na pomerne zakrytý terén v skúmanej oblasti nie je možné podľa doterajších informácií jednoznačne určiť priebeh bázy chočského príkrovu. Úložné pomery hornín chočského príkrovu sú v smere SV-JZ so sklonmi 20 - 50° k JZ, pričom pod Čebraťou báza príkrovu má mierne antiklinálny priebeh. Medzi horninové komplexu chočského príkrovu v širšej oblasti patria:

- **hlavné dolomity** (karn – norik) – sú najvrchnejším členom chočského príkrovu v tejto oblasti. Sú prevažne svetlosivé, lavicovité s hrúbkou lavíc 20 – 200 cm. Sú zväčša celistvé, menej sa vyskytujú kryštálické a pórovité variety. V komplexe sa nachádzajú polohy dachsteinských vápencov. Celková hrúbka súvrstvia dosahuje maximálne 200 m;
- **wettersteinské vápence a dolomity** (fasan) – predstavujú svetlosivé celistvé a organodetrítické dolomity, prevažne hrubolavicovité, so stromatolitovými polohami. Hrúbka súvrstvia dosahuje 300 m. V miestach, kde sú vyvinuté stromatolitové polohy sú pravidelne lavicovité, s hrúbkou vrstiev 10 – 20 cm. Väčšinou sú celistvé, silno pórovité s dutinkami po riasach;
- **raminské vápence** (ilýr – kordevol) – predstavujú prechodný typ medzi wettersteinskými a reiflinskými vápencami.
- **gaderské vápence** (pelsón – ilýr) sú tmavosivé, celistvé alebo svetlosivé krinoidové vápence. Sú lavicovité až hrubolavicovité alebo masívne, s charakteristickým hnedým odtieňom, v spodnej časti súvrstvia prevládajú slienitejšie typy. Hrúbka komplexu je cca 100 m;
- **reiflinské vápence** (pelsón – kordevol) – predstavujú tmavosivé až sivé vrstevnaté, niekedy organodetrítické vápence s hojnými hľuzami a vrstvami rohovcov. Sporadicky sa vyskytujú vložky sivých a olivovozelených i béžových tufitov hrúbky do 20 – 30 cm, niekedy i viac. Vrchnú časť súvrstvia tvoria niekedy niekoľko metrov hrubé vrstvy tmavosivých vápnitých a ílovitých bridlíc s lavicami tmavých, ílovitých vápencov s vrstvičkami silicitov. Vápence a dolomity sú veľmi pevné, zvyčajne zdravé až navetrané, v okolí výrazných puklín a tektonických porúch zvetrané. Sú systematicky rozpukané, s otvorenými puklinami. Hydrogeologicky predstavujú kolektor podzemnej vody s výraznou puklinovou a krasovou priepustnosťou;
- **ramsauké dolomity** (vrchný anis) – sú tmavosivej farby so žltkastou patinou, vrstevnaté, s hrúbkou vrstiev 10 – 15 cm. Sú často brekciovité. Sú celistvé, so zrnitým dolomitickým rozpadom. Vyskytujú sa v nich vložky tmavosivých bridlíc. Obsahujú zrná pyritu. Hydrogeologicky predstavujú kolektor podzemnej vody s výraznou puklinovou a krasovou priepustnosťou. Hrúbka súvrstvia dosahuje 200 – 300 m;

- **gutensteinské vápence** (anis) – predstavujú tmavosivé až čierne hrubolavicovité vápence, často červíkovité, miestami laminované, s vložkami dolomitov, s bielymi kalcitovými žilami. Ojedinele sa vyskytujú organodetrítické vápence. Hrúbka súvrstvia dosahuje 150 m. Hojne sa vyskytujú polohy brekcií;
- **gutensteinské dolomity** (spodný anis) – predstavujú tmavosivé až tmavohnedé a čierne, silne bituminózne dolomity, často vystupujúce vo forme šošoviek, miestami laminované, s vložkami dolomitov, s bielymi kalcitovými žilami. Sú tenko doskovité až tenkolavicovité. Hrúbka súvrstvia dosahuje 20 m. Hojne sa vyskytujú polohy brekcií;

#### 1.3.4.2 Pokryv územia

**Kvartérne sedimenty** na území oboch vyššie uvedených celkov – Liptovskej kotliny i Veľkej Fatry – zahrňujú rad genetických typov, vyznačujúcich sa variabilným litologickým zložením, pestrou faciálnou skladbou i rôznym vekom od najstaršieho pleistocénu až do holocénu. V sledovanom území sú vyvinuté sedimenty:

- **Fluviálne a terasové sedimenty** - sedimenty dnovej akumulácie nív sú súvisle vyvinuté v dolinách Váhu a Likavky. Majú charakter štrkov s prímiesou jemnozrnnej zeminy, štrkov hlinitých, príp. štrkov ílovitých. Medzi Hubovou a Hrboltovou boli zistené sedimenty strednej a vrchnej terasy, ktoré sú tvorené väčšinou piesčitými a ílovitými štrkami.
- **Proluviálne sedimenty**, do tejto skupiny zaraďujeme hlavne sedimenty náplavových kužeľov, ktoré sú situované pri vyústení svahových dolín do doliny Váh, kde často prekrývajú terasové sedimenty. Niektoré z nich sú pomerne rozľahlé (Hrboltová, Lisková). Sú tvorené hlinito-ílovitými až štrkovitými sedimentami s rôznym podielom úlomkov hornín.
- **Deluviálne sedimenty**, do skupiny deluviálnych sedimentov začleňujeme pestrú paletu prevažne svahových, soliflukčných a gravitačných sedimentov s rozličným stupňom premiestnenia. Deluviálne sedimenty majú charakter hlinitých, ílovitých až kamenito-ílovitých sutí, ktoré sú najmä na úpätí svahov, skalných zrázov a na vyrovnanějších štruktúrnych plošinách tvorených najmä paleogénnymi horninami. Na strmšie sklonených svahoch v západnej časti územia prevládajú na horninách krížňanského príkrovu ílovito-kamenité sute. Na vápencoch a dolomitoch chočského príkrovu sa svahy zostrmujú a často prechádzajú do bralného reliéfu. Odrazom toho je výskyt kamenitých a balvanitých sutí na svahoch Čebrate.
- **Antropogénny komplex** – skládky odpadov a navážky telies jestvujúcich ciest a železnice, hrádzí vodných tokov a nádrží.

#### 1.3.5 Inžinierskogeologické pomery

V zmysle regionálnej inžinierskogeologickej klasifikácie (Matula, 1965) je územie zatriedené do inžinierskogeologického regiónu **Jadrových pohorí** – oblasti vysokých jadrových pohorí (3 - Veľká Fatra a 5 - Chočské pohorie) a regiónu **Neogénnych tektonických vkleslín** - oblasť vnútrohorských kotlin (56 - Liptovská kotlina).

V území možno vyčleniť nasledovné litologické formácie:

- **formácia vápencovo-dolomitická** je na skúmanom území dominantná. Charakteristickými horninami sú vápence a dolomity, rádiolarity, slieňovce, bridlice, menej klastické horniny. Vytvárajú rajóny vápencových hornín (Sv), rajón dolomitických hornín (Sd);
- **pestrá pieskovcovo-slieňovcovo-vápencová formácia** je na skúmanom území dominantná. Charakteristickými horninami sú vápence a dolomity, rádiolarity, slieňovce, bridlice, menej klastické horniny. Vytvárajú rajóny vápencových hornín (Sv), rajón

dolomitických hornín (Sd) a rajón ílovcovo-vápencových hornín (Ss);

- **flyšová formácia** je zastúpená v oblasti Liptovskej kotliny. Najčastejšie sa vyskytujúci horninami tejto formácie v tejto oblasti sú ílovce, vápnité ílovce, siltovce a pieskovce (prípadne lokálne až mikrozlepence). Horniny tejto formácie vytvárajú rajón flyšoidných hornín (Sf) a rajón ílovcovo-prachovcových hornín (Si);
- **formácia kvartérnych pokryvných útvarov** je reprezentovaná v širšom okolí niekoľkými komplexami:
  - **rajón údolných riečnych náplavov - Fn** predstavujú hlinité a štrkovité zeminy výplne údolnej nivy Váhu resp. nivy riečky Revúca a iných prítokov Váhu. Ide prevažne o štrkové akumulácie korytových facií, ktoré sú prekryté sedimentami holocénnych náplavov - ílov, piesčitých ílov alebo piesku. Najvýznamnejšie akumulácie sú v údolnej nive Váhu a jeho významných prítokov. Hrúbka štrkového komplexu dosahuje 5 - 10 m, miestami až do 12 m, pričom zeminy sú prevažne stredne uľahnuté;
  - **rajón riečnych terás - Ft** tvoria fluviálne sedimenty zachovaných terasových stupňov rieky Váh. Ide prevažne o štrkovité a ílované zeminy terasových stupňov, zvyčajne uľahnuté, silne zvetrané. Hrúbka komplexu dosahuje 3 - 12 m;
  - **rajón náplavov horských tokov - Fh** predstavuje výplň dna horských údolí. Výplne horských prítokov sú menej vytriedené, hruboštrkovité až balvanité s premenlivou hrúbkou.
  - **rajón mŕtvych ramien - Fs** - ide prevažne o hlinité a piesčité bahňaté sedimenty s vysokým obsahom organických látok, slabo uľahnuté, môže sa vyskytnúť v oblasti Turčianskej kotliny na okraji aluviálnej nivy;
  - **rajón deluviálnych sedimentov - D** - svahové jemnozrnné zeminy, kamenito-hlinité sutiny hlinito-kamenité sutiny, balvanité a kamenité sute Deluviálne sedimenty prekrývajú predkvartérne komplexy hornín na miernejších svahoch, v oblasti depresí, mimo oblastí s rozvinutými zosuvnými delúviami. V oblasti strmších svahov sú prevažne charakteru ílovaných sutí a ílovaných kamenitých sutí, menej ílov. Ich hrúbka dosahuje 1 - 5 m, iba miestami sú akumulácie delúvií viac ako 10 m;
  - **rajón zosuvných delúvií - Dz** - prevažne aktívne a stabilizované prúdové a plošné zosuvy. Sú podobné ako deluviálne sedimenty vyvinuté na svahoch, kde však pôsobením viacerých faktorov došlo k rozvoju svahových pohybov. Ako zosuvné delúviá sú vyvinuté aj bloky podložných skalných a poloskalných hornín s charakterom plazenia a zosúvania sa po podložných horninách flyšoidného charakteru,
  - **rajón proluviálnych sedimentov - P** ide o málo vytriedené hlinité a štrkovité zeminy, často s obsahom organických látok, ktoré reprezentujú akumulácie deluviálnych, fluviálnych sedimentov horských tokov v úzkych údoliach a pri vyústení horských údolí. Ich hrúbka môže lokálne presahovať aj 10 m (Hrboltová, Lisková, Hubová);
  - **rajón antropogénnych navážok - An** - stavebné navážky, násypy ciest a železnice, hrádze. Ide prevažne o štrkovité zeminy s rozličným zastúpením jemnozrnej frakcie;
  - **rajón navážok odpadov - Ao** - prevažne divoké skládky a pod.

### 1.3.6 Geodynamické javy

Najcharakteristickejšími geodynamickými javmi, ktoré sa vyskytujú v širšom okolí projektovanej trasy diaľnice, sú:

**Zvetrávanie** možno rozdeliť na plošné a hĺbkové. Plošnému zvetrávaniu je vystavené prakticky celé územie trasy. Jeho dosah je obmedzený, kvartérny pokryvný komplex čiastočne

chráni hlbšie uložené podložné horninové masívy. Plošnému zvetrávaniu menej odolávajú hlavne plastické členy súvrství, teda ílovce, slieňovce a siltovce. Hĺbkové zvetrávanie je viazané najmä na tektonicky porušené horninové masívy s vysokým stupňom rozvoľnenia a na oblasti s výraznejšou cirkuláciou podzemnej vody.

**Krasovatenie** je v skúmanom území široko rozvinuté najmä pre významný podiel karbonátových hornín, podieľajúcich sa na geologickej stavbe územia. Na území je známych niekoľko jaskýň v rozličnom stupni vývoja a s rozličnou sintrovou výzdobou.

**Erózia** je viazaná najmä na okolie vodných tokov a oblasť svahov. Brehy vodných tokov sú vystavené bočnej i hĺbkovej erózii. Hĺbková (výmoľová) erózia sa výrazne prejavuje najmä na strmších svahoch a v kombinácii so svahovými pohybmi.

**Svahové pohyby** sú v hodnotenom území široko rozvinuté. Vzhľadom na flyšový charakter niektorých súvrství križňanského príkrovu, vznikajú tu podmienky pre vznik plošných a prúdových zosuvov i blokových deformácií. Naopak, väčšina strmých skalných svahov budovaných horninami chočského príkrovu je postihnutá blokovými deformáciami, skalnými zrúteniami, opadávaním úlomkov a podobne.

**Akumulácia** sedimentov je viazaná na pomalé vodné toky a úpätia svahov. V danej oblasti je to najmä akumulácia štrkovitých a bahnitých sedimentov na dne vodných tokov a pri vyústeniach bočných doliniek do hlavného údolia vodného toku. Na úpätiach skalných stien a hrebienkov dochádza k akumulácii suťového materiálu a vzniku dejekčných kuželov a suťovísk.

**Zemetrasenia** v poslednej dobe neboli zaznamenané, vzhľadom na tektonickú predispozíciu širokej oblasti na rozhraní vnútorných a vonkajších Karpát však predpokladáme určitú možnosť ich vzniku.

**Neotektonické pohyby** predstavujú doznievanie poslednej fázy alpínskeho vrásnenia. Ide hlavne o vertikálnu diferenciaciu kotlín a priľahlých pohorí. Pohoria majú tendenciu relatívne rásť voči priľahlým kotlinám. Pohyby sa dejú najmä po už jestvujúcich zlomových štruktúrach a majú prevažne vertikálnych charakter. Zlomy sa výrazne podieľajú na rozvoľnení v odlučných oblastiach prízlomových gravitačných blokov, v ktorých došlo k oslabeniu väzieb v horninách. Sčasti tu došlo aj k vytvoreniu nespojitých deformácií a uplatnila sa na nich erózia a vývoj svahových pohybov, takže sú v reliéfe veľmi výrazné.

#### 1.4 Hydrogeologická charakteristika

Hydrogeologické pomery v trase diaľnice D1 v úseku Hubová - Likavka sú odrazom prevládajúcej puklinovej a puklinovo-krasovej priepustnosti podložných, hlavne mezozoických hornín. Z hydrogeologického hľadiska je územie v trase projektovanej diaľnice možné rozdeliť do troch oblastí:

- územie budované horninami mezozoika
- územie budované sedimentami kvartéru

V území budovanom **karbonatickými horninami** býva hladina podzemnej vody vďaka veľkej priepustnosti zaklesnutá hlboko pod terén a hlavnými kolektormi sa stávajú horizonty viazané na kvartérne sedimenty. Dôležitými cestami prúdenia podzemných vôd v tejto oblasti sú tektonické zlomové línie, pozdĺž ktorých môže podzemná voda vystupovať na povrch. Charakteristickým znakom pre tento typ prúdenia podzemnej vody je vznik travertínových a penovcových kôp v miestach výverov.

Z **kvartérnych sedimentov** sú vyššou medzizrnovou priepustnosťou charakterizované fluviálne a terasové štrky a proluviálne štrkovité sedimenty. Ich hydrogeologická funkcia je

závislá najmä od hrúbky, ako aj stupňa zahlinenia a situovania kolektoru v teréne. Dominantné zastúpenie majú v úseku Lisková – Ivachnová, kde trasa prechádza aluviálnou nivou.

Trasa diaľnice sa nachádza v nasledujúcich hydrogeologických rajónoch:

- |       |   |
|-------|---|
| M-019 | Mezozoikum západnej časti Chočských vrchov; |
| M-020 | Mezozoikum severnej časti Veľkej Fatry.     |

## 1.5 Geologická preskúmanosť územia

Medzi najstaršie geologické práce z tohto územia patria tie, ktoré boli vykonané v rámci základného geologického mapovania a výskumu geologickej stavby Československa. Tu možno spomenúť geologickú štúdiu okolia Ružomberka A. Matějku (1925), ktorý v nej zhodnotil aj príkrovovú tektonickú stavbu a v r. 1927 vypracoval prvú geologickú mapu okolia Ružomberka v M = 1:40 000. V roku 1964 Maheľ a kol. spracoval Základnú geologickú mapu v M=1:200 000, list Banská Bystrica. Časť územia v oblasti Tunela Čebrať a Likavky je znázornené v Geologickej mape južnej a východnej Oravy v mierke 1:50 000 (Gross et al., 1994). Oblasť Liptovskej kotliny mapoval Gross a kol. (1980). Časť územia v okolí Hubovej je spracovaná aj v Geologickej mape Veľkej Fatry v M=1: 50 000 (Polák et al., 1997).

Z hľadiska inžinierskej geológie bolo širšie územie trasy skúmané najmä z dôvodu hojného výskytu svahových deformácií. Početný výskyt zosuvov bol zaznamenaný najmä počas registrácie zosuvných území v Liptovskej kotline a spracovaný bol v Mape svahových porúch západného ukončenia Liptovskej kotliny M=1:10 000 (Malgot et al., 1985). Územie trasy diaľnice D1 je aj súčasťou Inžinierskogeologickej mapy Ružomberok v mierke 1:10 000 (Páleník et al., 1988). Množstvo prieskumných diel bolo realizovaných v okolí toku Váhu pre účely jeho energetického využitia a regulácie. Z týchto prieskumov spomenieme úlohu Horný Váh III. - Úsek Bešeňová - Krpeľany, orientačný inžinierskogeologický prieskum (Matejček et al., 1988 a 1992). Celé skúmané územie bolo spracované v Atlase inžinierskogeologických máp v mierke 1:200 000 (Matula et al., 1985). Okrem uvedených prác sa v širšom okolí projektovanej trasy diaľnice v analogických pomeroch realizovalo niekoľko prieskumov najmä pre účely investičnej výstavby (vodovod, kanalizácia, občianska vybavenosť) a pre sanáciu zosuvov.

Pre prípravu **výstavby diaľnice D1** v trase Martin – Liptovský Mikuláš bolo zrealizovaných niekoľko etáp prieskumných prác a publikovaných niekoľko štúdií a posudkov. Z najdôležitejších je potrebné spomenúť:

- Čajka, O.: Diaľnica D-1 Ivachnová - Liptovský Mikuláš, objekt: štúdia preložky štátnej cesty I/18, inžinierskogeologický prieskum. Dopravoprojekt n.p., Bratislava, 1970. GEOFOND 24241;
- Lehocký, M. – Kraus, A.: Inžiniersko-geologické pomery v trase Diaľnica D-1 Trenčín - Poprad. B/ Podrobná časť - úsek II. Žilina - Ružomberok, geologická štúdia. IGHP n.p., Žilina, 1969. GEOFOND 22445/B;
- Máťuš, J.: Ľubochňa - Ivachnová - diaľnica D1, orientačný inžinierskogeologický a predbežný hydrogeologický prieskum. URANPRES s.r.o., Spišská nová ves, 1996. GEOFOND 80482;
- Máťuš, J.: Ľubochňa - Ivachnová - diaľnica D1, doplnenie orientačného inžinierskogeologického prieskumu. URANPRES s.r.o., Spišská nová ves, 2001. GEOFOND 80482;
- Fussgänger, E., et. al.: D1 Hubová - Ivachnová, podrobný inžinierskogeologický prieskum Stavební geologie – Geotechnika, a.s., Bratislava, 2006;
- Fussgänger, E., et. al.: D1 Hubová - Ivachnová, doplnkový inžinierskogeologický

prieskum Stavební geologie – Geotechnika, a.s., Bratislava, 2007;

- Šamaj, M. – Coplák, M. – Copláková, J. – Gažúr, J.: Hubová - Ivachnová - diaľnica D1, doplnkový inžinierskogeologický prieskum. GEOFOS s.r.o., Žilina, 2010. GEOFOND 90661
- Šamaj, M. – Coplák, M. – Copláková, J. – Gažúr, J.: Hubová - Ivachnová - diaľnica D1 (úsek 3), doplnkový inžinierskogeologický prieskum - II. etapa. GEOFOS s.r.o., Žilina, 2010. GEOFOND 90666
- Šamaj, M.: Highway D1 Hubová - Ivachnová, geotechnical monitoring. (Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, geotechnický monitoring.). GEOFOS s.r.o., Žilina, 2012. GEOFOND 91900
- Rentka, R.: Geologické pomery v trasách diaľničných tunelov v SR. Inžinierskogeologická štúdia. INGEO a.s., Žilina, 1995;
- Vrábek P, et.al.: Diaľnica D1 Poluvsie – Ivachnová, inžinierskogeologická štúdia, IGHP n.p., Žilina, 1984.

Je potrebné pripomenúť, že predkladaná záverečná správa v plnej miere zohľadňuje všetky uvedené predchádzajúce prieskumné práce a vhodným spôsobom ich dopĺňa.

## 1.6 Ložiská nerastných surovín

V širšom území sa nachádzajú žiadne ložiská nerastných surovín, ktoré je možné využiť (okrem zdrojov priamo z výstavby diaľnice) ako zdroj potrebných surovín na výstavbu diaľnice. Trasa diaľnice priamo nezasahuje žiadne ložisko. Význačné ložiská v širokom okolí koridoru diaľnice D1 sú prehľadne uvedené v nasledujúcich tabuľkách. V tabuľke 4 sú ložiská nevyhradených nerastov, v tabuľke 5 ložiská vyhradených nerastov s ložiskovým územím a v tabuľke 6 ložiská vyhradených nerastov s určeným dobývacím priestorom.

*Tabuľka 4 Ložiská nevyhradených nerastov*

Identifik. číslo	Názov ložiska	Organizácia	Surovina	kataster	kraj
4272	Kraľovany I	-	stavebný kameň	Kraľovany	Žilinský
4035	Kraľovany III	ŠGÚDŠ Bratislava	stavebný kameň	Kraľovany	Žilinský
4658	Ružomberok III	PK Doprastav a.s. Žilina	stavebný kameň	Ružomberok	Žilinský
4195	Biela Púť - Ludrová	Poľnohospodárske družstvo Ludrová	stavebný kameň	Ludrová	Žilinský

*Tabuľka 5 Ložiská vyhradených nerastov s chráneným ložiskovým územím*

Identifik. číslo	Názov ložiska	Organizácia	Surovina	kataster	kraj
275	Kraľovany	neuvažuje sa o ťažbe	vápenec ostatný	Kraľovany	Žilinský
565	Ružomberok	Wienerberger slovenské tehelne s.r.o., Zlaté Moravce	tehliarske suroviny	Ružomberok	Žilinský

Tabuľka 6 Ložiská s určeným dobývacím priestorom

Ident. číslo	Názov ložiska	Organizácia	Surovina	kataster	kraj
376	Kraľovany II	Sopúch Vladimír C a V, Oravská Poruba	dolomit	Kraľovany	Žilinský
481	Kraľovany II	Sopúch Vladimír C a V, Oravská Poruba	dolomit	Kraľovany	Žilinský
479	Bystrička	SKELET s.r.o., Dolný Kubín	granodiorit	Kraľovany	Žilinský
485	Ružomberok III	PK Doprastav a.s., Žilina	stavebný kameň	Ružomberok	Žilinský
565	Ružomberok	Wienerberger slovenské tehelne s.r.o., Zlaté Moravce	tehliarske suroviny	Ružomberok	Žilinský
102	Ludrová	TRAVERTIN, s.r.o., Ludrová	dekoračný kameň	Ružomberok	Žilinský
484	Ružomberok	AGRODRUŽSTVO BELAN, Ružomberok	stavebný kameň	Ružomberok	Žilinský
187	Ružomberok II - Lom pod Skalami	BAŇA Ružomberok, s.r.o., Ružomberok	stavebný kameň	Ružomberok	Žilinský

## 1.7 Legislatívna ochrana územia

V oblasti koridoru diaľnice a v jeho širšom okolí sú vyhlásené nasledovné legislatívne chránené územia:

- **Národný park Veľká Fatra**, vyhlásený v roku 2002. Rozloha územia v III. stupni ochrany prírody je 40 371 ha, rozloha územia v II. stupni ochrany prírody (ochranné pásmo) je 26 133 ha;
- **Národná prírodná rezervácia Choč** (Úprava Ministerstva kultúry SSR č. 6499/1982-32 z 30.9.1982);

Z ostatných veľkoplošných území s legislatívnou ochranou sa koridoru diaľnice dotýkajú :

- Krajinný priestor Choč,
- Krajinný priestor Likavka – hradný vrch,
- oblasť patrí zároveň do vodohospodárskej chránenej oblasti Veľká Fatra.

## 1.8 Metodika prác

Po poskytnutí základných podkladov od generálneho projektanta stavby, po fyzickej rekognoscácii predmetného úseku diaľnice, po prehodnotení prístupnosti terénu pre techniku bola navrhnutá metodika prieskumných prác. Navrhovanú metodiku prieskumných prác možno stručne zosumarizovať nasledovane:

- využitie všetkých dostupných archívnych materiálov o geologickej stavbe širšieho okolia trasy;
- realizácia povrchových geofyzikálnych meraní;
- realizácia vrtných technických prác;
- počas technických prác realizovať odbery vzoriek zemín, hornín a podzemnej vody;
- laboratórne práce mechaniky zemín a hornín;
- laboratórne práce hydrogeochemie vôd;
- terénne geotechnické skúšky;
- zabudovanie monitorovacích zariadení na sledovanie hladiny resp. tlaku podzemnej

- vody a na sledovanie stability svahov;
- práce geologickej služby s využitím výsledkov archívnych geologických prieskumov v záujmovom území.

### 1.8.1 Jadrové vrty

Vrtné práce pre portálovú oblasť novej trasy diaľnice D1 Hubová - Ivachnová pozostávali z realizácie jadrových vrtných dvojitou jadrovkou za pomoci vodného výplachu. Prehľad realizovaných vrtných prác uvádza nasledovná tabuľka 7.

Tabuľka 7 Prehľad realizovaných vrtných prác

Názov vrtu	Hĺbka (m)		Staničenie (km)	Druh prác
	plánovaná	skutočná		
NT-03	35	35,0		HG, karotáž, dilato
NT-04	40	40,4		inklino, karotáž, VTS
NT-06	40	40,0		piezo, VTS, karotáž
NT-07	45	45,0		inklino, VTS, karotáž
NT-08	45	45,5		piezo, dilato, karotáž
NT-09	45	45,0		inklino, VTS, karotáž
NT-10	45	45,0		dilato, karotáž, VTS?
NT-11	65	65,0		HG, dilato, karotáž
<b>Spolu</b>	<b>360</b>	<b>360,9</b>		

Všetky prieskumné diela boli v teréne situované na základe požiadaviek projektanta po zohľadnení prístupnosti terénu pre vrtnú techniku, požiadaviek majiteľov a správcov pozemkov a polohy inžinierskych sietí. Do úvahy pri situovaní bude braná i predpokladaná geologická stavba tak, aby prieskumnými dielami boli zachytené všetky očakávané litologické, inžinierskogeologické, geotechnické resp. hydrogeologické komplexy, ktoré sa na riešenom území môžu vyskytovať. Zároveň bola zohľadnená aj poloha plánovanej stavebnej jamy budúceho portálu.

Vrty boli vrtné dvojitou (trojitou) jadrovnicou systémom WireLine s vodným výplachom. Metóda WireLine (resp. dvojitá jadrovka) bola zvolená pre dosiahnutie maximálneho výnosu kvalitného jadra a minimalizáciu vplyvu vrtania na stenu vrtu. Vrtné jadro bolo následne využité pre laboratórne skúšky resp. bude uložené na archiváciu. Táto metóda vrtania umožňovala i čiastočné overenie štruktúry horninového masívu, výplne a orientácie diskontinuít, odber vzoriek puklinovej výplne a podobne.

Jadrové vrty boli komplexne dokumentované vrátane fotodokumentácie, boli odobraté vzorky zemín, hornín a podzemnej vody. Realizovaná bola karotáž a vo vybraných vrtoch boli realizované geotechnické a hydrodynamické skúšky. Po geologickej dokumentácii a fotodokumentácii vrtného jadra zrealizovaných vrtných prác, odobratí vzoriek zemín a hornín, bolo vrtné jadro vyskartované. Nezabudované vrty boli spätne zahádzané vyvrtaným materiálom (zatampónované). Ostatné vrty boli vystrojené ako pozorovacie objekty pre sledovanie voľnej hladiny podzemnej vody, prípadne sledovanie tlaku podzemnej vody (piezometrické vrty) alebo na sledovanie svahových pohybov (inklinometrické vrty). Terén bol čiastočne upravený do pôvodného stavu.



## 1.8.2 Poľné skúšky

Vzhľadom na požiadavku získať komplexný prehľad o geotechnických parametroch zemín a hornín, ktoré sa vyskytujú v oblasti tunelového portálu, bolo navrhnuté realizovať poľné skúšky. Z použitých metód boli navrhnuté sondy dynamickej penetrácie, presiometrické skúšky vo vrtoch a dilatometrické skúšky vo vrtoch. Vzhľadom na rozdelenie prieskumných prác investorom NDS a.s. a objednaním len časti prác, nebudú penetračné skúšky detailne vyhodnotené a publikované v tejto etape prieskumu, aj keď ich výsledky budú zohľadnené.

### 1.8.2.1 Presiometrické skúšky

Presiometrické skúšky boli navrhnuté pre overenie deformačno-pevnostných parametrov hornín a kvartérnych zemín v mieste plánovaného portálového objektu a úvodných metrov tunelov. V zmysle projektu geologickej úlohy bolo navrhnuté realizovať 30 ks presiometrických skúšok. V skutočnosti bolo realizovaných 33 skúšok. Prehľad počtu realizovaných skúšok je spracovaný v tabuľke 8 a detailné vyhodnotenie je spracované v samostatnej prílohe 6.1.

Tabuľka 8 Prehľad presiometrických skúšok vo vrtoch

Vrt	hĺbka vrtu (m)	Počet skúšok		Dátum realizácie	Poznámky
		navrhovaný	realizovaný		
NT-04	40,4	6	10	29.4. - 5.5.2016	
NT-06	40,0	6	7	13.6.2016	
NT-07	45,0	6	8	6.6.2016	
NT-09	45,0	6	6	10.5.2016	
NT-10	45,0	6	2	26.5.2016	
<b>Spolu</b>		<b>30</b>	<b>33</b>		

Presiometrické vrty boli realizované vrtaním nasucho v zóne kvartérnych zemín a zvetraného podlažia, v kompaktnom skalnom podlaží bola použitá technológia vrtania dvojitou jadrovnicou (WireLine) s vodným výplachom. Pre realizáciu skúšok boli vytvorené návrty dĺžky 1,0 – 20,0 m v rôznych hĺbkach jednotlivých vrtoch. Presiometrické skúšky vykonala terénna skupina spoločnosti CAD-ECO a.s. pod vedením Martina Šimeka. Výsledky skúšok sú v plnej miere zohľadnené v sumárnom hodnotení geotechnických parametrov zemín a hornín.

### 1.8.2.2 Dilatometrické skúšky

Dilatometrické skúšky boli navrhnuté pre overenie deformačných parametrov hornín v okolí tunelovej rúry plánovaného nového tunela Čebrať. Realizácia dilatometrických skúšok je jedným z najvhodnejších a najpreukaznejších spôsobov na zistenie deformačných parametrov horninového masívu in-situ v prípade, že v masíve sa neplánuje v rámci prieskumných prác realizovať prieskumná štôľňa. Ide v podstate o modifikovanú presiometrickú skúšku (v zmysle STN EN ISO 22476-5).

V zmysle projektu geologickej úlohy bolo navrhnuté realizovať 30 ks dilatometrických skúšok. V skutočnosti bolo realizovaných 47 skúšok. Vyšší počet realizovaných skúšok bol vynútený vysokou heterogenitou horninového prostredia, čo si vyžadovalo väčší štatistický súbor výsledkov pre správne charakterizovanie geotechnických parametrov. Prehľad počtu realizovaných skúšok je spracovaný v tabuľke 9. Prehľad výsledkov skúšok a detailné vyhodnotenie je spracované v samostatnej prílohe 6.2.

Vrty, v ktorých boli navrhnuté dilatometrické skúšky, boli realizované vrtaním technológiou WireLine s vodným výplachom. Dĺžka návrhu priemeru NQ (76 mm) bola v rozsahu 15 – 30 m. Skúšky boli prednostne realizované v oblasti budúcej tunelovej rúry (pod niveletou počvy tunela, v úrovni tunelovej rúry a v oblasti nad kalotou tunela). Iba v prípade, že sa nepodarilo zachovať priechodnosť vrtného náradia boli skúšky realizované v úseku, ktorý bol pre dilatometrickú sondu priechodný. Dilatometrické skúšky vykonala terénna skupina spoločnosti CAD–ECO a.s. pod vedením Mgr. Martina Borovského. Skúšky boli realizované pomocou dilatometrického prístroja PROBEX 2 od firmy ROCTEST–TELEMAC.

Tabuľka 9 Prehľad dilatometrických skúšok vo vrtoch

Vrt	Skúšaný úsek (m)	Počet skúšok		Dátum realizácie skúšok	Poznámky
		navrhovaný	realizovaný		
NT-04	21,7 – 39,7	10	10	5.5.2016	
NT-06	17,4 – 34,9	0	7	15.6.2016	
NT-07	26,5 – 38,5	0	5	6.6.2016	
NT-08	19,5 – 38,5	0	7	1.6.2016	
NT-09	19,0 – 38,5	10	10	10.5.2016	
NT-10	23,5 – 43,1	10	8	23.5.2016	
<b>Spolu</b>		<b>30</b>	<b>47</b>		

Výsledky dilatometrických skúšok predstavujú základné vstupné geotechnické parametre horninového masívu pre projektovanie nového tunela Čebrať.

### 1.8.3 Laboratórne a vzorkovacie práce mechaniky zemín

Počas realizácie vrtných prác boli odoberané charakteristické vzorky zemín pre laboratórne stanovenie ich fyzikálno–opisných parametrov. V zmysle Projektu geologickej úlohy bolo navrhnuté odobrať 10 ks neporušených vzoriek a 15 ks porušených vzoriek a z toho 5 ks vzoriek technologických. V skutočnosti bolo odobraných 9 ks neporušených vzoriek a 12 ks porušených vzoriek zemín (z toho 1 ks technologických a 11 ks porušených). Vzorky zemín boli dopravené a spracované v akreditovanom laboratóriu mechaniky zemín INGEO–ENVILAB s.r.o. Žilina. Získané parametre slúžia pre geotechnickú klasifikáciu zemín, posúdenie ich vhodnosti, namázavosti a vodného režimu. Výsledky laboratórnych skúšok mechaniky zemín sú uvedené v prílohe 5.1.

### 1.8.4 Laboratórne a vzorkovacie práce mechaniky hornín

Počas realizácie vrtných prác boli odoberané charakteristické vzorky hornín pre laboratórne stanovenie ich fyzikálno–opisných a pevnostno–deformačných parametrov. Navrhnutých bolo odobrať 20 ks vzoriek na Point Load Test (PLT), 10 ks vzoriek na stanovenie pevnosti v prostom tlaku, 10 ks vzoriek na stanovenie fyzikálnych vlastností hornín a 10 ks na stanovenie deformačných parametrov. Prehľad odberov vzoriek hornín je uvedený v nasledujúcej tabuľke 10. Skúšky bodovej pevnosti (Point Load Test) boli vykonávané na prístroji EL77–0115 a prístroji PIL-7 spoločnosti CAD–ECO a.s., stredisko Žilina. Odobratých bolo spolu 24 ks vzoriek. Vykonaných bolo 42 skúšok bodovej pevnosti, pričom niektoré vzorky boli testované v axiálnom i radiálnom smere vrtného jadra). Stanovenie fyzikálnych a pevnostno–deformačných vlastností hornín bolo vykonané v laboratóriu INGEO–ENVILAB s.r.o. Žilina. Výsledky všetkých realizovaných laboratórnych skúšok mechaniky hornín sú uvedené v samostatnej prílohe 5.2.

Tabuľka 10 Prehľad odberu vzoriek hornín a realizácie laboratórnych prác mechaniky hornín

Typ vzorky	Počet vzoriek		Počet realizovaných skúšok
	návrh	skutočnosť	
Point Load Test	20	24	42
Pevnosť v prostom tlaku	10	9	9
Fyzikálne vlastnosti hornín	10	9	9
Deformačné parametre hornín	10	8	8
Stanovenie mrazuvzdornosti	0	0	0
Stanovenie abrazivity	0	0	0
Mineralogická analýza RTG (celohorninová + separovaná)	10	0	0
Petrografická a stratigrafická analýza (výbrus + výplav)	10	0	0
<b>Spolu</b>		<b>50</b>	

### 1.8.5 Geofyzikálne povrchové merania

V zmysle Projektu geologickej úlohy bolo naplánované realizovať 5000 m povrchových geoelektrických meraní (multikábel, SOP+VES) a 440 m povrchových meraní inžinierskej seizmiky (IS). realizované boli merania na 5 ks priečnych profiloch GF-1 až GF-5 a jednom pozdĺžnom profile GF-JTR. Spolu bolo realizovaných 5008 m geoelektrických meraní.

Cieľom geofyzikálnych meraní bolo spresnenie informácií o inžinierskogeologických, hydrogeologických a geotechnických pomeroch skúmaného územia ako aj overenie tektonickej stavby v oblasti portálu tunela Čebrať.

Geofyzikálne terénne merania boli, vo forme subdodávky spoločnosti GEOPAS s.r.o. Žilina, realizované v období mesiacov apríl až jún 2016. Prvotná geologická dokumentácia je archivovaná spoločnosťou GEOPAS s.r.o. Žilina.

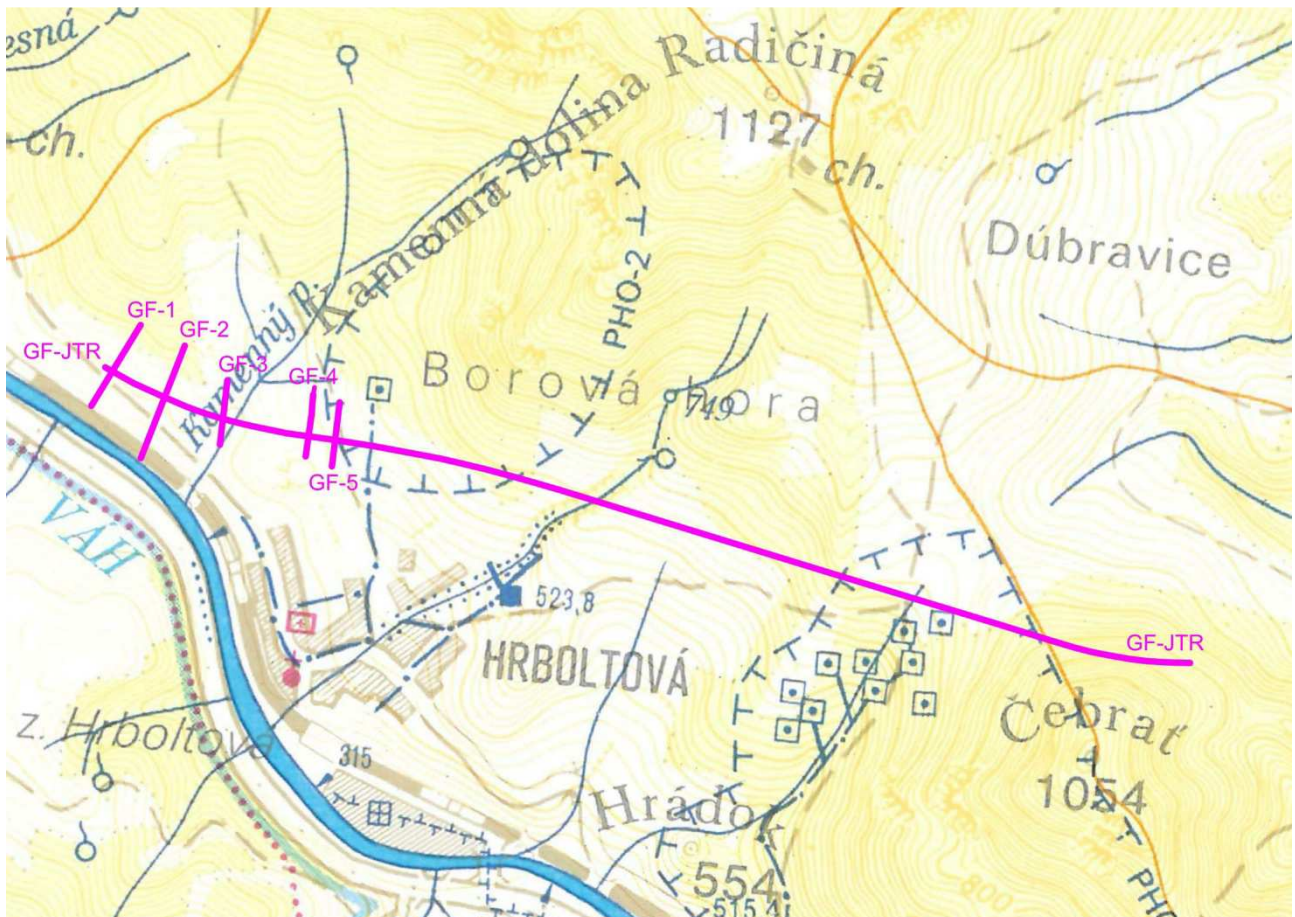
Na vyriešenie základných úloh boli použité metódy ME a VES. Podstata multielektródových geoelektrických meraní (tzv. ME) spočíva v poloautomatickom meraní zdanlivých merných elektrických odporov ( $\rho_z$ ) pomocou veľkého množstva stabilne uzemnených elektród. V literatúre sa tento spôsob niekedy označuje ako elektrická odporová tomografia, resp. ERT (Electrical Resistivity Tomography). Je potrebné uviesť, že metóda ME navyše prináša benefit v podobe zvýšenej hustoty meracích bodov, ktorá umožňuje detailnejšiu lokalizáciu geoelektrických vrstiev, resp. odporových anomálií. Tieto geoelektrické merania umožnili rozčleniť geologické prostredie z hľadiska priebehu zdanlivých merných elektrických odporov ( $\rho_z$ ) vo vertikálnom a horizontálnom smere, vyčleniť rovnorodé úseky, odporovo kontrastné prostredia a indikovať zmeny hrúbky a charakteru geoelektrických vrstiev. Z hľadiska geológie bolo teda úlohou tohto geofyzikálneho merania určenie príslušnej hrúbky a charakteru kvartérnych materiálov, priebeh predkvartérneho podložja, jeho litologickú charakterizáciu a tiež určenie miest vertikálnych poruchových zón (tektonických línií).

V závislosti na požadovanom hĺbkovom dosahu meraní ME bola zvolená pravidelná vzdialenosť elektród systému ME a to 3 alebo 5 m. Maximálna vzdialenosť sýtnych elektród AB sa pre systém 48 – 96 elektród pohybovala v rozsahu 9 – 170 m. Pri meraniach ME bola použitá aparátúra ARES českej spoločnosti GF Instruments, s.r.o., Brno, ktorá využívala káblový systém MCC5.

Merania inžinierskej seizmiky (IS) predstavujú plytký variant seizmického merania metódou lomených, resp. čelných elastických vln. Tieto merania umožnili vo vybraných rezoch rozčleniť geologické prostredie z hľadiska rýchlostí šírenia čelných seizmických vln a takto detekovať zóny znížených rýchlostí (ktoré indikujú prítomnosť materiálov kvartérneho pokryvu,

resp. degradovaných predkvartérnych hornín), prípadne aj úroveň hladiny podzemnej vody (samozrejme, iba pokiaľ táto hladina predstavuje dostatočne kontrastné refrakčné rozhranie).

Merania IS boli vykonané s použitím 24 kanálovej aparatúry Terraloc Mark 6 spoločnosti Abem. Počas merania boli použité 115 m dlhé seizmické profily s 24 geofónmi, medzi ktorými bola pravidelná vzdialenosť 5 m. Energia pre seizmické meranie bola generovaná údermi kladiva na pevnú podložku, pričom body budenia ležali na okrajoch rozloženia geofónov, v strede ich rozloženia, ako aj vo vzdialenosti rovnej  $\frac{1}{2}$  dĺžky rozloženia od okrajov rozloženia geofónov (tzv. „prístrely“).



Obrázok 2 Prehľadná situácia realizovaných geofyzikálnych povrchových meraní.

Interpretované výsledky geofyzikálnych meraní boli použité predovšetkým za účelom rozčlenenia horninového masívu v portálovej oblasti modifikovaného tunela Čebrať na kvázihomogénne bloky z hľadiska inžinierskej geológie a geotechniky a na identifikáciu tektonicky porušených zón a vyčlenenie priebehu predkvartérneho podložja vo vybraných oblastiach.

Podrobnosti o použitých geofyzikálnych meraniach, ich realizácii a postupe interpretácie, zakončené výsledkami meraní geoelektrických metód a inžinierskej seizmiky sú podrobne spracované v samostatnej prílohe 8 „Výsledky geofyzikálnych povrchových meraní“, ktoré spracovali zodpovední riešitelia tejto časti geologickej úlohy – RNDr. Štefan Huljak a RNDr. Jozef Flimmel (GEOPAS s.r.o., Žilina).

### 1.8.6 Karotážne merania

V zmysle Projektu geologickej úlohy boli karotážne merania navrhnuté v štruktúrnych

vrtoch v trase modifikovaného tunela čebrať. Navrhovanými karotážnymi metódami boli kavernometria, meranie prirodzeného  $\gamma$ -žiarenia, odporová karotáž, inklinometria, termometria a merania konduktivity a spontánneho potenciálu. Sumárne bolo navrhnutých karotovať 360 m vrtov. Pri meraniach bola použitá karotážna súprava firmy ALT, so súpravou karotážnych sond QL40 CAL, DEV, ElogIP, GRA, OBI, FTC, elektrickým vrátkom 4MXC a digitálnym prevodníkom / záznamníkom BBox Mini.

Počas karotážnych meraní boli spravidla najskôr zisťované geometrické parametre vrtu, jeho stav, priechodnosť a prípadné zmeny geometrie. Zistenie týchto parametrov bolo nevyhnutné pre správne nasadenie ďalších karotážnych metód, resp. pre overenie možnosti realizácie dilatometrickej či presiometrickej a vodnotlakovej skúšky. Na základe týchto prvotných zistení bol operatívne stanovený rozsah a spôsob použitia ostatných prieskumných metód vo vrtoch, tak aby ich nasadenie bolo bezpečné a účelné.

Výsledky karotážnych meraní sú prehľadne spracované v samostatnej prílohe 7. Získané výsledky boli plne zohľadnené v hodnotení geologických pomerov v predmetnom území.

### 1.8.7 Hydrodynamické skúšky

Vo vybratých prieskumných vrtoch budú realizované hydrodynamické čerpacie skúšky. Účelom skúšok bude orientačné overenie hydraulických parametrov horninového prostredia (priepustnosť) najmä s ohľadom na určenie drenážneho účinku tunela na horninový masív a stanovenie prítokov podzemnej vody do tunela. Spolu bolo navrhnutých realizovať 8 ks vodných tlakových skúšok. Realizácia a vyhodnotenie skúšok bola v zmysle platnej normy STN EN ISO 22282-1 až 22282-6.

Na realizáciu vodných tlakových skúšok bola použitá zostava obturátorov Wireline System Packer spoločnosti BIMBAR priemeru HQ (96 mm) a NQ (76 mm). Vo vrtoch počas skúšok bol použitý jednoduchý obturátor. Výsledky vodnotlakových skúšok sú detailne spracované v samostatnej prílohe 6.3. a prehľad realizovaných skúšok je spracovaný v nasledujúcej tabuľke 11.

Tabuľka 11 Prehľad realizovaných vodnotlakových skúšok

Vrt	Dátum realizácie skúšky	Skúšobný úsek	Zloženie obturátora	Poznámky
NT-04	3.6.2016	21,0 – 26,0 m	jednoduchý obturátor	
NT-04	5.6.2016	35,5 - 40,5 m	jednoduchý obturátor	
NT-06	10.6.2016	33,0 – 40,0 m	jednoduchý obturátor	
NT-07	6.6.2016	39,0 – 45,0 m	jednoduchý obturátor	
NT-09	9.5.2016	39,0 – 45,0 m	jednoduchý obturátor	
NT-10	20.5.2016	12,5 -18,0 m	jednoduchý obturátor	
NT-10	23.5.2016	39,0 – 45,0 m	jednoduchý obturátor	

### 1.8.8 Práce geologickej služby

Súčasťou geologických prác bolo vypracovanie Projektu geologickej úlohy, riadenie terénnych prác, zabezpečenie vstupov na dotknuté pozemky, vytýčenie podzemných káblových a potrubných vedení, geologická dokumentácia jadrových vrtov vrátane fotodokumentácie, stanovenie základných charakteristík zemín, stanovenie základných parametrov podzemných vôd, výber a odber vzoriek zemín a podzemnej vody a vypracovanie záverečnej správy. Ďalej to bolo vykonávanie a vyhodnotenie všetkých terénnych geotechnických skúšok, vyhodnotenie

výsledkov laboratórných rozborov, terénne pochôdzky a mapovanie. Súčasťou prác geologickej služby bolo spracovanie textových a grafických príloh záverečnej správy, ako aj samotnej záverečnej správy. V rámci mapovacích prác bolo realizované podrobné geologické mapovanie s cieľom spresniť doterajšie poznatky o geologickej stavbe dotknutej oblasti. Údaje získané počas dokumentácie sú prehľadne spracované v prílohách 3.1 a 3.2. Použité archívne vrty sú zdokumentované v prílohe 3.3. Po vyhodnotení všetkých údajov, získaných z technických prieskumných prác, poľných a laboratórných skúšok, bolo možné zostrojiť pozdĺžne a priečne schematické inžinierskogeologické rezy v trase tunelových rúr aj portálovej steny. Záverečná správa obsahuje nasledujúce prílohy:

**PRÍLOHA 1 PREHĽADNÁ SITUÁCIA ÚZEMIA M 1 : 100 000****PRÍLOHA 2 SITUÁCIA PRIESKUMNÝCH DIEL M 1 : 4000****PRÍLOHA 3 GEOLOGICKÁ DOKUMENTÁCIA**

Príloha 3.1 Geologická dokumentácia prieskumných diel

Príloha 3.2 Fotodokumentácia vrtného jadra

Príloha 3.3 Archívna geologická dokumentácia vrtov

**PRÍLOHA 4 INŽINIERSKOGEOLOGICKÉ REZY**

Príloha 4.1 Schematický inžinierskogeologický rez 1 – 1` v km 2,068

Príloha 4.2 Schematický inžinierskogeologický rez 2 – 2` v km 2,154

Príloha 4.3 Schematický pozdĺžny inžinierskogeologický rez 3 – 3` trasou severnej tunelovej rúry v km 1,985 – 2,173

Príloha 4.4 Schematický pozdĺžny inžinierskogeologický rez 4 – 4` trasou južnej tunelovej rúry v km 1,985 – 2,322

**PRÍLOHA 5 LABORATÓRNE ROZBORY**

Príloha 5.1 Výsledky laboratórných rozborov mechaniky zemín (INGEO-ENVILAB, s.r.o., Žilina)

Príloha 5.2 Výsledky laboratórných rozborov mechaniky hornín (INGEO-ENVILAB, s.r.o., Žilina, CAD-ECO a.s., Bratislava, Ústav geotechniky SAV, Košice)

Príloha 5.3 Výsledky laboratórných rozborov chémie vôd a zemín (INGEO-ENVILAB, s.r.o., Žilina)

Príloha 5.4 Výsledky merania indexu pevnosti pri bodov zaťažení (PLT), (CAD-ECO a.s., stredisko Žilina)

**PRÍLOHA 6 POĽNÉ SKÚŠKY**

Príloha 6.1 Výsledky presiometrických skúšok vo vrtoch

Príloha 6.2 Výsledky dilatometrických skúšok vo vrtoch

Príloha 6.3 Výsledky hydrodynamických skúšok vo vrtoch

**PRÍLOHA 7 VÝSLEDKY KAROTÁŽNYCH MERANÍ VO VRTOCH (CAD-ECO a.s., stredisko Žilina)****PRÍLOHA 8 VÝSLEDKY GEOFYZIKÁLNYCH POVRCHOVÝCH MERANÍ (GEOPAS s.r.o., Žilina)****PRÍLOHA 9 TECHNICKÁ SPRÁVA**

Príloha 9.1 Technická správa o zabudovaní inklinometrických vrtov (GEOEXPERTS s.r.o., Žilina)

Príloha 9.2 Technická správa o zabudovaní piezometrických a hydrogeologických vrtov (CAD-ECO a.s., stredisko Žilina)

**PRÍLOHA 10 MERAČSKÁ SPRÁVA (GEOSMART s.r.o., Žilina)**

## 2 PODROBNÁ ČASŤ

### 2.1 Inžinierskogeologická a geotechnická charakteristika zemín a hornín

V nasledujúcich podkapitolách podrobne charakterizujeme inžinierskogeologické a geotechnické parametre hornín a zemín, ktoré sa vyskytujú v skúmanom území.

#### 2.1.1 Kvartér

Kvartérne zeminy sú v hodnotenom území zastúpené niekoľkými významnými genetickými typmi. Najrozšírenejšími sú deluviálne sedimenty, fluviálne a terasové sedimenty, proluviálne a antropogénne sedimenty. vzhľadom na fakt, že priamo v mieste portálu boli zachytené len deluviálne resp. proluviálne sedimenty, nebudeme sa ostatným genetickým typom bližšie venovať a delúvium hodnotíme ako jeden celok spolu s prolúviom.

Deluviálny komplex v skúmanom území je najrozšírenejším kvartérnym zeminovým typom, pričom je ťažké odlíšiť jeho genézu od proluviálnych zemín. Z toho dôvodu hodnotíme celý komplex z hľadiska geotechnických vlastností ako jeden celok. Deluviálne sedimenty pokrývajú prakticky celé územie v mieste tunelového portálu nového tunela Čebrať s výnimkou lokálnych východzov podložných hornín. V starších prácach je delúvium klasifikované ako zosuvné, čoho sa držíme i pri hodnotení v tejto správe.

Na celom skúmanom území je podložie tvorené prevažne karbonatickými mezozoickými horninami, kde sa vytvára pozvoľný prechod z delúvia do elúvia a zvetraného podložia, pričom elúvium je prevažne charakteru ílovito-kamenitej suty. V zosuvných oblastiach je do zosuvného delúvia zahrnutá i časť podložia – najmä elúvium a silne zvetraná časť masívu, resp. aj časť nezvetraných podložných hornín vo forme blokov. Pohyb blokov momentálne nie je možné hodnotiť.

**A) Deluviálne a proluviálne suty kamenito-ílovité a íly (zosuvné delúvium)** tvoria prevažne íly štrkovité (F2/CG), íly a silty piesčité (F4/CS a F3/MS) resp. ako aj íly a silty so strednou až vysokou plasticitou (F6/CI, F8/CH, resp. F5/MI, F7/MH), premenlivej konzistencie prevažne pevnej, avšak aj s polohami veľmi pevnej až tvrdej konzistencie ( $I_c = 1,01 - 1,48$ ), strednej až veľmi vysokej plasticity ( $w_L = 30 - 80 \%$ ,  $I_p = 12 - 44 \%$ ), s obsahom ílovej frakcie ( $c = 3,3 - 52,1 \%$ ), prachovitej frakcie ( $m = 27,8 - 50,7 \%$ ), obsahom piesčitej frakcie ( $s = 8,7 - 43,9 \%$ ) a štrkovej frakcie ( $g = 0,1 - 36,4 \%$ ). V zmysle STN 72 1001 ich možno celkovo charakterizovať triedou F2 a F4 so symbolom označenia CG a CS s nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov:

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
– objemová tiaž:	$\gamma = 18,5 - 22,5 \text{ kN.m}^{-3}$	21,3 $\text{kN.m}^{-3}$
– parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{\text{ef}} = 18,3 - 29,9^\circ$	23,7°
	$c_{\text{ef}} = 0 - 14 \text{ kPa}$	6 kPa
	$\varphi_{\text{rez}} = 13,4 - 26,1^\circ$	19,2°
	$c_{\text{rez}} = 0 - 5 \text{ kPa}$	2 kPa
– modul pretvárnosti z PS*:	$E_{\text{def}} = 7,2 - 31,50 \text{ MPa}$	17,46 MPa
– únosnosť ( $d = 0,8 - 1,5 \text{ m}$ a $b \leq 3 \text{ m}$ ):	$R_{\text{dt}} = (160 - 275) \text{ kPa}$	250 kPa

Podľa upraveného Scheibleho kritéria v zmysle STN 73 6133 – Stavba ciest, teleso

pozemných komunikácií uvedené zeminy sú **namrzavé až nebezpečne namrzavé** v závislosti od obsahu ílovitej a prachovitej frakcie, pričom jej vplyvom sa ich pevnosť podstatne znižuje. Podľa kritérií vhodnosti pre **podložie komunikácií** tieto zeminy (F2/CG a F4/CS resp. F3/MS) sú **podmienečne vhodné** a pre **budovanie násypu** v zmysle uvedenej normy tieto zeminy možno hodnotiť ako **vhodné až nevhodné**. Podstatne odlišne sú hodnotené íly s veľmi vysokou plasticitou (F8/CH), ktoré sú tak pre podložie komunikácií, ako aj pre budovanie násypu **nevhodné**.

Pevnostné a deformačné charakteristiky sú závislé od konzistencie a granulometrického zloženia, pričom obsah štrkovej frakcie podstatne vplyva aj na ich únosnosť a priepustnosť. Koeficient filtrácie vypočítaný z kriviek zrnitosti  $k_f = 2,03 \cdot 10^{-9} - 4,00 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ , v priemere  $k_f = 4,49 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$  predstavuje pre tieto jemnozrnné zeminy triedu priepustnosti **VI** – podľa Jetela, čo znamená, že horninové prostredie je **slabo priepustné**.

Prehľad rozsahu hodnôt a odporúčané hodnoty základných geotechnických parametrov sú spracované v tabuľke 12.

### **B) Deluviálne sute kamenité, balvanité a ílovito–kamenité (zosuvné delúvium)**

tvoria štrkovité zeminy s rozličným podielom ílovitej resp. siltovitej prímеси (G5/GC, G4/GM až G3/G–F, s lokálnym zastúpením G2/GP). V kvartérnom komplexe tvoria viac alebo menej súvislé šošovky a polohy, pričom tvoria privilegované cesty pre prúdenie podzemnej vody. Úlomky tvoria prevažne pevné karbonatické horniny (vápence a dolomity, ojedinele zlepené a pieskovce), zvrstvené z vyšších partií svahov. Výplňový íl je nízkej až strednej plasticity ( $w_L = 23 - 37 \%$ ,  $I_p = 9 - 20$ ). Zemina je s malým obsahom ílovitej frakcie ( $c = 3,2 - 7,6 \%$ ), prachovitej frakcie ( $m = 14,2 - 30,5 \%$ ), obsahom piesčitej frakcie ( $s = 18,8 - 31,3 \%$ ) a štrkovej frakcie ( $g = 36,7 - 61,1 \%$ ) s variabilným zastúpením úlomkov karbonátov (vápence a dolomity) s veľkosťou do 8 cm. V zmysle STN 72 1001 možno tieto prevládajúce štrkovité zeminy charakterizovať triedou ako G5 so symbolom označenia GC s nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov:

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
– objemová tiaž:	$\gamma = 20,5 - 22,8 \text{ kN.m}^{-3}$	21,8 kN.m <sup>-3</sup>
– parametre efekt. šmyk. Pevnosti:	$\varphi_{ef} = 25,5 - 32^\circ$ $c_{ef} = 0 - 10 \text{ kPa}^*$	30° 5 kPa*
– modul pretvárnosti z PS*:	$E_{def} = 48,32 - 585,63 \text{ MPa}$	221,18 MPa
– únosnosť (b = d = 1,0 m):	$R_{dt} = (200 - 400) \text{ kPa}$	(300) kPa

Podľa upraveného Scheibleho kritéria v zmysle STN 73 6133 – Stavba ciest, teleso pozemných komunikácií, uvedené nesúdržné zeminy (G5/GC) sú **namrzavé**. Podľa kritérií vhodnosti **pre podložie komunikácií** v zmysle uvedenej normy sú tieto zeminy **podmienečne vhodné**. Pevnostné a deformačné charakteristiky sú závislé od konzistencie a granulometrického zloženia. Koeficient filtrácie vypočítaný z kriviek zrnitosti  $k_f = 4,00 \cdot 10^{-04} - 6,92 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$  v priemere  $k_f = 4,48 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$  predstavuje pre tieto ílovito-kamenité sute triedu priepustnosti **V** – podľa Jetela, čo znamená že horninové prostredie je **dost' slabo priepustné**.

Prehľad rozsahu hodnôt a odporúčané hodnoty základných geotechnických parametrov sú spracované v tabuľke 12.



Tabuľka 12 Prehľad geotechnických parametrov kvartérnych zemín

CHARAKTERISTIKA	Symbol [Rozmer]	DELUVIÁLNO-PROLUVIÁLNE SEDIMENTY (Zosuvné delúvium)				
		Deluviálne a polygenetické sute a íly		Deluviálne sute balvanité, kamenité a fľovito-kamenité		
		Najčastejší rozsah	Odpor. hodnota	Rozsah	Odpor. hodnota	
Prirodzená vlhkosť	$w_n$ [%]	8,00 – 30,60	14,70	6,50 – 14,50	10,60	
Prirodzená objemová hmotnosť	$\rho_n$ [g.cm <sup>-3</sup> ]	1,85 – 2,25	2,13	2,05 – 2,28	2,18	
Suchá objemová hmotnosť	$\rho_d$ [g.cm <sup>-3</sup> ]	1,45 – 2,02	1,86	1,91 – 2,00	1,95	
Hustota	$\rho_s$ [g.cm <sup>-3</sup> ]	2,64 – 2,75	2,71	2,74 – 2,75	2,75	
Pórovitosť	$n$ [%]	24,80 – 46,40	31,80	29,70 – 30,40	30,1	
Stupeň nasýtenia	$S_r$ [%]	59,40 – 95,70	85,20	42,10 – 91,10	66,60	
Obsah organických látok	$l_{om}$ [%]	3,0	3,0	-	-	
Medza tekutosti	$w_L$ [%]	30 - 80	41	23 - 37	29	
Číslo plasticity	$I_p$ [%]	12 - 44	21	9 - 20	14	
Číslo konzistencie LMZ	$I_c$	1,01 – 1,48	1,29	-	-	
Obsah zrn	$\phi < 0,002\text{mm}$	$c$ [%]	3,3 – 52,1	17,3	3,2 – 7,6	5,0
	$0,002 < \phi < 0,06\text{mm}$	$m$ [%]	27,8 – 50,7	37,6	44,2 – 30,5	20,2
	$0,06 < \phi < 2\text{mm}$	$s$ [%]	8,7 – 43,9	18,4	18,8 – 31,3	26,6
	$\phi > 2\text{mm}$	$g$ [%]	0,1 – 36,4	26,7	36,7 – 61,1	48,2
Pevnosť v prostom tlaku	$\sigma$ [kPa]	153 – 186	170	-	-	
Parametre efektívnej šmykovej pevnosti z LMZ	$\varphi_{ef}$ [°]	18,3 – 29,9	23,7	25,5 – 32,0	30	
	$c_{ef}$ [kPa]	0 – 14	6	0 – 10	5	
Parametre reziduálnej šmykovej pevnosti	$\varphi_r$ [°]	13,4 – 26,1	19,2	-	-	
	$c_r$ [kPa]	0 - 5	2	-	-	
Parametre zhutnenia Proctor Standard	$w_{opt.}$ [%]	11,70 – 14,10	12,90	9,9	9,9	
	$\rho_{d\ max.}$ [g.cm <sup>-3</sup> ]	1,85 – 1,95	1,91	2,03	2,03	
Pomerná únosnosť	CBR [%]	2,0 – 5,0	3,6	3,0	3,0	
Modul pretvárnosti z PS	$E_{def}$ [MPa]	7,20 – 31,50	17,46	48,32 – 585,63	221,18	
Modul pretvárnosti z LMZ	$E_{def}$ [MPa]	-	-	-	-	
Poissonovo číslo	$\nu$	(0,35 – 0,42)	(0,35)	(0,30 – 0,35)	(0,30)	
Koeficient filtrácie	$k_f$ [m.s <sup>-1</sup> ]	$4,00 \cdot 10^{-6}$ až $2,03 \cdot 10^{-9}$	$4,49 \cdot 10^{-7}$	$6,92 \cdot 10^{-6}$ až $4,00 \cdot 10^{-4}$	$4,48 \cdot 10^{-5}$	
Únosnosť	$R_{dt}$ [kPa]	(160 – 275)	(250)	(200 – 400)	(300)	
Zatriedenie podľa STN	STN 72 1001	CG,CS,CH,CV	CG,CS	CG,GC,GM	GC	
		F2,F4,F8	F2,F4	F2,G5,G4	G5	
	STN 73 6133	2–6–14–15	2–6	2-26–25	26	
	STN 73 3050	3–4	3–4	4–5	4–5	

Poznámky : hodnoty uvádzané v zátvorkách sú hodnoty odvodené z STN a z odbornej literatúry; únosnosť je uvádzaná orientačne ako tabuľková výpočtová únosnosť  $R_{dt}$  podľa STN 73 1001 (platná do roku 2010) pre súdržné zeminy pri  $b \leq 3$  m,  $d = 0,8-1,5$  m a pre nesúdržné zeminy pri  $b = d = 1$  m; \* PS – presiometrické skúšky podľa STN 72 1004

### 2.1.3 Mezozoikum

V podloží kvartérnych sedimentov sa v skúmanom území vyskytujú mezozoické súvrstvia. Podľa stratigrafickej analýzy a na základe mapovacích prác možno mezozoické súvrstvia zadeliť do tektonickej jednotky veporika – križňanského príkrovu.

V krížňanskom príkrove boli zachytené vrtnými a mapovacími prácami horniny porubského súvrstvia. Porubské súvrstvie tvoria dominantné ílovce s preplástkami pieskocov a siltocov.

Charakter podložných mezozoických hornín bol overený vrtnými prácami, presiometrickými a dilatometrickými skúškami vo vrtoch a samozrejme i laboratórnymi rozbormi.

V skúmanom území sme podľa stratigrafickej analýzy identifikovali dve významne zastúpené súvrstvia – mráznické a porubské. Mráznické súvrstvie je charakterizované zastúpením tmavosivých ílovcov a slienitých bridlíc s polohami slienitých škvŕnitých svetlosivých vápencov. V jeho nadloží sa nachádza porubské súvrstvie, ktoré je charakteristické dominantným zastúpením ílovcov s preplástkami siltocov a pieskocov, má flyšový charakter. Presné rozhranie medzi oboma súvrstviami vzhľadom na etapu prieskumu nebolo možné v teréne ani v profiloch vyčleniť.

Polohy ílovcov sú väčšinou hrubolavicovité až masívne, prípadne doskovité, najmä v porubskom súvrství obsahujú rytmickú lamináciu siltocov alebo až lamíny a dosky pieskocov. Ílovce majú nízku až strednú pevnosť. Polohy siltocové až pieskocové majú strednú až vysokú pevnosť. Siltovce a ílovce je v teréne ťažko od seba makroskopicky odlišiť. Horniny sú extrémne citlivé na zmeny obsahu vlhkosti, majú tendenciu rýchlo sa rozsúšať a rozpuškávať pozdĺž plôch laminácie a vrstevnatosti. Vytvárajú doskovité bloky.

Vzhľadom na pomerne malú pevnosť hornín krížňanského príkrovu a dominantné zastúpenie pomerne plastických ílovcov je tento komplex silne tektonicky porušený. V zlomových zónach a v čiastkových násunových plochách sú horniny degradované na tektonické brekcie, často význačných hrúbok. Brekcie majú charakter súdržných ílovitých zemín, šupinkovitých ílov s obsahom zbridličnatených a budinovaných pevnejších restov hornín (pieskocov a vápencov ale aj ílovcov samotných). Sú extrémne náchylné na rozbredanie pri styku s vodou. Charakteristickým javom v komplexe hornín krížňanského príkrovu je medzivrstevná tektonika a využitie primárnych plôch nespojitosti (laminácia a vrstevnatosť) ako klzných plochy pri presunoch nadložných príkrovov ako aj pri neskoršej tektonickej aktivite v tejto oblasti (spätne násuny a prešmyky, zlomová tektonika). Pozorované bolo i detailné prevrásnenie.

Hĺbka intenzívnejšie zvetraných hornín (zvetrané až silno zvetrané) zasahuje do 4,0 - 18,0 m, slabo zvetrané až navetrané ílovce sa vyskytujú od hĺbky 4,0 m a viac. V zmysle STN 73 1001 dosahujú tieto horniny pevnosť R3 – R4, v prípade vyššieho podielu siltocov a pieskocov až R2, v poruchových a silne zvetraných zónach len R5 – R6. V tektonicky porušených zónach nadobúdajú horniny až charakter úlomkovitej zeminy. Prehľad parametrov hornín krížňanského príkrovu je spracovaný v tabuľke 13.

**A) Silno tektonicky porušené až rozložené ílovce a slieňovce** majú charakter súdržných zemín - sutí a ílov s úlomkami budinovaných hornín, resp. súdržných málo spevnených brekcií. Ílovce sú prevažne detailne prevrásnené, zošupinatené a majú charakter lístočkovitých ílov s vyhladenými lesklými plochami. Sú extrémne citlivé na rozbredanie. Vzhľadom na svoju porušenosť a citlivosť na vodu tieto horniny podmieňujú vznik zosuvov a blokových deformácií na južných svahoch v oblasti východných svahov kóty Radičiná (1127,2 m n.m.), tj. v oblasti pôvodnej trasy diaľnice D1 Hubová - Ivachnová.

Deformačné parametre zvetraných a rozpuškaných ílovcov boli overené dilatometrickými skúškami vo vrtoch NT-04 (DS-003 až DS-007), NT-06 (DS-041), NT-07 (DS-036 a DS-037), NT-08 (DS-029, DS-031, DS-034 a DS-035), NT-09 (DS-011, DS-018, DS-20) a NT-10 (DS-021, DS-023 až DS-026 a DS-028), kde hodnoty modulu deformácie dosahovali rozsah  $E_{def} = 3,95 - 369,79$  MPa, v priemere  $E_{def} = 129,00$  MPa. Presiometrickými skúškami

boli tieto parametre overené vo vrte NT-04 (PS-70 a PS-71), NT-09 (PS-88 a PS-90) a NT-10 (PS-94), pričom rozsah modulu deformácie bol  $E_{\text{def}} = 20,18 - 356,26$  MPa, v priemere  $E_{\text{def}} = 222,31$  MPa. Vyššie hodnoty modulov zistené presiometrickými skúškami možno pripísať faktu, že nebolo možné otestovať tie najporušenejšie úseky horninového masívu nakoľko sa vyskytovali v hlbších polohách ako je dosah presiometrickej aparatúry.

V zmysle STN 73 1001 možno zaradiť tieto horniny do triedy R6 – R5 alebo ich možno považovať už za zeminy tried F2/CG, F4/CS a G5/GC a celkovo charakterizovať nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov:

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
– objemová tiaž:	$\gamma = 21,4 - 24,4 \text{ kN.m}^{-3}$	$22,7 \text{ kN.m}^{-3}$
– parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{\text{ef}} = 23 - 32^\circ$	$28^\circ$
	$c_{\text{ef}} = \tau_0 = 0 - 100 \text{ kPa}$	40 kPa
– pevnosť v prostom tlaku PLT:	$\sigma_c = 2,40 - 11,03 \text{ MPa}$	8,62 MPa
– pevnosť v prostom tlaku LMH a LMZ:	$\sigma_c = 0,094 - 9,86 \text{ MPa}$	4,59 MPa
– modul pretvárnosti z PS*:	$E_{\text{def}} = 20,18 - 356,26 \text{ MPa}$	222,30 MPa
– modul pretvárnosti z DS**:	$E_{\text{def}} = 3,95 - 369,79 \text{ MPa}$	129,00 MPa
– únosnosť (d = 0,8 – 1,5 m a b ≤ 3 m):	$R_{\text{dt}} = (150 - 400 \text{ kPa})$	(250 kPa)

**B) Zvetrané a porušené ílovce a slieňovce** majú charakter poloskálných hornín s pomerne hustým rozpukaním pozdĺž primárnych plôch nespojitosti (laminácie a vrstevnatosti) ako aj pozdĺž ostatných puklín lokálne charakteru G2/GP. Zvyčajne majú mierne zmenenú farbu s výraznejším odtieňom hnedej. Sú citlivé na zmeny vlhkosti a rýchlo sa rozsúšajú.

Deformačné parametre zvetraných a rozpukaných ílovcov boli overené dilatometrickými skúškami vo vrtoch NT-04 (DS-001, DS-002, DS-008, DS-009 a DS-010), NT-06 (DS-045 a DS-046), NT-07 (DS-039), NT-08 (DS-030), NT-09 (DS-012, DS-013, DS-017 a DS-019) a NT-10 (DS-027), kde hodnoty modulu deformácie dosahovali rozsah  $E_{\text{def}} = 335,49 - 1851,11$  MPa, v priemere  $E_{\text{def}} = 707,28$  MPa. Presiometrickými skúškami boli tieto parametre overené vo vrte NT-04 (PS-63, PS-66 až PS-69 a PS-72), NT-06 (PS-73 až PS-79), NT-07 (PS-81 až PS-83 a PS-85 až PS-87), NT-09 (PS-89 až PS-93) a NT-10 (PS-95), pričom rozsah modulu deformácie bol  $E_{\text{def}} = 442,30 - 1091,44$  MPa, v priemere  $E_{\text{def}} = 783,77$  MPa. Horniny možno v zmysle STN 73 1001 zaradiť do triedy pevnosti R4 – R2 a celkovo charakterizovať nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov:

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
– objemová tiaž:	$\gamma = 27,0 - 27,4 \text{ kN.m}^{-3}$	$27,2 \text{ kN.m}^{-3}$
– parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{\text{ef}} = 34 - 44^\circ$	$40^\circ$
	$c_{\text{ef}} = \tau_0 = 250 - 500 \text{ kPa}$	400 kPa
– pevnosť v prostom tlaku PLT:	$\sigma_c = 3,41 - 34,62 \text{ MPa}$	14,71 MPa
– pevnosť v prostom tlaku LMH:	$\sigma_c = 10,54 - 30,57 \text{ MPa}$	16,04 MPa
– modul pretvárnosti z PS*:	$E_{\text{def}} = 442,30 - 1091,44 \text{ MPa}$	783,77 MPa
– modul pretvárnosti z DS**:	$E_{\text{def}} = 335,49 - 1851,11 \text{ MPa}$	707,28 MPa
– únosnosť (d = 0,8 – 1,5 m a b ≤ 3 m):	$R_{\text{dt}} = 500 - 2000 \text{ kPa}$	1250 kPa

**C) Navetrané a zdravé ílovce až siltovce** sú zvyčajne masívne, tmavosivej farby. Ílovce v porubskom súvrství sú dominantným litologickým typom. Polohy siltovcov a pieskovcov majú gradačné a konvolutné zvrstvenie a zreteľnú rytmičnú sedimentáciu, charakteristickú pre

flyšové súvrstvia.

Deformačné parametre navetraných a zdravých ílovcov boli overené dilatometrickými skúškami vo vrtoch NT-06 (DS-042), NT-09 (DS-014 a DS-015) a NT-10 (DS-022). Hodnoty modulov deformácií pre zdravé ílovce až siltovce boli v rozsahu  $E_{def} = 2200,91 - 2581,23$  MPa, v priemere  $E_{def} = 2335,09$  MPa. Presiometrickými skúškami boli tieto parametre overené vo vrte NT-04 (PS-63, PS-66 až PS-69 a PS-72), NT-06 (PS-73 až PS-79), NT-09 (PS-89 a PS-91 až PS-93) a NT-10 (PS-95) pričom rozsah modulu deformácie bol  $E_{def} = 442,30 - 1091,44$  MPa, v priemere  $E_{def} = 783,77$  MPa.

Horniny sú citlivé na zmeny vlhkosti a napätosti a po odvrtní sa veľmi rýchlo rozpadávajú pozdĺž plôch primárnej nespojitosti – laminácie a vrstevnatosti. Majú charakter poloskalných až skalných hornín a v zmysle STN 73 1001 ich možno zaradiť do triedy pevnosti R3 – R2.

Celkovo možno komplex s dominanciou **zdravých ílovcov** charakterizovať nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov:

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
– objemová tiaž:	$\gamma = 26,6 - 26,9 \text{ kN.m}^{-3}$	$26,8 \text{ kN.m}^{-3}$
– parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{ef} = 42 - 46^\circ$	$44^\circ$
	$\tau_0 = 500 - 1000 \text{ kPa}$	$700 \text{ kPa}$
– pevnosť v prostom tlaku PLT:	$\sigma_c = 13,22 - 69,97 \text{ MPa}$	$32,56 \text{ MPa}$
– pevnosť v prostom tlaku LMH:	$\sigma_c = 31,09 - 89,09 \text{ MPa}$	$63,49 \text{ MPa}$
– modul pretvárnosti z PS*:	$E_{def} = 442,30 - 1091,44 \text{ MPa}$	$783,77 \text{ MPa}$
– modul pretvárnosti z DS****:	$E_{def} = 2200,91 - 2581,23 \text{ MPa}$	$2335,10 \text{ MPa}$
– únosnosť (d = 0,8 – 1,5 m a b ≤ 3 m):	$R_{dt} = (800 - 4000 \text{ kPa})$	$(2000 \text{ kPa})$

**D) Kompaktné zdravé siltovce až pieskovce**, sú hrubolavicovité až doskovité a vyskytujú sa v horninovom prostredí lokálne. Pre úplnosť doplníme geotechnické parametre pre tento typ hornín. Hodnoty modulov deformácií z dilatometrických skúšok realizovaných vo vrtoch NT-06 (DS-043, DS-044 a DS-047), NT-07 (DS-38, DS-40), NT-08 (DS-32 a DS-33) a NT-09 (DS-16) boli stanovené pre zdravé siltovce až pieskovce v rozsahu  $E_{def} = 2107,04 - 12836,42$  MPa, v priemere  $E_{def} = 4941,86$  MPa. Presiometrickými skúškami boli tieto parametre overené vo vrtoch NT-04 (PS-64 a PS-65) a NT-07 (PS-80 a PS-84), pričom rozsah modulu deformácie bol  $E_{def} = 1543,28 - 2019,40$  MPa, v priemere  $E_{def} = 1832,12$  MPa.

– objemová tiaž:	$\gamma = 25,2 - 27,6 \text{ kN.m}^{-3}$	$27,4 \text{ kN.m}^{-3}$
– parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{ef} = 44 - 50^\circ$	$47^\circ$
	$\tau_0 = 500 - 800 \text{ kPa}$	$600 \text{ kPa}$
– pevnosť v prostom tlaku PLT:	$\sigma_c = 69,97 - 108,57 \text{ MPa}$	$91,18 \text{ MPa}$
– pevnosť v prostom tlaku LMH:	$\sigma_c = 88,30 - 130,16 \text{ MPa}$	$109,90 \text{ MPa}$
– modul pretvárnosti z PS*:	$E_{def} = 1543,28 - 2019,40 \text{ MPa}$	$1832,12 \text{ MPa}$
– modul pretvárnosti z DS****:	$E_{def} = 2107,04 - 12836,42 \text{ MPa}$	$4941,86 \text{ MPa}$
– únosnosť (d = 0,8 – 1,5 m a b ≤ 3 m):	$R_{dt} = (800 - 4000 \text{ kPa})$	$(2200 \text{ kPa})$

Prehľad rozsahu hodnôt a odporúčané hodnoty základných geotechnických parametrov sú spracované v tabuľke 12.

Tabuľka 13 Prehľad geotechnických parametrov mezozoických hornín – horniny križňanského príkrovu (mráznické súvrstvie, porubské súvrstvie a pod.)

CHARAKTERISTIKA	Symbol [Rozmer]	MEZOZOIKUM – križňanský príkrov							
		Tektonicky silno porušené až rozložené ílovce a siltovce, tektonické brekcie		Porušené rozpučané, stredne zvetrané až zdravé ílovce a siltovce		Kompaktné zdravé ílovce až siltovce		Kompaktné zdravé siltovce až pieskovce	
		Rozsah	Odpor.hod.	Rozsah	Odpor.hod.	Rozsah	Odpor.hod.	Rozsah	Odpor.hod.
Prirodzená vlhkosť	$w_n$ [%]	4,8 – 15,80	10,80	0,59 – 1,54	1,06	0,18 – 0,32	0,25	(0,32 – 2,40)	1,09
Prirodzená objemová hmotnosť	$\rho_n$ [g.cm <sup>-3</sup> ]	2,14 – 2,44	2,27	2,70 – 2,74	2,72	2,73	2,73	(2,52 – 2,76)	2,74
Suchá objemová hmotnosť	$\rho_d$ [g.cm <sup>-3</sup> ]	1,85 – 2,33	2,05	2,56 – 2,66	2,61	2,68 – 2,69	2,69	(2,48 – 2,74)	2,69
Hustota	$\rho_s$ [g.cm <sup>-3</sup> ]	2,67 – 2,76	2,71	-	-	-	-	(2,72 – 2,79)	2,75
Pórovitosť	$n$ [%]	12,80 – 32,30	23,40	2,81 – 5,40	4,02	1,28 – 1,72	1,50	(1,07 – 7,35)	4,69
Stupeň nasýtenia	$S_r$ [%]	75,6 – 94,90	87,10	54,34 – 81,39	66,94	37,70 – 49,76	43,73	-	-
Nasiakavosť	$N$ [%]	-	-	0,81 – 2,56	1,87	0,26 – 0,73	0,50	(0,23 – 4,55)	1,52
Medza tekutosti	$w_L$ [%]	26 - 38	33						
Číslo plasticity	$I_p$ [%]	12 - 17	15						
Číslo konzistencie	$I_c$	1,31 – 1,94	1,62						
Relatívna hutnosť (uľahnutosť)	$I_D$	(0,70)	(0,70)						
Obsah zrn	$\phi < 0,002\text{mm}$	$c$ [%]	4,0 – 24,1	9,5					
	$0,002 < \phi < 0,06\text{mm}$	$m$ [%]	15,7 – 54,7	32,1					
	$0,06 < \phi < 2\text{mm}$	$s$ [%]	12,8 – 33,8	23,6					
	$\phi > 2\text{mm}$	$g$ [%]	8,5 – 56,6	35,4					
Pevnosť v prostom tlaku z PLT	$\sigma$ [MPa]	2,40 – 11,03	8,62	3,41 – 34,62	14,71	13,22 – 69,97	32,56	69,97 – 108,57	91,18
Pevnosť v prostom tlaku z LMH a LMZ	$\sigma$ [MPa]	0,094 – 9,89	4,59	10,54 – 30,57	16,04	31,09 – 89,09	63,49	88,30 – 130,16	109,90
Parametre totálnej šmykovej pevnosti	$\varphi_u$ [°]	11,2	11,2			-	-		
	$c_u$ [kPa]	84	84	-	-	-	-		
Parametre efektívnej šmykovej pevnosti	$\varphi_{ef}$ [°]	23 – 32	28	(34 – 44)	(40)	(42 – 46)	(44)	(44 – 50)	(47)
	$c_{ef} = \tau_0$ [kPa]	0 – 100	40	(250 – 500)	(400)	(500 – 1 000)	(700)	(500 – 800)	(600)
Modul pretvárnosti z LMH	$E_{def}$ [MPa]	-	-	-	-	4260	4260	-	-
Modul pretvárnosti z PS* in situ	$E_{def}$ [MPa]	20,18 – 356,26	222,30	442,30 – 10,91,44	783,77	442,30 – 1091,44	783,77	1543,28 – 2019,40	1832,12
Modul pretvárnosti zo DS** in situ	$E_{def}$ [MPa]	3,95 – 369,79	129,00	335,49 – 1851,11	707,28	2200,91 – 2581,23	2335,10	2107,04 – 12836,42	4941,89
Poissonovo číslo	$\nu$	(0,30 – 0,35)	(0,30)	(0,20 – 0,30)	(0,25)	(0,20 – 0,25)	(0,23)	(0,18 – 0,23)	(0,20)
Koeficient filtrácie	$k_f$ [m.s <sup>-1</sup> ]	$8,54 \cdot 10^{-9}$ až $3,35 \cdot 10^{-6}$	$1,01 \cdot 10^{-6}$	puklinová priepustnosť		puklinová priepustnosť		puklinová priepustnosť	
Únosnosť	$R_{dt}$ [kPa]	(150 – 400)	(250)	(500 – 2 000)	(1 250)	(800 – 4 000)	(2 000)	(800 – 4200)	(2200)
Zatriedenie podľa STN	STN 73 1001	GC,CG, CS G5 – F2 – F4 – F6 – R6 – R5	GM-MS G4-F3-R6	GP G2-R4-R2	R3	R3-R2	R2	R2-R3	R2
	STN 72 1002	26 – 2 – 5 – 10	25-3	23				(26)	
	STN 73 3050	3-5	4-5	5-6	5-6	5-6	6	5-7	6

Poznámky: Hodnoty uvádzané v zátvorkách sú hodnoty odvodené z STN, z odbornej literatúry a z výsledkov predchádzajúcich prieskumných prác, únosnosť je uvádzaná orientačne ako tabuľková výpočtová únosnosť  $R_{dt}$  podľa STN 73 1001 pre súdržné zeminy pri  $b \leq 3$  m,  $d = 0,8-1,5$  m a pre nesúdržné zeminy pri  $b = d = 1$  m, u hornín podľa hustoty diskontinuit; PS\* – presiometrické skúšky in situ (horninový masív) podľa STN 72 1004, DS\*\* - dilatometrická skúška in-situ (horninový masív), LMZ – laboratórne skúšky mechaniky zemín, LMH – laboratórne skúšky mechaniky hornín.

## 2.2 Inžinierskogeologická a geotechnická charakteristika

Vzhľadom na fakt, že pri spracovaní výsledkov sme nemali k dispozícii detailnú situáciu projektovaného tunela, sú kilometráže jednotlivých objektov uvedené len orientačne.

### 2.2.1 Portálový zárez v km 2,066

Portálový zárez tunela Čebrať je situovaný na ľavom brehu Kamenného potoka na západných svahoch lokálnej terénnej depresie. Z juhu je depresia ohraničená skalným hrebienkom (kóta Skálie 555,3 m n.m.), budovaným rozblokovými paleogénnymi zlepenkami a brekciami borovského súvrstvia (erózný zvyšok). Z východnej strany pokračuje svah, ktorý postupne zvyšuje sklon. Územie je morfológicky jednotvárne, svah je rozčlenený len systémom medzí na úzke terasy. V súčasnosti je oblasť využívaná len ako pasienok a postupne zarastá náletovými drevinami. Na západnej a severnej strane oblasti portálu ohraničujú dva vodné toky (Kamenný potok a jeho ľavostranný prítok). Okrem toho v teréne vymoká niekoľko rozptýlených prameňov, pri ktorých sa vytvárajú zamokrené plochy.



Obrázok 3 Pohľad na oblasť portálu z juhu. V pozadí masív Kečiek (1138,9 m n.m.)

Úsek bol čiastočne preskúmaný počas predchádzajúcich etáp inžinierskogeologického prieskumu pre trasu diaľnice D1 Hubová – Ivachnová. Použité boli vrty V-10 (Máľuš, 1996), 12/PZ-41 a 12/INK-1 (Fussgänger, 2006), J-60 až J-85 (Šamaj, 2010). Vrty sa nachádzajú napospol na južnej strane skúmanej oblasti v pôvodnej trase diaľnice. Pre účely predkladaného prieskumu sme na tomto mieste realizovali predovšetkým nové prieskumné štruktúrne vrty NT-03 až NT-11, ktoré boli doplnené geofyzikálnymi meraniami.

Pokryv územia tvoria deluviálno-proluviálne sedimenty, ktoré sa v rámci kvartérneho komplexu striedajú a nie je možné ich presne od seba odlíšiť. Celý kvartérny komplex radíme v oblasti portálovej steny razeného portálu do zosuvného delúvia. Hrúbka delúvia je premenlivá. Generálne možno povedať, že hrúbka sa zväčšuje smerom ku dnu údolia Kamenného potoka, pričom v mieste portálovej steny razeného portálu dosahuje cca 8 - 11 m a na konci plánovaného zárezu je to cca 18 - 20 m. Hrúbka sa mení tiež v priečnom smere, nakoľko portálová oblasť je

modelovaná do prírodného amfiteátra. Zo severu svah pokračuje k hlavnému hrebeňu, kde delúvium prechádza do balvanitých sutí neznámej hrúbky. Smerom na juh svah mierne stúpa k lokálnemu skalnému hrebienku, kde delúvium postupne vykliňuje. Počas prieskumných prác nebola identifikovaná žiadna výrazná a jednoznačná šmyková plocha. Predpokladáme však, že v rámci striedania jednotlivých vrstiev tvoria ílovitejšie vrstvy potenciálne šmykové zóny, najmä ak v ich podloží je priepustnejšia poloha nasýtená vodou.

Zosuvné delúvium (proluviálno-deluviálne) má prevažne charakter kamenito-ílovitých až ílovito-kamenitých sutí (F2/CG, G5/GC). V tomto komplexe sa vyskytujú aj čistejšie polohy ílov (F6/CI, F8/CH) resp. balvanité a kamenité preplástky (G2/GP).



Obrázok 4 Pohľad na portálovú oblasť zo západu

Podložie pod kvartérnymi sedimentami je tvorené v oblasti portálového zárezu horninami krížňanského príkrovu, konkrétne ílovcami porubského súvrstvia. Ílovce sú prevažne strednej až nízkej pevnosti (R3 - R4). V komplexe sa vyskytujú i siltovcové a pieskovcové polohy, tieto sú však podradného zastúpenia, pričom ich pevnosť je vyššia ako čistých ílovcov, dosahuje stupeň R2 ojedinele pri masívnejších pieskovcoch až R1. Vzhľadom na exponovanú pozíciu na križovaní niekoľkých tektonicky výrazných línií a s ohľadom na morfológické pomery v komplikovanej doline Váhu je podložie tektonicky značne porušené najmä medzivrstevnou tektonikou, ako aj gravitačnou tektonikou. V tektonicky porušených polohách, ktoré majú hrúbku i niekoľko metrov, sú horniny prevažne charakteru úlomkov s obsahom ílu (G5/GC), resp. pri zošupinovatených ílovcoch až charakteru strednoplastického ílu (F6/CI), alebo pevnosti nízkej až extrémne nízkej (R4 - R6). Na základe dokumentácie vrtoch a karotážnych meraní očakávame, že vrstvy generálne upadajú so sklonom 15 - 35° smerom na sever až východ. Lokálne sú vrstvy vďaka blokovým pohybom orientované iným smerom.

Presiometrickými a dilatometrickými skúškami vo vrtoch NT-03, NT-04, NT-06 a NT-09 boli overené deformačné parametre podložných hornín v rozličnom stupni porušenia. Zatiaľ čo presiometrické skúšky v tektonicky porušených brekciovitých ílovcoch preukázali rozsah modulu deformácie  $E_{def} = 20,18 - 356,26$  MPa, v priemere 222,31 MPa, kompaktné málo porušené ílovce dosahovali modul deformácie v rozsahu  $E_{def} = 442,30 - 1\,091,44$  MPa,

v priemere  $E_{def} = 783,77$  MPa. Horniny s vyšším zastúpením siltovca majú modul deformácie v rozsahu  $E_{def} = 1\,543,28 - 2\,019,40$  MPa, v priemere  $E_{def} = 1\,832,12$  MPa. Podobné rozsahy dosahovali horniny i pri dilatometrických skúškach.

Celý kvartérny komplex je nasýtený podzemnou vodou, ktorá využíva na svoje prúdenie kamenitejšie polohy kvartérneho komplexu a rozvoľnený podložný masív. V oblasti portálu vďaka striedaniu priepustnejších a nepriepustných vrstiev zemín vytvára napäté horizonty a v miestach, kde vyviera na povrch vznikajú zamokrené oblasti. Vzhľadom na použitú technológiu vŕtania nebolo možné presne určiť miesta narazených a ustálených hladín.

Z hľadiska výstavby portálového zárezu a stability stavebnej jamy i steny razeného portálu je potrebné upozorniť na potenciálne riziko zosunutia svahových sutí alebo rozvoľneného silne zvetraného podložia, ktoré hrozí v prípade nevhodného technického zásahu do svahu (podkopanie), prípadne v čase intenzívnych zrážok, kedy je masív nasýtený podzemnou vodou. Je potrebné brať na zreteľ šmykové parametre deluviálnych zemín ako aj fakt, že oblasť je sytená podzemnou vodou z vyššie položených partii svahu.

V prílohách 4.1 až 4.4 sú spracované schematické inžinierskogeologické rezy oblasťou portálu tunela Čebrať. Pre vykreslenie profilov boli využité jednak vrtné práce a jednak povrchové geofyzikálne merania.

Z uvedených výsledkov prieskumných prác v portálovej oblasti vyplývajú nasledujúce odporúčania:

- Je potrebné realizovať podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum pre širšiu oblasť portálu prípadne pre jeho alternatívne umiestnenie severnejšie;
- Pred výstavbou samotnej stavebnej jamy portálu je potrebné doplniť sieť monitorovacích hydrogeologických vrtov na sledovanie hladiny podzemnej vody a okamžite začať kontinuálne monitorovanie;
- Svah stavebnej jamy portálu dosiahne výšku cca 20 m, čo predstavuje potenciálne riziko destabilizácie svahu, ktorý už sám o sebe je považovaný za zosuvný. Stavebnú jamu z toho dôvodu odporúčame zabezpečiť kotvenou klincovanou alebo pilótovou stenou, pričom pilóty budú previazané v potrebných úrovniach kotvenými železobetónovými prahmi. V prípade, že nebude možné realizovať pilótovú stenu až do požadovanej hĺbky, je možné zvážiť zabezpečovanie svahu po úrovniach pomocou klincovania, kari sietí a torkrétového nástreku a kotevných prahov. Prípadné svahované časti stavebnej jamy je potrebné zabezpečiť stabilizačno-drenážnymi rebrami;
- alternatívne pre minimalizáciu zásahov do svahu je možné realizovať razenie úvodných metrov pod ochrannou klenbou tzv. korytnačky;
- Je potrebné doplniť monitorovaciu sieť pre sledovanie podpovrchových deformácií a vykonávať inklinometrické merania. Taktiež je potrebné sledovať hladinu podzemnej vody ešte počas prípravnej etapy, pred začiatkom samotnej výstavby a zistené výsledky operatívne vyhodnocovať a zohľadňovať počas realizácie, samozrejmosťou je priebežný monitoring stability svahu a hladiny podzemnej vody počas hĺbenia stavebnej jamy;
- Nad hornou hranou portálového zárezu je potrebné vytvoriť odvodňovací obvodový rigol na odvádzanie prívalových zrážkových vôd v kombinácii s podpovrchovou drenážou, prípadne tento rigol vytvoriť i na lavičke na okraji zvislej časti stavebnej jamy. Pre zabezpečenie hĺbkovej drenáže sa vybudujú horizontálne odvodňovacie vrty. Účinnosť drenážnych prvkov je potrebné priebežne overovať hydrogeologickým monitoringom v pozorovacích vrtoch. Odvod vody by mal byť riešený nezamrzavým systémom, aby nemohlo dôjsť k vzdutiu podzemnej vody za zárubným múrom počas zimy. Drenážny systém by mal byť opatrený revíznymi šachtami pre možnosť kontroly účinnosti systému;



- Po definitívnej úprave nesmú v teréne nad portálom zostať bezodtokové depresie. Vzhľadom na pomerne veľký výskyt zamokrenín aj sústredených výverov vôd v širšom okolí je potrebné upraviť odtokové pomery v bezprostrednom okolí portálovej jamy. Táto činnosť by mala byť koordinovaná s pracovníkmi ochrany prírody, nakoľko na výveroch vôd sú naviazané cenné mokraďové biotopy. Je potrebné zvážiť i možnosť vytvorenia náhradného biotopu v bezprostrednom okolí portálu;
- Orientáciu horninových kotiev je potrebné spresniť počas postupného odkopávania portálovej steny po prehodnotení geologických pomerov geológom;
- Počas vrtania pilót (mikropilót) aj kotiev je potrebné sledovať režim vrtania, aby koreň kotvy resp. báza mikropilóty nebola osadená v tektonicky porušenej zóne charakteru zeminy;
- Zárezy v kvartérnych zeminách bude potrebné v definitívnej úprave opatriť vegetačnou vrstvou pre zamedzenie rozvoja erózie;
- Drenážne rebrá odporúčame na lícovej strane opatriť kamenným dláždením, aby sa zabránilo ich zanášaniu organickým materiálom.
- Tubus tunela odporúčame v portálovej oblasti presypať a v okolí vysadiť hlbokokoreniace stromy pre zlepšenie stabilných pomerov deluviálnych sutí;
- Minimalizovať plochy, na ktorých bude obnažený pôdny pokryv a minimalizovať odlesnenie;
- Úvodný úsek razeného tunela bude potrebné raziť pod ochranou mikropilótového dáždnika;
- Pre zakladanie objektov portálu je vzhľadom na hrúbku zosuvného delúvia potrebné využiť zeminy kvartérneho komplexu. Pre vybudovanie presypanej časti tunelového tubusu (hĺbený tunel) je potrebné realizovať plošný základový prah alebo prah na mikropilótach votknutých do predkvartérneho podlažia alebo realizovaných ako plávajúce pilóty. Je potrebné dodržať minimálny časový odstup od vyhlbenia základovej jamy po betonáž prahov, aby sa zamedzilo rýchlej degradácii geotechnických parametrov zemín;
- V prípade dlhodobého obnaženia najmä tektonicky porušených bridličnatých mezozoických hornín hrozí rýchla degradácia ich geotechnických parametrov vplyvom zvetrávania, rozvoj plošnej a výmoľovej erózie;
- V styku s vodou a pri mechanickom namáhaní sú deluviálne suty citlivé na rozbredenie. Pri potrebe častých pojazdov stavebných mechanizmov je potrebné tieto zeminy chrániť vhodnou ochrannou vrstvou;
- pozemné objekty pri portáli je možné zakladať plošne na deluviálno-proluviálnych zeminách zosuvného delúvia. V prípade, že sa v základovej škáre vyskytne významnejšia vrstva organických zemín, je potrebné uvažovať i s čiastočnou výmenou nevhodného málo únosného materiálu za lepší štrkopiesčitý (základový vankúš alebo geosyntetická doska).

### 2.2.2 Razený tunel Čebrať v km 2,066 - 2,306

Vzhľadom na fakt, že trasou tunela nebola realizovaná prieskumná štôľňa a s ohľadom na etapu inžinierskogeologického prieskumu, pri inžinierskogeologickej charakteristike trasy tunela Čebrať v úvodných úsekoch od nového západného portálu sme vychádzali z výsledkov geofyzikálnych povrchových meraní, vrtných prác, ako aj z výsledkov geotechnických, hydrodynamických a karotážnych skúšok, realizovaných v prieskumných vrtoch. Vzhľadom na hustotu a charakter prieskumných diel sme trasu nečlenili do kvázihomogénnych úsekov. Najvýraznejší je deficit poznania štruktúrnych prvkov horninového masívu, a to hlavne

orientácie hlavných zlomových porúch, ktoré je možné detailne overiť len banským spôsobom.

Počas prieskumu boli v trase razenej časti tunela realizované prieskumné štruktúrne vrty NT-08, NT-10 a NT-11. Okrem vrtných prác boli v trase tunela realizované aj geofyzikálne práce.

Na základe výsledkov prieskumných prác možno konštatovať, že **geologicko-tektonické pomery v hodnotenej trase tunela sú zložité**. Horninový masív je tvorený horninami porubského súvrstvia, ktoré má generálny sklon vrstiev 15 - 30° smerom na sever až východ. V danej oblasti je súvrstvie značne tektonicky porušené vzhľadom na exponovanú pozíciu na okraji údolia Váhu a výraznej bočnej doliny Kamenného potoka. Predpokladáme, že v tejto časti bude trasu tunela križovať niektorá z výraznejších tektonických porúch smeru SZ-JV, na ktorú sú naviazané i drobnejšie prejavy tektonického porušenia (rozpukanie, prevrásnenie). Dominantné zastúpenie majú ílovce a siltovce, s ojedinelými preplástkami pieskovcov. Vyskytujú sa horniny od kompaktných až po tektonické brekcie, ich presné rozčlenenie v profile tunela však vzhľadom na etapu prieskumu nie je možné. Očakávame však, že cca 30% objemu hornín budú predstavovať tektonicky viac či menej porušené horniny. Výplň takýchto zón je charakteru tektonických brekcií s plávajúcimi úlomkami karbonátov. Tieto porušené horniny možno považovať za tvrdé ílové zeminy charakteru ílu štrkovitého až štrku ílovitého (F2/CG, G5/GC) resp. lokálne až vysokoplastických ílov s úlomkami (F8/CH), obsahujúce lístočkovité vyhladené šupinky ílovca až tvrdého ílu. Zeminy sú extrémne citlivé na styk s vodou. Mimo tektonicky exponovaných zón je horninový masív tvorený lavicovitými až masívnymi kompaktnými ílovcami s preplástkami siltovcov a pieskovcov. Rozpadajú sa na tabulárne bloky veľkosti 10 – 40 cm. Pevnosť hornín je prevažne stredná až nízka (R3 – R4), v miestach s výraznejším zastúpením siltovcov a pieskovcov až vysoká (R2). Možno povedať, že pevnosť i deformačné parametre ílovcov sú výrazne znížené hustým rozpukáním a tektonickým porušením, prípadne aj stupňom zvetrania.

Horninový masív je porušený niekoľkými systémami diskontinuit. Za systém porušenia tiež možno považovať smer vrstevnatosti, nakoľko najmä ílovcové polohy súvrstvia predstavujú predisponované šmykové plochy, po ktorých dochádzalo k medzivrstevným tektonickým pohybom počas vrásnenia a presunu príkrovov. Významné systémy diskontinuit majú smer S – J a Z – V so sklonom cca 40 – 55° k S resp. J. Ďalší menej zreteľný puklinový systém má orientáciu SZ – JV, so sklonom cca 50 – 60° smerom k SV. Pukliny a vrstevné plochy sú v ílovcovom komplexe pomerne zopnuté, zvlnené a hladké, s ílovitými povlakmi. V pripovrchových častiach je ílovec silne zvetraný a jeho zvyšky sú vplavované do otvorených puklín a dutín. Smerom do hĺbky však dochádza k uzatváraniu a utesňovaniu puklín. Hustota puklín dosahuje v zóne zvetrania a v tektonicky porušených zónach 10 – 200 mm, v pevnejších zdravých zónach je hustota 100 – 600 mm. Vzhľadom na gravitačné rozvolňovanie v pripovrchovej zóne očakávame otvorenejšie pukliny v úvodných úsekoch tunela.

Nadložie tunela bude dosahovať v tomto úseku 5 – 45 m. Razený portál je situovaný do bloku hornín porubského súvrstvia, ktoré je v mieste portálu intenzívne tektonicky porušené. V prvých cca 20 m tunela predpokladáme, že v kalote budú zastihnuté ešte zeminy kvartéru, charakterizované ako zosuvné delúvium. Geneticky ide o proluviálno-deluviálne sute rozličného zloženia. Podložné súvrstvie v prvých cca 50 - 60 m tunela možno priradiť do potenciálnych blokových deformácií svahu, ktorých aktivita v tejto oblasti však zatiaľ nie je dokumentovaná žiadnymi meraniami.

Z hľadiska účelových tunelárskych klasifikácií kvality horninového prostredia sme v danej oblasti vyčlenili dve charakteristické horninové prostredia: prostredie silno tektonicky porušených hornín charakteru brekcií s budinovanými restami pevnejších blokov hornín a prostredie relatívne kompaktných masívnych ílovcov až siltovcov. Tieto dve prostredia sa

v danej oblasti striedajú, pričom predpokladáme, že porušených hornín bude cca 30 % z celkového objemu. Prehľad kvality horninového prostredia, hodnoteného podľa viacerých klasifikačných systémov poskytuje nasledovná tabuľka 14:

Tabuľka 14 Prehľad hodnotenia kvality horninového prostredia pre účely výstavby tunela

Typ prostredia	RQD	RMR kvalita / trieda	QTS trieda	ÖNORM B 2203
Tektonické brekcie a porušené ílovce	0 - 25%	21 zlá / IV.	37 4.	B3 - C3
Kompaktné ílovce až siltovce, masívne, málo rozpukané	25 - 50%	58 uspokojivá / III.	64 3.	B2 - B1

Poznámka: RQD - Rock Quality Designation (Deere, 1964); RMR - Rock Mass Rating (Bieniawski, 1973); QTS - Regionální klasifikace Praha (Tesař, 1977);

Upozorňujeme, že vstupné parametre účelových geotechnických klasifikácií boli zisťované iba z vrtných prác, resp. boli kvalifikovane odhadnuté. Pre presnejšie klasifikovanie prostredia by bolo potrebné realizovať banské prieskumné dielo (lokálnu prieskumnú štôľňu alebo šachticu). Z viacerých použitých účelových klasifikácií horninového prostredia sme využili klasifikáciu podľa Z. T. Bieniawského (1973, 1979), ktorá je – pri využití výsledkov iba z prieskumných vrtov a čiastočne z odkryvov – lepšie aplikovateľná a univerzálnejšia. Triedy hornín RMC boli zostavené podľa ratingového bodového ohodnotenia RMR, zohľadňujúceho pevnosť v prostom tlaku  $\sigma_c$ , index kvality RQD, vzdialenosť a charakter diskontinuit, vplyv podzemnej vody a smer i úklon diskontinuit – hlavne vrstevnatosti k osi tunela a smeru razenia (upravený podľa T. E. Francisa, 1991). Okrem RMR uvádzame i pražskú geotechnickú klasifikáciu podľa Tesařa (1977), ktorá je vhodná pre geologické podmienky prostredie Západných Karpát. Zároveň, vzhľadom na predpokladaný spôsob razenia tunela uvádzame i klasifikáciu pre cyklické razenie ÖNORM B2203, ktorá je už neplatná.

Z uvedených výsledkov prieskumných prác v portálovej oblasti vyplývajú nasledujúce odporúčania:

- Keďže hlavným geotechnickým rizikom v uvedenom úseku je nestabilita klenby, stien a čelby tunela v úseku s malým nadložením a v úsekoch s tektonickým porušením, je potrebné realizovať zabezpečenie klenby tunela mikropilótoým dáždnikom a zároveň zabezpečovať uzatváranie profilu tunela protiklenbou;
- je potrebné zabezpečiť odvádzanie priesakových vôd sústredeným odtokom tak, aby nedochádzalo k rozmokaniu počvy tunela pri pojazdoch mechanizmov;
- vzhľadom na fakt, že v časti trasy tunela bude do kaloty zasahovať kvartérny deluviálny pokryv, navrhujeme v tomto úseku zlepšenie vlastností zemín v klenbe z povrchu alebo realizovať v tomto mieste razenie pod ochrannou klenbou (korytnačka), prípadne prehodnotiť pozíciu razeného portálu (zasunutie viac do masívu).

Z hľadiska hydrogeologického predstavuje úsek relatívne komplikované prostredie s veľmi variabilným charakterom prítokov podzemnej vody. Vzhľadom na otvorenosť masívu (gravitačný rozpad na okraji pohoria) pozdĺž predisponovaných tektonizovaných zón možno očakávať prítok na úrovni 0,5 - 2 l.s<sup>-1</sup>. Mimo porušených zón očakávame masív relatívne tesný, bez prítokov alebo len s malými prítokmi po rozpukaných pieskovcových polohách.

Podzemná voda z okolitých vrtov v mieste portáloveho zárezu podľa svojho chemického zloženia nemala agresívne účinky na betón - symbol X0 a tvorí prostredie s veľmi nízkou agresivitou pre kovové materiály so stupňom I. Pre podrobnejšie charakterizovanie agresivity

prostredia je potrebné realizovať odbery podzemných vôd zo zabudovaných vrtov s dlhším časovým odstupom od ich realizácie.

### 2.3 Hydrogeologické pomery územia

Pri charakterizovaní hydrogeologických pomerov v oblasti nového portálu tunela Čebrať na novej trase diaľnice D1 Hubová - Ivachnová vychádzame z výsledkov predchádzajúcich prieskumov, výskumov a štúdií, ale najmä z aktuálne realizovaných prieskumných diel, realizovaných hydrodynamických skúšok, ako aj z výsledkov laboratórnych analýz podzemných a povrchových vôd. Charakteristika hydrogeologických pomerov trasy diaľnice je zhodnotená podľa charakteristických úsekov.

Trasa diaľnice v tomto úseku vedie v rozsiahlej akumulácii deluviálno-proluviálnych sedimentov, ktoré zaraďujeme do zosuvného delúvia. Hrúbka dosahuje podľa polohy na svahu od 7 do viac ako 20 m. V komplexe sa striedajú polohy ílov a ílovitých sutí so suťami kamenitými až balvanitými. Prostredie je sytené podzemnou vodou pritekajúcou z vyšších partií svahov a vďaka striedaniu priepustnejších a málo priepustných vrstiev vzniká niekoľko kolektorov a napätými hladinami.

V podloží kvartérnych zemín sa nachádzajú tektonicky porušené alebo kompaktné polohy mezozoických ílovcov s polohami pieskovcov (porubské súvrstvie). Vďaka gravitačnej tektonike a blokovým pohybom je prostredie čiastočne otvorené pre prúdenie podzemnej vody. Z hľadiska hydrogeologického predstavujú horniny relatívne tesné prostredie s minimálnymi očakávanými prítokmi. Lokálne sa v komplexe ílovcov vyskytujú predisponované cesty prúdenia vôd, najmä v miestach tektonického porušenia a v miestach s vyšším podielom rozpučaných pieskovcov.

Tabuľka 15 Prehľad terénnych meraní hladín podzemnej vody

Vrt nadm. výška (m n.m.)	Hĺbka Vrtu (m)	Výška pažnice (m)	Dátum merania	Hladina podzemnej vody		Profil vrtu litologický komplex, horninový typ
				narazená m p.t. (m n.m.)	ustálená m p.t. (m n.m.)	
NT-03 532,53	35,0	0,94	20.7.2016	1,50 531,03	8,78 523,75	0,0 - 16,5 Deluviálna suť kamenito-ílovitá až ílovito-kamenitá 16,5 - 35,0 ílovce s preplástkami pieskovcov a vápencov tektonicky porušené
NT-04 538,30	40,0	0,93	5.5.2016	-	4,90 533,40	0,0 - 8,5 Deluviálna suť kamenito-ílovitá až ílovito-kamenitá 8,5 - 40,0 ílovce s preplástkami pieskovcov, miestami tektonicky porušené
NT-06 535,64	40,0	0,85	10.6.2016	1,50 534,14	-	0,0 - 6,7 Deluviálna suť kamenito-ílovitá až ílovito-kamenitá 6,7 - 40,0 ílovce s preplástkami pieskovcov a vápencov tektonicky porušené
NT-07 540,92	45,0	0,87	20.7.2016	-	8,38 532,54 až 9,08 531,84	0,0 - 4,4 Deluviálna suť kamenito-ílovitá až ílovito-kamenitá 4,4 - 45,0 ílovce s preplástkami pieskovcov, lokálne tektonicky porušené
NT-08 547,72	45,0	0,92	26.5.2016 20.7.2016	4,70 543,02	8,95 538,77 až 9,72 538,00	0,0 - 3,4 Deluviálna suť kamenito-ílovitá až ílovito-kamenitá 3,4 - 45,0 ílovce s preplástkami pieskovcov, lokálne tektonicky porušené
NT-09 544,14	45,0	1,05	20.7.2016	-	8,01 536,16 až 9,23 534,94	0,0 - 10,1 Deluviálna suť kamenito-ílovitá až ílovito-kamenitá 10,1 - 45,0 ílovce s preplástkami pieskovcov, lokálne tektonicky porušené
NT-10 557,62	45,0	-	20.5.2016	-	4,5 553,12	0,0 - 1,7 Deluviálna suť kamenito-ílovitá až ílovito-kamenitá 1,7 - 45,0 ílovce s preplástkami pieskovcov, lokálne tektonicky porušené
NT-11 576,77	65,0	0,92	20.7.2016	-	10,07 566,70	0,0 - 9,5 Deluviálna suť kamenito-ílovitá až ílovito-kamenitá 9,5 - 65,0 ílovce s preplástkami pieskovcov, lokálne tektonicky porušené

Podľa výsledkov hydrodynamických skúšok vo vrtoch NT-04, NT-06, NT-07, NT-09 a NT-10 v oblasti portálovej jamy tunela a v úvodnej časti tunela Čebrať (Príloha 6.3) je toto prostredie mierne až dosť slabo priepustné vyjadrené hodnotami koeficienta filtrácie  $k_f = 2,646 \cdot 10^{-7}$  až  $6,770 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Podľa archívnych údajov (Malík in Némethyová et al., 2011) o priepustnosti horninového prostredia jury a kriedy vnútorných Západných Karpát - ílovcov, bridlíc a pieskovcov - možno očakávať rozsah hodnôt koeficientu prietochnosti  $T = 3,390 \cdot 10^{-6}$  do  $2,223 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ , hodnoty koeficientu filtrácie v rozsahu  $3,942 \cdot 10^{-8}$  –  $2,778 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

V prieskumných vrtoch nebolo možné spoľahlivo zistiť narazenú hladinu vzhľadom na použitú technológiu vŕtania Wireline s vodným výplachom. Hladinu podzemnej vody je možné zistiť iba vo vrtoch vystrojených otvoreným piezometrom (NT-03, NT-11) a s dostatočným časovým odstupom od ich zabudovania, resp. pomocou merania tlaku podzemnej vody uzatvoreným piezometrom (meranie piezometrických tlakov) s automatickým záznamníkom (NT-07, NT-08 a NT-09). Prehľad meraní hladín resp. tlakov podzemnej vody v jednotlivých vrtoch je spracovaný v tabuľke 15.

Chemické zloženie podzemných vôd a ich vlastnosti boli hodnotené na základe chemickej analýzy vzorky vody z archívnych vrtoch v bezprostrednom okolí portálu tunela. Bohužiaľ, vzhľadom na použitú technológiu vŕtania nebolo možné v tejto etape prieskumu odobrať vhodné vzorky podzemnej vody pre laboratórne analýzy priamo z vrtoch v trase tunela. Na základe vyhodnotenie sú podzemné vody v okolí portálu základného výrazného  $A_2$  chemického typu. Podľa celkovej mineralizácie 471 až 517  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$  sú stredne mineralizované, podľa reakcie vody pH sú slabo alkalické a svojou celkovou tvrdosťou patria k vodám mäkkým až stredne tvrdým. Analyzované vzorky podzemnej vody podľa svojho chemického zloženia nemali agresívne účinky na betón – symbol X0 a tvoria prostredie s veľmi nízkou agresivitou pre kovové potrubia so stupňom I. Výsledky chemickej analýzy podzemných vôd sú spracované v prílohe 5.3.

## 2.4 Kategorizácia zemín a hornín

Jednotlivé vyčlenené typy pokryvných kvartérnych zemín a podložných mezozoických hornín s rôznym stupňom zvetrania a porušenia, vyskytujúcich sa v oblasti nového portálu tunela Čebrať, radíme podľa STN 73 3050 do nasledovných tried ťažiteľnosti:

- deluviálne a proluviálne sute kamenité a ílovito–kamenité ..... tr.4
- deluviálne a proluviálne sute ílovité ..... tr.3 – 4
- mezozoické ílovce s preplástkami siltovcov a pieskovcov, zvetrané a tektonicky porušené.. tr.5
- mezozoické ílovce s preplástkami siltovcov a pieskovcov, zdravé a navetrané ..... tr.5 – 7

## 2.5 Zoznam súradníc prieskumných diel

Prieskumné diela boli v teréne vytýčené pomocou GPS prístroja TRIMBLE s dostačujúcou presnosťou. V nasledujúcej tabuľke uvádzame prehľad zameraných súradníc. Zameranie prieskumných diel vykonal Ing. Ondrej Baránek zo spoločnosti GEOSMART s.r.o. Meračská správa je súčasťou Záverečnej správy ako samostatná príloha 10. V nasledujúcej tabuľke 16 uvádzame iba zoznam súradníc prieskumných diel.

Tabuľka 16 Zoznam súradníc prieskumných diel

Označenie	X	Y	Z	poznámka
NT-03	407577,44	1187512,22	532,53	terén
			532,63	betón
			533,47	pažnica
NT-04	407518,40	1187562,62	538,30	terén
			539,23	pažnica
			538,19	betón
NT-06	407528,65	1187595,63	535,64	terén
			535,76	betón
			536,49	pažnica
NT-07	407490,36	1187601,19	540,92	terén
			541,00	betón
			541,79	pažnica
NT-08	407440,28	1187579,26	547,81	betón
			548,64	pažnica
			547,72	vyt_terén
NT-09	407509,14	1187523,75	545,22	pažnica
			544,25	betón
			544,17	terén
NT-10	407369,82	1187595,90	557,62	terén
NT-11	407306,42	1187599,40	576,77	terén

## 3 ZÁVER

### 3.1 Sumarizácia výsledkov a odporúčaní

Predkladaná záverečná správa z orientačného inžinierskogeologického prieskumu sumarizuje výsledky prieskumných terénnych i laboratórnych prác v trase nového variantu diaľnice D1 v úseku Hubová - Ivachnová a to konkrétne v mieste plánovaného nového západného portálu tunela Čebrať. Cieľom prieskumných prác bolo orientačné overenie inžinierskogeologických, hydrogeologických a geotechnických pomerov v trase tunela a poskytnúť relevantné podklady pre EIA a pre optimalizáciu umiestnenia portálu tunela.

Metodika prác a všeobecné údaje o prírodných podmienkach sú prehľadne spracované v úvodných kapitolách predkladanej záverečnej správy (všeobecná časť). Vlastné spracovanie výsledkov prieskumu je náplňou podrobnej časti predkladanej záverečnej správy, kde v kapitole 2.1 sú uvedené hlavné charakteristické typy zemín a hornín spolu s ich laboratórne a terénne zistenými fyzikálno–opisnými i pevnostno–deformačnými vlastnosťami. Pri inžinierskogeologickej, geotechnickej a hydrogeologickej charakteristike jednotlivých kvartérnych zemín a podložných hornín boli v plnej miere zohľadnené a prevzaté výsledky z predchádzajúcich prieskumov v danej oblasti, prípadne lokalít s obdobnou geologickou stavbou. V kapitole 2.2 sú prehľadne charakterizované geotechnické pomery portálovej jamy a úvodných metrov razeného tunela. V kapitole 2.3 uvádzame prehľad hydrogeologických pomerov na skúmanom území.

V portálovom záreze i v príľahlom úseku tunela sú geologická stavba i geotechnické pomery komplikované. Na geologickej stavbe sa podieľajú prevažne zeminy deluviálnej a proluviálnej genézy, ktoré sú v súčasnosti zahrnuté do zosuvného delúvia. Zosuvné delúvium považujeme v súčasnosti za stabilizované. V podloží kvartéru sa nachádzajú mezozoické horninové komplexy. Prieskumné práce v týchto úsekoch boli zamerané najmä na predbežné zhodnotenie možnosti zakladania portálových objektov, budovanie zárezov a samotného razeného tunela Čebrať.

Medzi hlavné rizikové fenomény, ktoré sa vyskytujú v skúmanej oblasti patria zosuvy a blokové deformácie, rozvoj erózie, tektonické pohyby a zemetrasenia, ako aj zvetrávanie. Svahy horstiev, ktoré lemujú aluviálnu nivu rieky Váh, sú v dolnej časti (tj. v miestach, kde bude situovaný nový západný portál tunela Čebrať) budované prevažne ílovcovými horninami. Vďaka špecifickej geologickej stavbe, morfológickému vývoju územia ako aj vplyvom klimatických pomerov je územie extrémne náchylné na vznik svahových pohybov, najmä v prípade nevhodného technického zásahu do svahu. Počas prieskumných prác v priestore portálov tunela boli identifikované **potenciálne a stabilizované zosuvy**.

Medzi ďalšie rizikové fenomény z hľadiska výstavby portálu a razenia tunela (v hodnotenom úseku) patria degradácia geotechnických parametrov hornín pri styku s vodou (rozbredanie a zvetrávanie) a heterogenita geotechnických vlastností zemín a hornín, ktoré sa prejavujú najmä v prípade ílovcových hornín a pri niektorých typoch kvartérnych zemín (deluviálno-proluviálny komplex). Okrem toho negatívne vplýva i nízke nadložie tunela.

Vzhľadom na absenciu predchádzajúcich prieskumných prác v trase tunela, opierali sme sa pri hodnotení horninového prostredia najmä o údaje získané priamo v teréne, jednak z vrtných prác a najmä z realizovaných geotechnických skúšok. Pre overenie geotechnických parametrov horninového masívu sme využili presiometrické a dilatometrické skúšky, ktoré umožňujú overiť deformačné parametre horninového prostredia priamo v nivelete plánovanej tunelovej rúry. Tieto geotechnické skúšky boli kombinované s karotážnymi meraniami, laboratórnymi skúškami na odobratých vzorkách a hydrodynamickými skúškami.

Z výsledkov orientačného inžinierskogeologického prieskumu vyplýva, že **podmienky pre vybudovanie nového portálu tunela Čebrať a jeho razenie (v hodnotenom úseku) nie sú ideálne**. Dôvodom je najmä pomerne veľká hrúbka deluviálnych zemín, ktoré hodnotíme ako zosuvné stabilizované delúvium, a hlavne značná tektonická porušenosť horninového prostredia. Okrem týchto fenoménov za negatívny vplyv možno považovať aj nasýtenie horninového prostredia podzemnou vodou so vztlakovými účinkami a napätými horizontami.

Napriek pomerne nepriaznivým geologickým a geotechnickým pomerom v skúmanej oblasti možno povedať, že za dodržania navrhovaných opatrení a dôslednej technologickej disciplíny je portál tunela aj úvodné metre razeného tunela možné realizovať bez závažnejších problémov. V prípade potreby, je možné portál posunúť severnejším smerom, kde by sa pravdepodobne pri zachovaní súčasnej nivelety mierne zlepšili geologicko-geotechnické podmienky v kalote v úvodných metroch tunela. Túto skutočnosť však je potrebné overiť priamym prieskumným dielom v nasledujúcej etape prieskumu.

Dominujúcim litologickým a inžinierskogeologickým typom v hodnotenej oblasti sú ílovce s občasnými prechodmi do siltovca až pieskovca. Mimo tektonicky porušených zón predstavujú **uspokojivo kvalitné horninové prostredie** poloskalných hornín s minimálnym očakávaným prítokom podzemnej vody. Rizikovým faktorom je ich **citlivosť na styk s vodou**. V tektonicky porušených zónach v tomto prostredí nadobúda hornina charakter súdržnej ílovitej zeminy s úlomkami a **podmienky na razenie sú zlé**. Prítoky podzemnej vody v tomto komplexe očakávame len v zónach s vyšším zastúpením pieskovcov resp. vápencov po otvorených puklinách. V zmysle (už neplatnej, ale stále aplikovanej) normy ÖNORM B 2203 prevažná časť trasy tunela bude razená v horninách triedy B2 - B3, v kompaktnějších úsekoch v triede B1 až A2. V poruchoových zónach predpokladáme razenie na cca 30% trasy tunela, kde trieda hornín je prevažne B3, v najviac porušených úsekoch až C3.

Opatrenia na zlepšenie podmienok razenia by mali mať nasledujúci charakter:

- realizovať podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum
- dôsledné dodržiavanie technologickej disciplíny;
- v úsekoch tvorených tektonitmi charakteru zeminy a v úsekoch tvorenými poloskalnými horninami je potrebné dôsledne zachytávať všetky prítoky podzemnej vody a sústredene ich odvádzať drenážnym potrubím tak, aby voda nemohla degradovať geotechnické parametre hornín najmä v počve tunela a zamedzilo sa tak rozbredaniu hornín pri pojazdoch mechanizmov;
- z rovnakého dôvodu je potrebné zamedziť únikom technologickej vody;
- je potrebné prijať opatrenia na zamedzenie vysýpania úlomkovitých hornín, najmä bridličnatých ílovcov v tektonicky porušených zónach – je možné uplatniť aplikáciu horninového piliera, chemickú injektáž klenby tunela a podobne;
- pre zamedzenie rizika zavlčenia znečistenia do okolitých vodných zdrojov je potrebné počas výstavby dôsledne dodržiavať používanie ekologicky odbúrateľných mazív;
- chemicky nebezpečné látky sa nesmú skladovať v medziskladoch v tuneli;

### 3.2 Návrh prác ďalšej etapy prieskumu

V prípade, že výstavba diaľnice D1 Hubová – Ivachnová bude realizovaná v zmenenej trase, bude potrebné realizovať pred zahájením projektových a stavebných prác podrobný inžinierskogeologický a najmä hydrogeologický prieskum, ktorý by detailnejšie objasnil geologicko-tektonické pomery v trase tunela. Náplňou podrobného prieskumu by malo byť:

- zahustenie siete prieskumných diel v trase diaľnice mimo tunela s cieľom detailnejšie



- overiť možnosti zakladania najmä mostných objektov, múrov a eventuálnych vysokých násypov;
- zahustenie priamych prieskumných diel v trase tunela (najmä v jeho západnej a strednej časti) s doplnením monitorovacích prvkov pre sledovanie úrovne hladiny alebo tlaku podzemnej vody;
  - realizácia geotechnických a hydrodynamických skúšok (vodnotlakových) vo vrtoch s cieľom rozšíriť databázu údajov o geomechanických a hydraulických parametroch hornín pre lepšie štatistické spracovanie. Doplnenie laboratórnych rozborov mechaniky zemín a hornín;
  - doplniť informácie o stratigrafickom a petrografickom zatriedení hornín z vrtovej aj povrchových odkryvov;
  - zahustenie siete monitorovacích prvkov na sledovanie aktivity svahových pohybov v oblasti portálov;
  - opakované odbery vzoriek podzemných vôd na stanovenie agresivity podzemnej vody z vrtovej v trase tunela, nakoľko v súčasnosti realizované chemické analýzy boli ovplyvnené technológiou vrtania s vodným výplachom s použitím aditív na stabilizáciu stien vrtu. Agresívne vlastnosti vôd, ktoré boli indikované počas tohoto prieskumu tak nemusia byť smerodajné;
  - doplnenie geofyzikálnych priečnych a pozdĺžnych profilov;
  - podrobnejšie zdokumentovať prirodzené vývery z hľadiska chemizmu a výdatnosti a detailnejšie zhodnotiť hydrologickú bilanciu na území;
  - realizovať pasport jestvujúcich vodných zdrojov v oblasti Hrboltovej;
  - realizovať podrobné hydrometrovacie práce na vodných tokoch v záujmovej oblasti s cieľom spresniť hydrologickú bilanciu;
  - ak to bude časovo a ekonomicky možné, realizovať na vhodnom mieste prieskumnú štôľňu s možnosťou overenia charakteristických horninových prostredí in-situ pomocou špecializovaných skúšok a komplexného geotechnického monitoringu (pomocou vopred zabudovaných meracích zariadení). Ako alternatívu navrhujeme realizovať prieskumnú kopanú sondu s rozrážkou;
  - po doplnení siete monitorovacích prvkov zahájiť dlhodobý monitoring režimu podzemných vôd až do doby výstavby tunela ako aj počas realizácie tunela;
  - kalibrovanie statického výpočtového modelu tunela a zároveň kalibrovanie hydraulického modelu tunela s cieľom optimalizovať raziace práce a vystrojenie tunela, optimalizovať prípadné ochranné opatrenia na zníženie rizika ovplyvnenia vodných zdrojov.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Andrusov, D.: Geológia Československých Karpát, SAV 1959
- Barton, N. - Lien, R. - Lunde, J.: Engineering Classification of Rock Masses for the design of Tunnel Support. In: Rock Mechanics No 6.1974;
- Bieniawski, Z., T.: The geomechanic classification in rock engineerinh application. 4th ISRM, Montreaux, 1979;
- Čajka, O.: Diaľnica D-1 Ivachnová - Liptovský Mikuláš, objekt: štúdia preložky štátnej cesty I/18, inžinierskogeologický prieskum. Dopravoprojekt n.p., Bratislava, 1970. GEOFOND 24241;
- Francis, T. E.: Determination of the influence of joint orientation on rock mass classification for tunneling using a stereographic overlay. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, v.24:267-273. QJEG, 1991;
- Fussgänger, E., et. al.: D1 Hubová - Ivachnová, podrobný inžinierskogeologický prieskum Stavební geologie – Geotechnika, a.s., Bratislava, 2006;
- Fussgänger, E., et. al.: D1 Hubová - Ivachnová, doplnkový inžinierskogeologický prieskum Stavební geologie – Geotechnika, a.s., Bratislava, 2007;
- Gazda, S.: Chemizmus podzemných vôd Západných Karpát a jeho genetická klasifikácia. Materiály z III. celoslovenskej konferencie, II. časť. GÚDŠ, Bratislava, 1974;
- Gazda, S.: Modifikácia Palmerovho klasifikačného systému. Hydrogeologická ročenka 1970/1971. SHMÚ, Bratislava, 1971;
- Jetel, J.: Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech, Ústřední ústav geologický, Praha, 1982;
- Lehocký, M. – Kraus, A.: Inžiniersko-geologické pomery v trase Diaľnica D-1 Trenčín - Poprad. B/ Podrobná časť - úsek II. Žilina - Ružomberok, geologická štúdia. IGHP n.p., Žilina, 1969. GEOFOND 22445/B;
- Lukniš, M. – Konček, M.: Atlas SSR – Ovzdušie a vodstvo, vydalo Vydavateľstvo VEDA Bratislava, 1982;
- Maas, P: Inžinierskogeologická mapa svahových deformácií údolia Váhu pri Ľubochni v mierke 1 : 10 000, diplomová práca. Katedra inžinierskej geológie PriF UK, Bratislava, 1997;
- Malík, P. - Kordík, J. - Bottlik, F. - Kováčová, E.: Základná hydrogeologická mapa západnej časti Veľkej Fatry v mierke 1 : 50 000. Čiastková záverečná správa. Manuskript – Archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ, Bratislava, arch.č. 92456/2;
- Mahel, M. et al.: Regionální geologie ČSSR, II. Západní Karpaty, sv.1. Ústřední geologické vydavatelství, Praha, 1967;
- Matejček, A, et.al.: Horný Váh III, orientačný prieskum, IGHP n.p., Žilina, 1988. GEOFOND 67190;
- Matejček, A.: D1 Lubochňa-Ivachnová, orientačný prieskum - štúdia, GEOFOS s.r.o. Žilina, 1998;
- Matula, M. et al.: Atlas inžinierskogeologických máp v mierke 1:200000, KIG PriFUK, Bratislava, 1989;
- Matula, M., Pašek, J.: Regionálna inžinierska geológia ČSSR, Alfa Bratislava, SNTL Praha 1986;
- Máťuš, J.: Ľubochna - Ivachnová - diaľnica D1, orientačný inžinierskogeologický a predbežný hydrogeologický prieskum. URANPRES s.r.o., Spišská nová ves, 1996. GEOFOND 80482;

- Máťuš, J.: Ľubochňa - Ivachnová - diaľnica D1, doplnenie orientačného inžinierskogeologického prieskumu. URANPRES s.r.o., Spišská nová ves, 2001. GEOFOND 80482;
- Mazúr, E. – Lukniš, M.: Regionálne geomorfologické členenie SSR, mapa 1 : 500 000, Geografický ústav SAV Bratislava, 1980;
- Máťuš, J.: Ľubochňa - Ivachnová - diaľnica D1, orientačný inžinierskogeologický a predbežný hydrogeologický prieskum. Uranpres a.s., Spišská Nová Ves, 1996. GEOFOND 80482;
- Nemčok, A.: Inžinierskogeologické pomery na Hornom Váhu III, poriečna varianta Bešeňová - Krpeľany, SVŠT Bratislava, 1985;
- Ondrášik, R.: Inžinierskogeologické zhodnotenie tektonickej nerovnorodosti údolia Váhu medzi Ružomberkom a Krpeľanmi, KIG PriFUK Bratislava, 1987;
- Ondrášik, R., et.al.: Inžinierskogeologická mapa mierky 1:200 000, list Žilina, KIG PriFUK, 1989;
- Ondrášik, R.: Diaľnica D1 Martin – Ľubochňa, inžinierskogeologická štúdia, KIG PriFUK Bratislava, 1996;
- Páleník, M., et.al.: inžinierskogeologická mapa Ružomberok, mierka 1: 10 000, IGHP n.p., Žilina, 1988;
- Polák, M. – Bujanovský, A. – Kohút, M.: Geologická mapa Veľkej Fatry 1 : 50 000. Geologická služba Slovenskej Republiky, Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, 1997;
- Polák, M., et al.: Vysvetlivky ku geologickej mape Veľkej Fatry, M = 1 : 50 000, ŠGÚDŠ, Bratislava, 1997;
- Quitt, E., et al.: Klimatické oblasti ČSSR, Academia Brno, 1971;
- Rentka R. – Dolejší, F.: Horný Váh III - Bešeňová - Krpeľany, inžinierskogeologická štúdia. IGHP n.p., Žilina, 1971. GEOFOND 26615;
- Rentka, R.: Geologické pomery v trasách diaľničných tunelov v SR. Inžinierskogeologická štúdia. INGEO a.s., Žilina, 1995;
- SAV et SÚGaK : Atlas Slovenskej socialistickej republiky, Bratislava 1980;
- Sýkorová, M.: Horný Váh III, úsek Bešeňová-Kraľovany - geologický prieskum, Hydroconsult Bratislava, 1977. GEOFOND 39077;
- Sýkorová, M.: Horný Váh III. - úsek Bešeňová - Kraľovany - poriečna varianta, inžinierskogeologický prieskum. Hydroconsult n.p., Bratislava, 1978. GEOFOND 41464;
- Šamaj, M. – Coplák, M. – Copláková, J. – Gažúr, J.: Hubová - Ivachnová - diaľnica D1, doplnkový inžinierskogeologický prieskum. GEOFOS s.r.o., Žilina, 2010. GEOFOND 90661;
- Šamaj, M. – Coplák, M. – Copláková, J. – Gažúr, J.: Hubová - Ivachnová - diaľnica D1 (úsek 3), doplnkový inžinierskogeologický prieskum - II. etapa. GEOFOS s.r.o., Žilina, 2010. GEOFOND 90666;
- Šamaj, M.: Highway D1 Hubová - Ivachnová, geotechnical monitoring. (Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, geotechnický monitoring.). GEOFOS s.r.o., Žilina, 2012. GEOFOND 91900;
- Tesař, O.: The design of Rock Classification for Underground Structures in Prague (in Czech). In: Zpravodaj Metro č.1, Praha, 1977;
- Tesař, O.: Klasifikace skalních a poloskalních hornin pro podzemní stavby. Autoreferát doktorskej dizertačnej práce, PF KU, Praha, 1989;
- Tesař, O.: Přehled klasifikací hornin pro podzemní stavby a jejich vztah ke klasifikaci

- QTS. Inženýrske stavby No 6. p. 261-265, 1989;
- Vrábel, P., et.al.: Diaľnica D1 Poluvsie – Ivachnová, inžinierskogeologická štúdia, IGHP n.p., Žilina, 1984;
  - Zakovič, M., et al.: Základná hydrogeologická mapa 1: 200 000 list Žilina, 1987;
  - Zakovič, M., et al.: Výsvetlivky k základnej hydrogeologickej mape ČSSR 1: 200 000, list 26 Žilina, Geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, 1990;
  - Žembery, M., et.al.: Základná inžinierskogeologická mapa Martin – Vrútky, mierky 1:10 000, IGHP n.p., Bratislava, 1986.

## **ZOZNAM POUŽITÝCH NORIEM**

- STN EN ISO 22282-1:2013 Geotechnický prieskum a skúšky. Hydrodynamické skúšky. Časť 1: Všeobecné pravidlá (ISO 22282-1:2012) (72 1040);
- STN EN ISO 22282-2:2013 Geotechnický prieskum a skúšky. Hydrodynamické skúšky. Časť 2: Skúšky priepustnosti vo vrte s otvoreným systémom (ISO 22282-2:2012) (72 1040);
- STN EN ISO 22282-3:2013 Geotechnický prieskum a skúšky. Hydrodynamické skúšky. Časť 3: Vodné tlakové skúšky v skalných horninách (ISO 22282-3:2012) (72 1040);
- STN EN ISO 22282-4:2013 Geotechnický prieskum a skúšky. Hydrodynamické skúšky. Časť 4: Čerpacie skúšky (ISO 22282-4:2012) (72 1040);
- STN EN ISO 22282-5:2013 Geotechnický prieskum a skúšky. Hydrodynamické skúšky. Časť 5: Nalievacie skúšky (ISO 22282-5:2012) (72 1040);
- STN EN ISO 22282-6:2013 Geotechnický prieskum a skúšky. Hydrodynamické skúšky. Časť 6: Skúšky priepustnosti vo vrte s uzatvoreným systémom (ISO 22282-6:2012) (72 1040);
- STN EN ISO 22475-1:2007 Geotechnický prieskum a skúšky. Metódy odbeu vzoriek a meranie hladín podzemnej vody. Časť 1: Technické zásady vykonávania (ISO 22475-1:2006) (72 1005);
- STN 73 3050: Zemné práce;
- SIA 198: Untertagbau – Ausführung;
- ÖNORM B2203: Untertagebauarbeiten - Werkvertragsnorm - Teil 1: Zyklischer Vortrieb;
- TNŽ 73 6312: Navrhovanie konštrukčných vrstiev podvalového podlažia;
- STN 73 6133: Stavba ciest, teleso pozemných komunikácií;
- STN EN 1998-1/NA: Eurokód 8: Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť;
- STN 73 0036/1997: Seizmické zaťaženie stavebných konštrukcií;
- STN 72 1001/2010: Klasifikácia zemín a skalných hornín;
- STN 03 8372 Zásady ochrany proti korózii neliéiových zariadení uložených v zemi alebo vo vode zo dňa 2. 2. 1977;
- Národná príloha STN EN 206-1/NA: 2009 Betón, časť 1, Špecifikácia, vlastnosti, výroba, zhoda. Národná príloha STN EN z júna 2004;
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 282/2010 z 9. júna 2010, ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd;
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 8. decembra 2010, ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu;
- ON 73 6196: Ochrana cestných komunikácií pred účinkami premrzania

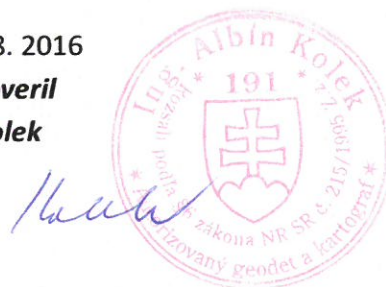
**Výškopisné a polohopisné zameranie geologických diel a geofyzikálnych profilov**

**Zákazka: „Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, podrobný inžinierskogeologický prieskum“, č. ú. 166/2016/ZA**

Objednávateľ: CAD-ECO a.s., Svätoplukova 28, 821 08 Bratislava

Náležitostami a presnosťou zodpovedá predpisom.

V Žiline dňa 29.8. 2016  
**autorizačne overil**  
**Ing. Albín Kolek**



**Zákazka**

„Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, podrobný inžinierskogeologický prieskum, č. ú. 166/2016/ZA“

**Objednávateľ**

CAD-ECO a.s., Svätoplukova 28, 821 08 Bratislava

**Dodávateľ**

GEOSMART s.r.o., Bytčická 16, 010 01 Žilina

**Lokalita**

Kraj: Žilinský

Okres: Ružomberok

Kat. územie: Hrboltová, Likavka

**Predmet zákazky**

Polohopisné a výškopisné zameranie realizovaných

- geologických vrtov v počte 21 kusov

- dynamických penetračných sond v počte 16 kusov

a

- geofyzikálnych profilov (spolu 4358 m )

- GFCSTR (908 m)
- GFCNSTR (3450 m)

**Polohový súradnicový systém**

S-JTSK

**Výškový systém**

Bpv.

**Dátum merania**

Meranie bolo vykonané v priebehu mesiacov máj - júl 2016 v závislosti od aktuálneho priebehu geologických prác.

**Postup prác**

Na určenie polohy a výšok geologických vrtov, resp. dynamických penetračných sond bola použitá technológia GNSS - metóda RTK s využitím služby SKPOS.

Geologické vrty 231-02, 231-03, HG-230-02, INK-230-01, NT-01, NT-02, NT-18 a NT-19 boli stabilizované oceľovou pažnicou. Merané výšky sú vzťahnuté k bodu na najvyššom bode pažnice (hlava pažnice), taktiež sú určené výšky terénu a výšky betónového základu pri každom realizovanom vrte. Ostatné geologické vrty a dynamické penetračné sondy sú merané v mieste realizácie, merané výšky predstavujú výšku terénu.

Body geofyzikálnych profilov, ktoré sa nachádzali v oblastiach s kvalitným príjmom signálu, boli taktiež určené technológiou GNSS. V zalesnených oblastiach sme body geofyzikálnych profilov určovali terestricky. Terestrické meranie bolo vykonávané v dňoch 11.6. 2016, 21.6. 2016, 23.6.2016

a 25.6.2016. Meranie bolo rozdelené podľa potreby do viacerých polygónových ťahov (5003-5014, 5015-5028, 5029-5035, 5036-5046). Body polygónových ťahov sme stabilizovali pomocou dreveného kolíka. Taktiež sme využili aj metódu voľného stanoviska (5001, 7150). Pričom sme na orientáciu použili minimálne 3 známe body. Stanoviská 5001 a 7150 sme trvalo nestabilizovali. Spôsob merania je prehľadne znázornený v Prílohe č. 4 (Grafické znázornenie bodového poľa).

Meranými podrobnými bodmi na geofyzikálnych profiloch boli lomové body profilu, v teréne stabilizované a označené pracovníkmi firmy GEOPAS s.r.o. dreveným kolíkom s uvedeným poradovým číslom v rámci geofyzikálneho profilu (GFC-ozn.profilu-poradové číslo v rámci profilu). V rámci merania geofyzikálneho profilu sme určovali aj topografický profil terénu. Pri všetkých bodoch geofyzikálneho profilu sú určené výšky vzťahnuté ku terénu.

Meranie sme spracovali v prostredí programu KOKEŠ, pričom sme pri výpočte polygónových ťahov využili metódu votknutého polygónového ťahu. Presnosť polygónového ťahu sme posúdili na základe veľkosti polohového vektora medzi známym bodom určeným GNSS technológiou a tým istým totožným bodom určeným po výpočte polygónového ťahu. Na základe porovnania týchto vektorov maximálna odchýlka dosahuje hodnotu 0,24 m pri polygónovom ťahu 5036-5046 na známom bode 5046. Výšková odchýlka medzi bodmi určenými polygónovým ťahom a identickými bodmi určených GNSS technológiou dosahovala max. 0,05 m. Uvedené krajné hodnoty spĺňali požiadavky určené objednávateľom na presnosť určenia podrobných bodov geofyzikálnych profilov.

#### Použité prístroje

- ALTUS APS-3
- Nikon Nivo 5m

#### Zoznam príloh

- ZOZNAM SÚRADNÍC A VÝŠOK BODOV GEOFYZIKÁLNYCH PROFILOV (Príloha č.1),
- ZOZNAM SÚRADNÍC A VÝŠOK GEOLOGICKÝCH VRTOV (Príloha č.2),
- ZOZNAM SÚRADNÍC A VÝŠOK DYNAMICKÝCH PENETRAČNÝCH SOND (Príloha č.3),
- GRAFICKÉ ZNÁZORNENIE BODOVÉHO POĽA (Príloha č. 4).

Pozn.: Grafické znázornenie priebehu geofyzikálnych profilov a geologických diel je súčasťou geodetického elaborátu nakoľko je súčasťou celkovej geologickej správy.

V Žiline dňa 29.augusta 2016

Ing. Ondrej Baránek

# Technická správa o zabudovaní piezometrických vrtov

## 1 Úvod

V rámci úlohy „Diaľnica D1 Hubová – Ivachnová, nová trasa, podrobný inžinierskogeologický prieskum“ boli realizované vrty - piezometre vystrojené dvomi typmi merania hladiny podzemnej vody :

- 3 ks piezometrov s uzatvoreným systémom merania,
- 3 ks piezometrov s otvoreným systémom merania,

Cieľom zriadenia piezometrických vrtov je získať údaje o rozsahu, kolísaní a distribúcii hladín podzemnej vody alebo pórových tlakov v horninovom prostredí vo vopred definovaných miestach horninového prostredia .

Tabuľka 1 Prehľad zabudovaných a vystrojených piezometrov

Piezometrický vrt	Typ merania	Dátum inštalácie	Hĺbka osadenia snímača
NT-03	otvorený systém	25.4.2016	35,00 m
NT-07	uzavretý systém	8.6.2016	43,30 m
NT-08	kombinovaný systém	2.6.2016	42,60 m / 15,00 m
NT-09	uzavretý systém	9.5.2016	26,34 m
NT-11	otvorený systém	21.6.2016	64,00 m

## 2 Popis a metodika zabudovania

### Uzatvreté systémy piezometrov

Vrty NT-07, NT-08 a NT-09 boli zabudované meracou technikou v uzavretom systéme podľa STN EN ISO 22475-1 (72 1050), ktorá sníma hydrostatický tlak priamo na mieste merania pomocou membrány, z ktorej sa prostredníctvom elektrického signálu sprostredkuje meranie k odčítaciemu miestu na povrchu. Vo vrtoch sú aplikované vibračné piezometre 700S (model PK20S) firmy SISGEO s rozsahom 700 kPa. Rozmery snímača sú: výška 177mm, priemer 20mm.

Presnosť merania  $\pm 0,25\%$  meracieho rozsahu. Snímač je umiestnený v štrkopieskovom filtri výšky max. 0,5 m; nad umiestnením snímača je bentonitové tesnenie - napúčavými ílovými granulami Compactonit s max. výškou 1,0 m. Zvyšná časť piezometra bola vyplnená cementovo-bentonitovou zálievkou až po ústie vrtu. V každom z vrtov bol nainštalovaný jeden vibračný piezometer.

Súčasťou vystrojenia piezometrov je digitálna záznamová jednotka (datalogger) spoločnosti SISGEO typ miniOMNIALog s GSM/GPRS modemom pre diaľkový prenos dát. Interval ukladania dát automatizovaného merania je nastavený na 60 min. Dátový prenos záznamu bol nastavený denne o 8:00 hod. Napájanie zbernice dát zabezpečujú alkalické batérie.



### Otvorené systémy

Vrty NT-03, NT-08 a NT-11 boli vystrojené v rámci vrtno-technických prác otvoreným systémom merania hladiny podzemnej vody pažnicami od firmy GE-TRA s.r.o. Liberec typu pb-K-plná DN50 (60x4,0mm) gweVERTI á-3m so závitom a pažnicami typu pb-K-filter DN50 (60x4,0mm) gweVERTI sw1,0mm á-3m so závitom (DN – vnútorný priemer).

## 3 Výsledky základných meraní

### 3.1 Uzavreté systémy piezometrov

Výsledky základných meraní piezometrami a technické špecifikácie piezometrov sú spracované v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Technické špecifikácie a základné merania piezometrami s uzavretým systémom merania

Označenie vrtu			NT-07	NT-08	NT-09
Typ snímača			PK20S70000	PK20S70000	PK20S70000
Rozsah merania			700 kPa	700 kPa	700 kPa
Výrobné číslo			P160710	P160706	P160708
Hĺbka snímača			43,30	42,60	26,34
S		[digit/kPa]	-4,63332	-4,97891	-5,27633
A		[kPa/digit <sup>2</sup> ]	-8.256.10 <sup>-7</sup>	-9,187.10 <sup>-7</sup>	-6,808.10 <sup>-7</sup>
B		[kPa/digit]	-0,2034	-1,861.10 <sup>-1</sup>	-1,791.10 <sup>-1</sup>
C		[kPa]	1 831	1 802	1 667
K		[kPa/°C]	0,019243	0,529642	0,247352
Nulové meranie na povrchu	Dátum		8.6.2016	2.6.2016	9.5.2016
	Čítanie	[digit]	8718,0	9269,2	9028,6
	Teplota	[°C]	25,8	16,2	19,5
	Tlak	[kPa]	0	0	0
Meranie po utesnení vrtu	Čítanie	[digit]	6764,4	7445,67	7748,7
	Teplota	[°C]	9,1	9,1	9,9
	Tlak	[kPa]	421,65	366,25	242,58

### 3.1 Otvorený systém

Vo vrtoch s otvoreným systémom merania hladín podzemnej vody, bolo realizované nulté meranie, ktoré sa vzhľadom na technológiu vŕtania (WL s vodným výplachom), uskutočnilo s časovou retardáciou, až po zaklesnutí hladiny do reálneho stavu s následnými nameranými hodnotami v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Základné merania s otvoreným systémom

Názov diela	Dátum merania	HPV od pažnice (m)	HPV prepočítaný na terén (m)	Výška pažnice (m)
NT-03	20.7.2016	9,72	8,78	0,94
NT-08	20.7.2016	-	-	0,92
NT-11	20.7.2016	15,91	14,99	0,92

## 4 ZÁVER

V rámci predmetnej úlohy boli do troch prieskumných vrtov nainštalované vibračné piezometre 700S (model PK20S) firmy SISGEO s rozsahom 700 kPa s automatizovanými zbernicami dát miniOMNIALog s GSM/GPRS modemom pre diaľkový prenos údajov, vždy po jednom piezometri a zbernici v každom vrte.

Meracia a prístrojová technika vo všetkých zabudovaných vrtoch je funkčná a bola uvedená do prevádzky.

Počas trvania prieskumu spoločnosť CAD-ECO, a.s. realizovala v otvorených systémoch jednorázové ( nulté ) merania hladiny podzemnej vody.

Vypracoval : Mgr. Marián Coplák CAD-ECO, a.s.

### ZOZNAM LITERATÚRY:

STN EN ISO 22475-1:2007 Geotechnický prieskum a skúšky. Metódy odberu vzoriek a meranie hladín podzemnej vody. Časť 1: Technické zásady vykonávania (ISO 22475-1:2006) (72 1005);

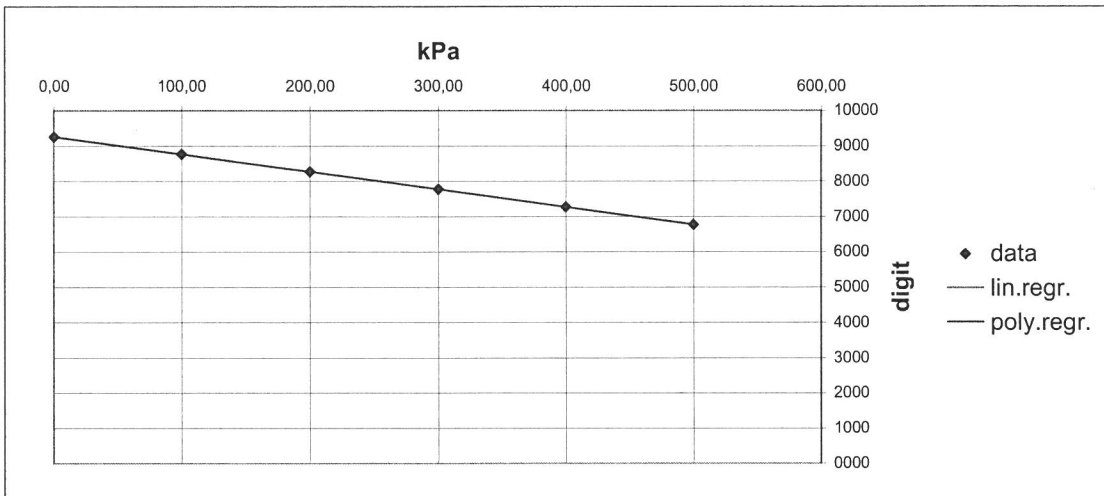
**PRÍLOHY:** Kalibračné listy piezometrov (3x A4)



## CALIBRATION REPORT

<b>Model:</b> Piezometer Type: Vibrating Wire <b>Customer:</b> CAD-ECO a.s. <b>Cable Length:</b> 1 m	<b>PK20S70000</b>	<b>Serial/Number:</b> P160706 Serial/Number: 03-0416-42 <b>Job number:</b> 16-00239 <b>Date:</b> 07/04/2016
<b>Test conditions:</b>		Power supply [Vdc] : 0 Temperature [°C] : 21 Humidity [%] : 49 Atmospheric pressure [mbar] : 995
Calibration has been made according to the Quality Assurance System UNI EN ISO 9001:2008 - IST. 10/01 Metrological chain Main: Druck Digital Pressure Indicator mod. DPI 515 s/n 51500575, Yokogawa Calibrator mod. 7651 s/n 51WK0176, Hameg Function generator mod. HM8030-5 s/n 54710037, HBM Calibrator mod. K307 s/n 34200 Secondary: Sisgeo Read out unit s/n 087		
measures uncertainty: ± 0,07 kPa / 6E-04 Hz		

pressure kPa	readings [digit]			statistics		
	l up	l down		avg.[digit]	lin.[kPa]	polyn.[kPa]
0,00	9259	9259		9259	0,82	0,06
100,00	8768	8765		8767	99,73	99,88
200,00	8271	8269		8270	199,45	200,06
300,00	7772	7773		7773	299,37	299,99
400,00	7272	7272		7272	399,90	400,06
500,00	6770	6770		6770	500,72	499,97



### RESULTS

<b>Linear sensitivity factor</b>	S	max.err.
	[digit/kPa]	%F.S.
	-4,97891	0,22342

<b>Polynomial sensitivity factors</b>	A	B	C	max.err.
	[kPa/digit <sup>2</sup> ]	[kPa/digit]	[kPa]	%F.S.
$[kPa] = A \cdot [digit]^2 + B \cdot [digit] + C$	-9,187E-07	-1,861E-01	1,802E+03	0,08468

**NOTES :** Resulting error depends on the effects of linearity and hysteresis.  
 With "Multilogger" software the linear factor S has to be inserted reverted (1/S)  
 digit = Hz2x10-3  
 Temperature coefficient K = 0,529642 kPa/°C

**Wiring :** red=coil; black=coil; white=thermistor; green=thermistor

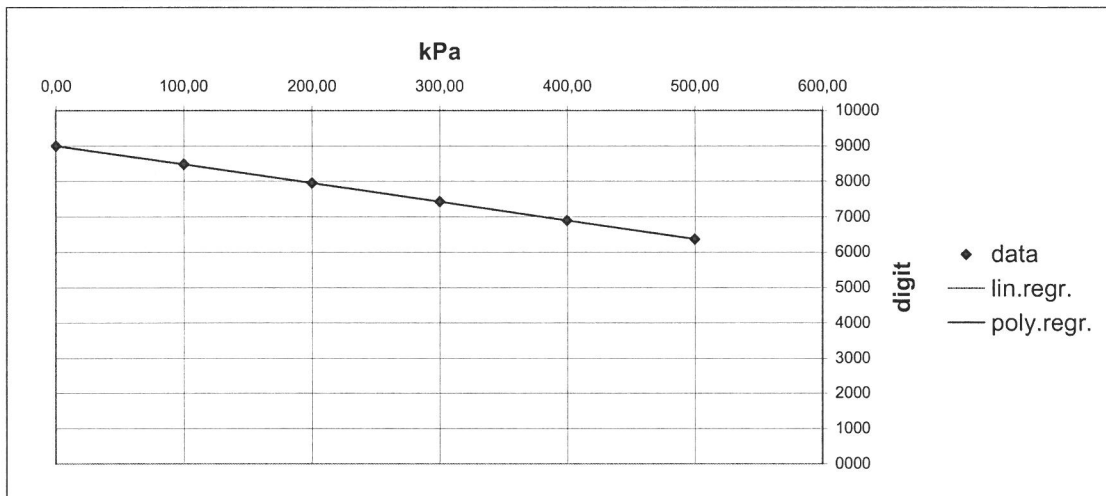
Quality Assurance Manager : *Roberto Puppo*      Production chief : *Marcos*



## CALIBRATION REPORT

<b>Model:</b> Piezometer <b>Type:</b> Vibrating Wire <b>Customer:</b> CAD-ECO a.s. <b>Cable Length:</b> 1 m	<b>PK20S70000</b>	<b>Serial/Number:</b> P160708 <b>Serial/Number:</b> 03-0416-48 <b>Job number:</b> 16-00239 <b>Date:</b> 07/04/2016
<b>Test conditions:</b>		Power supply [Vdc] : 0 Temperature [°C] : 21 Humidity [%] : 49 Atmospheric pressure [mbar] : 995
Calibration has been made according to the Quality Assurance System UNI EN ISO 9001:2008 - IST. 10/01 Metrological chain Main: Druck Digital Pressure Indicator mod. DPI 515 s/n 51500575, Yokogawa Calibrator mod. 7651 s/n 51WK0176, Hameg Function generator mod. HM8030-5 s/n 54710037, HBM Calibrator mod. K307 s/n 34200 Secondary: Sisgeo Read out unit s/n 087		
<b>measures uncertainty: ± 0,07 kPa / 6E-04 Hz</b>		

pressure kPa	readings [digit]			statistics		
	l up	l down		avg.[digit]	lin.[kPa]	polyn.[kPa]
0,00	8999	8999		8999	0,65	0,02
100,00	8477	8474		8476	99,86	99,99
200,00	7950	7950		7950	199,46	199,96
300,00	7423	7421		7422	299,53	300,04
400,00	6892	6893		6893	399,88	400,01
500,00	6361	6361		6361	500,62	499,98



### RESULTS

<b>Linear sensitivity factor</b>	S	max.err.
	[digit/kPa]	%F.S.
	-5,27633	0,18630

<b>Polynomial sensitivity factors</b>	A	B	C	max.err.
$[kPa] = A \cdot [digit]^2 + B \cdot [digit] + C$	[kPa/digit <sup>2</sup> ]	[kPa/digit]	[kPa]	%F.S.
	-6,808E-07	-1,791E-01	1,667E+03	0,06426

**NOTES :** Resulting error depends on the effects of linearity and hysteresis.  
 With "Multilogger" software the linear factor S has to be inserted reverted (1/S)  
 digit = Hz2x10-3  
 Temperature coefficient K = 0,247352 kPa/°C

**Wiring :** red=coil; black=coil; white=thermistor; green=thermistor

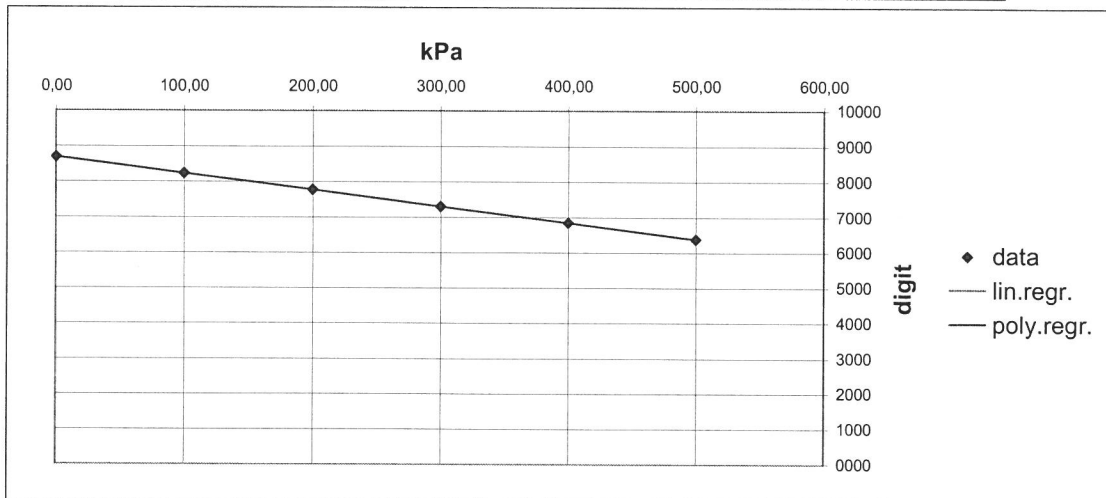
Quality Assurance Manager : *Roberto Puppo*      Production chief : *Marcos P. P. P.*



## CALIBRATION REPORT

<b>Model:</b> Piezometer Type: Vibrating Wire <b>Customer:</b> CAD-ECO a.s. <b>Cable Length:</b> 1 m	<b>PK20S70000</b>	<b>Serial/Number:</b> P160710 Serial/Number: 03-0416.50 <b>Job number:</b> 16-00239 <b>Date:</b> 07/04/2016
<b>Test conditions:</b>		Power supply [Vdc] : 0 Temperature [°C] : 21 Humidity [%] : 49 Atmospheric pressure [mbar] : 996
Calibration has been made according to the Quality Assurance System UNI EN ISO 9001:2008 - IST. 10/01 Metrological chain Main: Druck Digital Pressure Indicator mod. DPI 515 s/n 51500575, Yokogawa Calibrator mod. 7651 s/n 51WK0176, Hameg Function generator mod. HM8030-5 s/n 54710037, HBM Calibrator mod. K307 s/n 34200 Secondary: Sisgeo Read out unit s/n 087 <b>measures uncertainty: ± 0,07 kPa / 6E-04 Hz</b>		

pressure kPa	readings [digit]		statistics		
	l up	l down	avg.[digit]	lin.[kPa]	polyn.[kPa]
0,00	8696	8696	8696	0,70	0,11
100,00	8236	8239	8238	99,66	99,77
200,00	7774	7775	7775	199,59	200,06
300,00	7310	7312	7311	299,62	300,10
400,00	6846	6847	6847	399,87	400,00
500,00	6380	6380	6380	500,56	499,97



### RESULTS

<b>Linear sensitivity factor</b>		S	max.err.
		[digit/kPa]	%F.S.
		-4,63332	0,20490

<b>Polynomial sensitivity factors</b>		A	B	C	max.err.
$[kPa] = A \cdot [digit]^2 + B \cdot [digit] + C$		[kPa/digit <sup>2</sup> ]	[kPa/digit]	[kPa]	%F.S.
		-8,256E-07	-2,034E-01	1,831E+03	0,11054

**NOTES :** Resulting error depends on the effects of linearity and hysteresis.  
 With "Multilogger" software the linear factor S has to be inserted reverted (1/S)  
 digit = Hz2x10-3  
 Temperature coefficient K = 0,019243 kPa/°C

**Wiring :** red=coil; black=coil; white=thermistor; green=thermistor

Quality Assurance Manager : *Roberto Puppo*

Production chief : *Marco...*

# Inklinometrické a inklinometricko-deformetrické meranie podpovrchových deformácií

**Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová,  
nová trasa**

**Orientačný inžinierskogeologický prieskum**

**Výsledky kontrolného merania vo vrtoch**

**Objednávateľ prác:**

**CAD-ECO a.s. – stredisko Žilina**

Martina Rázusa 23A/8336

010 01 Žilina

**Dodávateľ prác:**

**GeoExperts spol. s r.o.**

Smaragdová 3, 010 09 Žilina



**V Žiline, 1. august 2016**

**GEODEXPERTS SPOL. S R.O.**

Smaragdová 3, 010 09 Žilina  
tel./fax.: 041 500 69 15





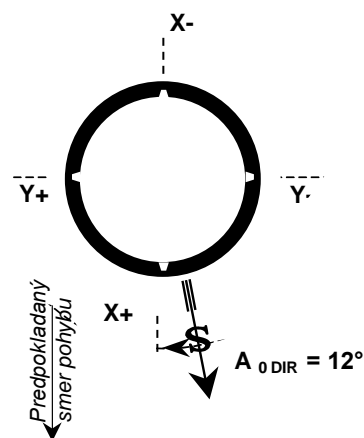
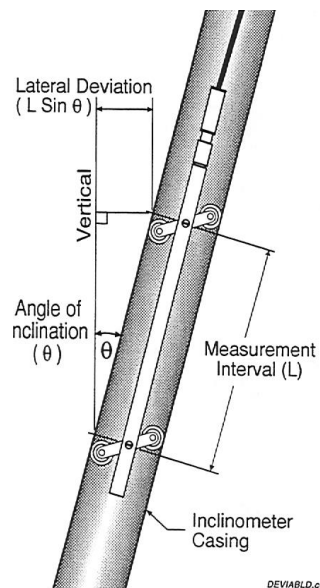
Správa z inklinometrického merania podpovrchových na lokalite:  
„Diaľnica D1 Hubová – Ivachnová, nová trasa,  
Orientačný inžinierskogeologický prieskum“

## 1. Úvod

Na základe požiadavky objednávateľa geotechnického monitoringu bolo od 12.5. do 1.8. 2016 vykonané na lokalite „Diaľnica D1 Hubová – Ivachnová, nová trasa, Orientačný inžinierskogeologický prieskum“, v zabudovaných inklinometrických vrtoch (4 vrty) základné a 1. kontrolné meranie podpovrchových deformácií.

Vlastné merania deformácií vo vodorovnej rovine boli vykonané inklinometrickým prístrojom od fy Slope Indicator pre meranie podpovrchových posunov. Meracia sonda bola spúšťaná do inklinometrických, pažníc z PVC, ktoré sú vybavené drážkami v dvoch na seba kolmých smeroch a zabezpečujú orientáciu sondy v predurčenom smere.

Odčítanie odklonu bolo robené v 0,5 m hĺbkových intervaloch odčítacou jednotkou Digitilt DataMate. Porovnaním jednotlivých meraní bolo možné zistiť veľkosť posunu v rôznych hĺbkach za sledované obdobie, ich orientáciu a rýchlosť pohybu v určitých časových intervaloch.



Grafické znázornenie orientácie drážok

Grafické vyhodnotenie meraní vo vrtoch je uvedené v nasledujúcich prílohách :

- príloha č. 1 až 4 - grafické znázornenie integrovaného priebehu a smer posunu
- príloha č. 1.1 až 4.1 - grafické znázornenie diferenciálneho priebehu



## 2. Meranie deformácií

### Vrt: NT-04

Inklinometrický vrt je vystrojený meracou PE rúrou  $\phi=86$  mm, dĺžkou 36,95 m. Priestor medzi stenou vrtu a inklinometrickou rúrou je vyplnený bentonitovo-cementovou zálievkou. Meraná hĺbka vrtu je 36,5 m od povrchu inklinometrickej pažnice, ktorej výška je 0,86 m nad povrchom terénu.

Orientácia drážok:  $X+ = 233^\circ$   $Y+ = 323^\circ$

Vo vrte bolo vykonané základné meranie dňa 12.5.2016 a 1 kontrolné meranie 23.6.2016.

Kontrolným inklinometrickým meraním boli zistené nasledujúce deformácie v hĺbke:

4,0 m bol nameraný výsledný posun 2,76 mm, azimut  $144^\circ$   
19,5 m bol nameraný výsledný posun 0,77 mm, azimut  $172^\circ$   
33,0 m bol nameraný výsledný posun 0,32 mm, azimut  $288^\circ$

Príloha č.: 1 a 1.1

### Vrt: NT-06

Inklinometrický vrt je vystrojený meracou PE rúrou  $\phi=86$  mm, dĺžkou 38,42 m. Priestor medzi stenou vrtu a inklinometrickou rúrou je vyplnený bentonitovo-cementovou zálievkou. Meraná hĺbka vrtu je 38,0 m od povrchu inklinometrickej pažnice, ktorej výška je 0,75 m nad povrchom terénu.

Orientácia drážok:  $X+ = 298^\circ$   $Y+ = 28^\circ$

Vo vrte bolo vykonané základné meranie dňa 23.6.2016 a 1 kontrolné meranie 1.8.2016.

Kontrolným inklinometrickým meraním boli zistené nasledujúce deformácie v hĺbke:

7,5 m bol nameraný výsledný posun 0,45 mm, azimut  $57^\circ$   
18,0 m bol nameraný výsledný posun 0,60 mm, azimut  $51^\circ$   
31,0 m bol nameraný výsledný posun 0,44 mm, azimut  $48^\circ$

Príloha č.: 2 a 2.1

### Vrt: NT-07

Inklinometrický vrt je vystrojený meracou PE rúrou  $\phi=86$  mm, dĺžkou 43,36 m. Priestor medzi stenou vrtu a inklinometrickou rúrou je vyplnený bentonitovo-cementovou zálievkou. Meraná hĺbka vrtu je 43,0 m od povrchu inklinometrickej pažnice, ktorej výška je 0,80 m nad povrchom terénu.

Orientácia drážok:  $X+ = 287^\circ$   $Y+ = 17^\circ$

Vo vrte bolo vykonané základné meranie dňa 23.6.2016 a 1 kontrolné meranie 1.8.2016.

Kontrolným inklinometrickým meraním boli zistené nasledujúce deformácie v hĺbke:

9,5 m bol nameraný výsledný posun 0,91 mm, azimut  $95^\circ$   
19,5 m bol nameraný výsledný posun 0,59 mm, azimut  $98^\circ$   
35,0 m bol nameraný výsledný posun 0,29 mm, azimut  $71^\circ$

Príloha č.: 3 a 3.1





## Vrt: NT-09

Inklinometrický vrt je vystrojený meracou PE rúrou  $\phi=86$  mm, dlhou 42,05 m. Priestor medzi stenou vrtu a inklinometrickou rúrou je vyplnený bentonitovo-cementovou zálievkou. Meraná hĺbka vrtu je 41,5 m od povrchu inklinometrickej pažnice, ktorej výška je 0,95 m nad povrchom terénu.

Orientácia drážok:  $X+ = 216^\circ$   $Y+ = 306^\circ$

Vo vrte bolo vykonané základné meranie dňa 23.6.2016 a 1 kontrolné meranie 1.8.2016.

Kontrolným inklinometrickým meraním boli zistené nasledujúce deformácie v hĺbke:

3,0 m bol nameraný výsledný posun 1,36 mm, azimut  $205^\circ$   
17,0 m bol nameraný výsledný posun 0,80 mm, azimut  $202^\circ$   
28,0 m bol nameraný výsledný posun 0,36 mm, azimut  $235^\circ$

Príloha č.: 4 a 4.1

### 3. Záver

Na základe merania profilov možno konštatovať, že monitorovacie vrty predmetnej lokality sú priechodné a funkčné.

Výsledky meraní sú prehľadne uvedené v grafickej forme v nasledujúcich prílohách.

*Poznámka: Všetky uvedené hĺbky sú merané od povrchu inklinometrických pažníc!*

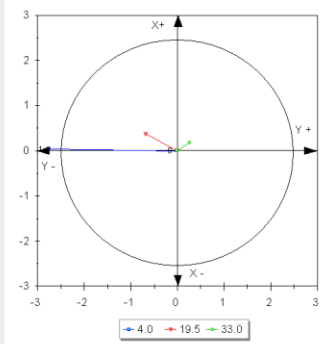
V Žiline 1. augusta 2016

Vypracoval: Ing. František Turovský

Schválil: Ing. Vladimír Gróf, PhD.  
konateľ spoločnosti

Stavba: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, geotechnický monitoring**  
vrt: **NT-04**  
Základné meranie: 12.5.2016

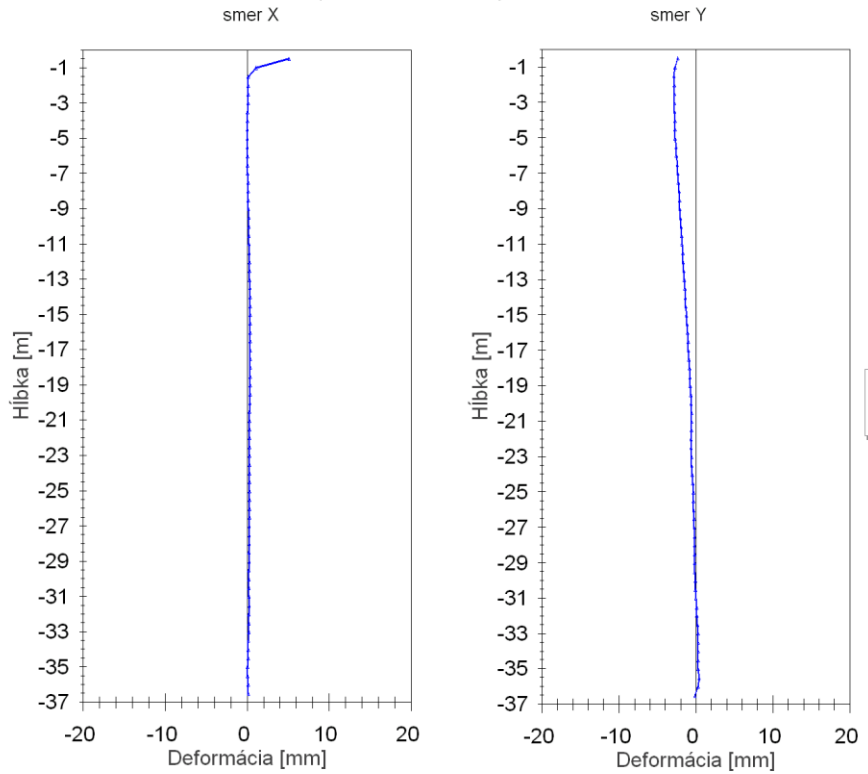
- smer posunu [ mm ]



Spracoval: Ing. Turovský F. tel. (+421 905 316 811 )  
Program: DMM 11/06/96 SLOPE INDICATOR, USA;  
G TILT, Canada; GeoExperts 2016 ,SK

### INKLINOMETRICKÉ MERANIE PODPOVRCHOVÝCH DEFORMÁCIÍ

- integrovaný priebeh  
porovnanie so základným meraním

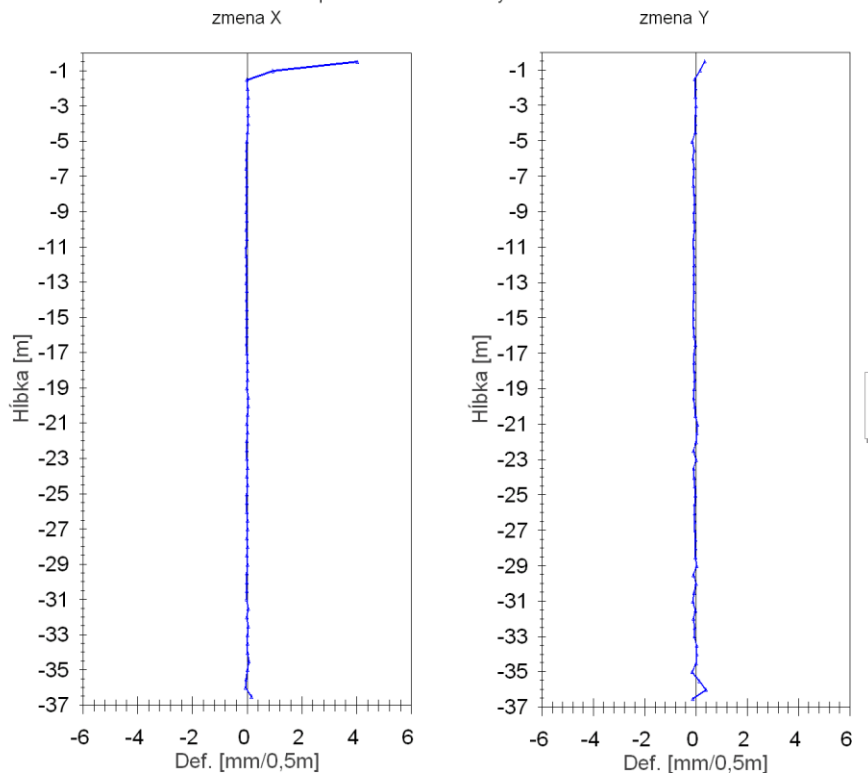


Príloha č. 1

Stavba: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, geotechnický monitoring**  
vrt: **NT-04**  
Základné meranie: 12.5.2016

### INKLINOMETRICKÉ MERANIE PODPOVRCHOVÝCH DEFORMÁCIÍ

- diferenciálny priebeh  
porovnanie so základným meraním

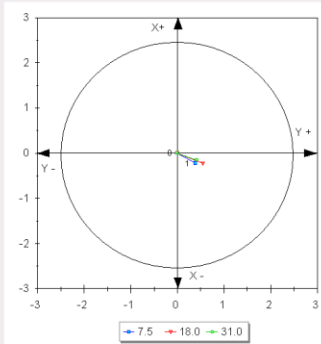


Spracoval: Ing. Turovský F. tel. (+421 905 316 811 )  
Program: DMM 11/06/96 SLOPE INDICATOR, USA;  
G TILT, Canada; GeoExperts 2016 ,SK

Príloha č. 1.1

Stavba: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, geotechnický monitoring**  
vrt: **NT-06**  
Základné meranie: 23.6.2016

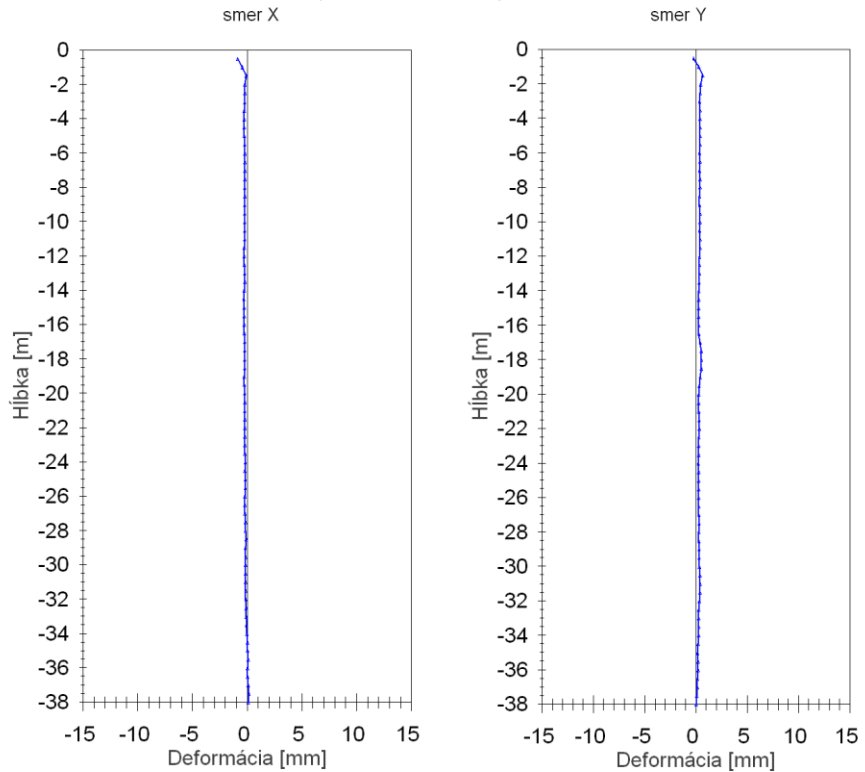
- smer posunu [ mm ]



Spracoval: Ing. Turovský F. tel. (+421 905 316 811 )  
Program: DMM 11/06/96 SLOPE INDICATOR, USA;  
G TILT, Canada; GeoExperts 2016 ,SK

### INKLINOMETRICKÉ MERANIE PODPOVRCHOVÝCH DEFORMÁCIÍ

- integrovaný priebeh  
porovnanie so základným meraním

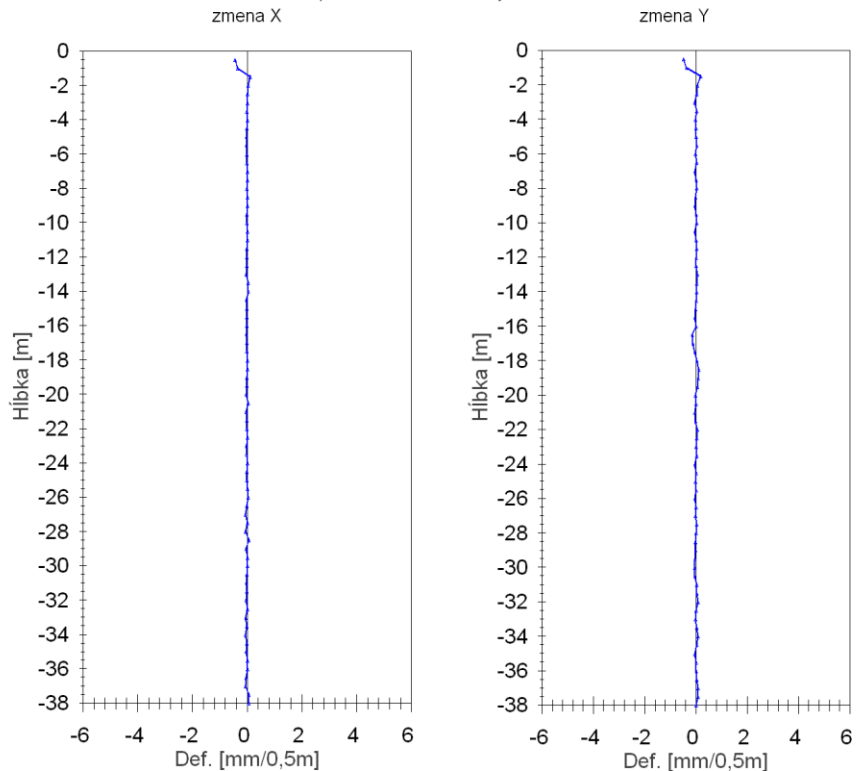


Príloha č. 2

Stavba: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, geotechnický monitoring**  
vrt: **NT-06**  
Základné meranie: 23.6.2016

### INKLINOMETRICKÉ MERANIE PODPOVRCHOVÝCH DEFORMÁCIÍ

- diferenciálny priebeh  
porovnanie so základným meraním

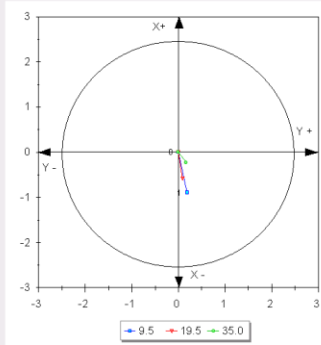


Spracoval: Ing. Turovský F. tel. (+421 905 316 811 )  
Program: DMM 11/06/96 SLOPE INDICATOR, USA;  
G TILT, Canada; GeoExperts 2016 ,SK

Príloha č. 2.1

Stavba: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, geotechnický monitoring**  
vrt: **NT-07**  
Základné meranie: 23.6.2016

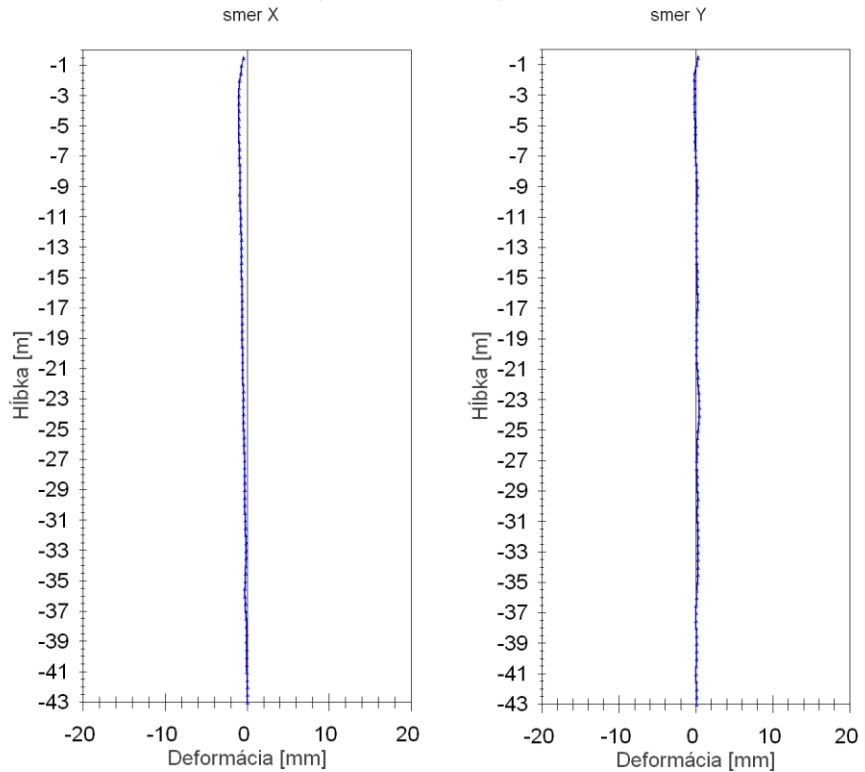
- smer posunu [ mm ]



Spracoval: Ing. Turovský F. tel. (+421 905 316 811)  
Program: DMM 11/06/96 SLOPE INDICATOR, USA;  
G TILT, Canada; GeoExperts 2016 ,SK

### INKLINOMETRICKÉ MERANIE PODPOVRCHOVÝCH DEFORMÁCIÍ

- integrovaný priebeh  
porovnanie so základným meraním

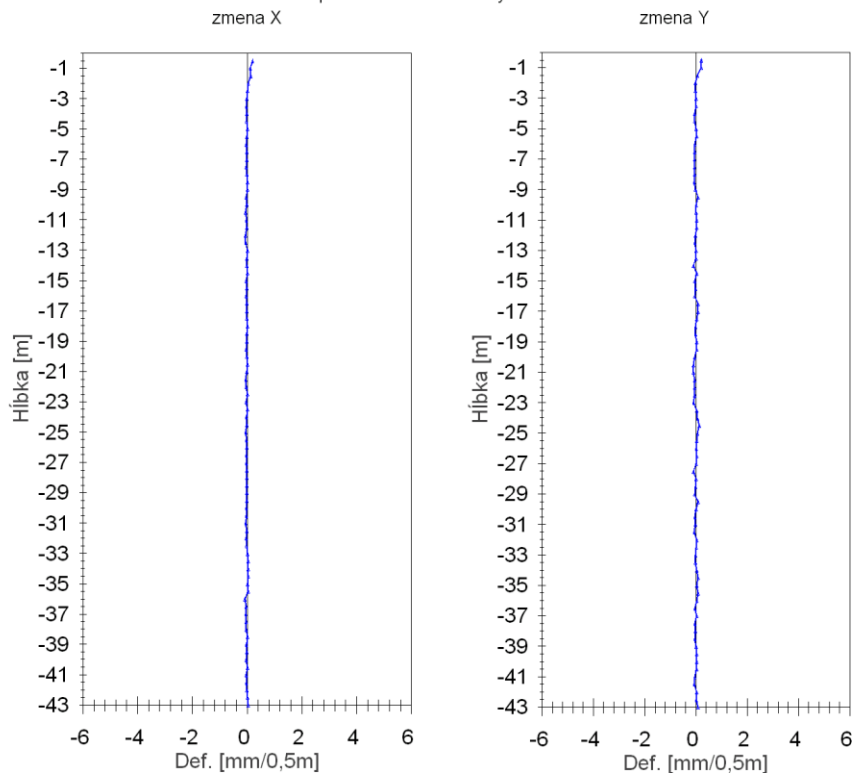


Príloha č. 3

Stavba: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, geotechnický monitoring**  
vrt: **NT-07**  
Základné meranie: 23.6.2016

### INKLINOMETRICKÉ MERANIE PODPOVRCHOVÝCH DEFORMÁCIÍ

- diferenciálny priebeh  
porovnanie so základným meraním

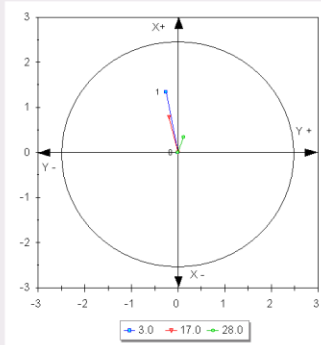


Spracoval: Ing. Turovský F. tel. (+421 905 316 811)  
Program: DMM 11/06/96 SLOPE INDICATOR, USA;  
G TILT, Canada; GeoExperts 2016 ,SK

Príloha č. 3.1

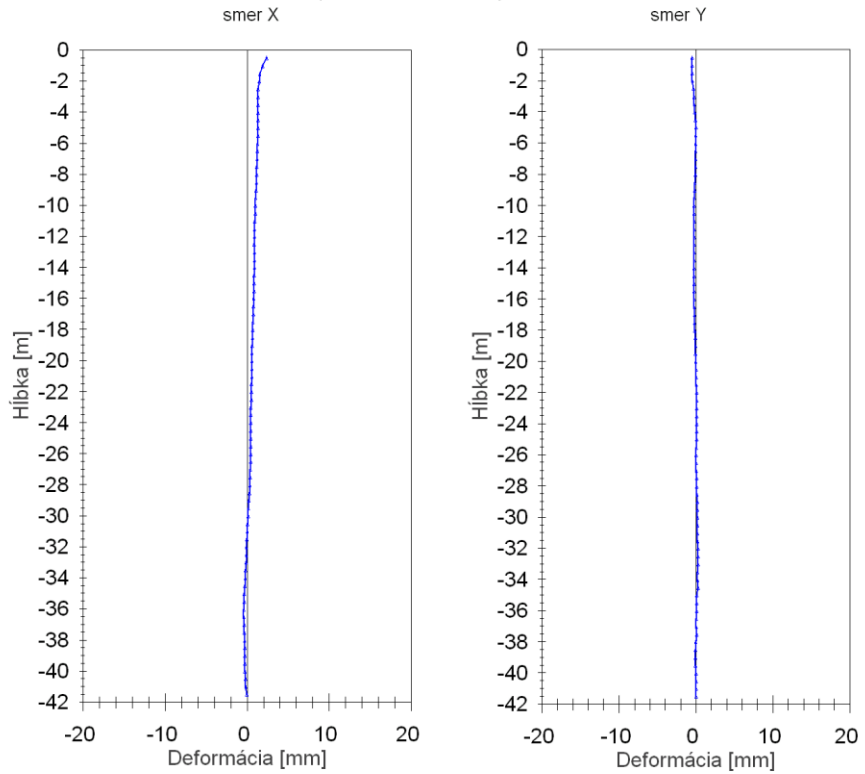
Stavba: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, geotechnický monitoring**  
vrt: **NT-09**  
Základné meranie: 23.6.2016

- smer posunu [ mm ]



### INKLINOMETRICKÉ MERANIE PODPOVRCHOVÝCH DEFORMÁCIÍ

- integrovaný priebeh  
porovnanie so základným meraním



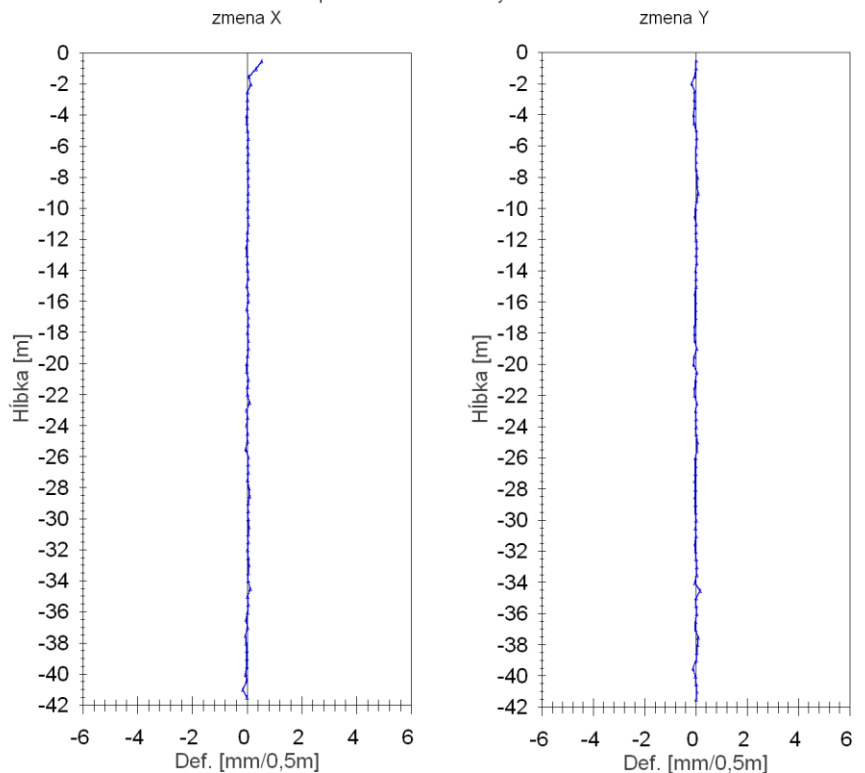
Spracoval: Ing. Turovský F. tel. (+421 905 316 811)  
Program: DMM 11/06/96 SLOPE INDICATOR, USA;  
G TILT, Canada; GeoExperts 2016 ,SK

Príloha č. 4

Stavba: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, geotechnický monitoring**  
vrt: **NT-09**  
Základné meranie: 23.6.2016

### INKLINOMETRICKÉ MERANIE PODPOVRCHOVÝCH DEFORMÁCIÍ

- diferenciálny priebeh  
porovnanie so základným meraním



Spracoval: Ing. Turovský F. tel. (+421 905 316 811)  
Program: DMM 11/06/96 SLOPE INDICATOR, USA;  
G TILT, Canada; GeoExperts 2016 ,SK

Príloha č. 4.1



Názov geologickej úlohy:

# Diaľnica D1 Hubová – Ivachnová, nová trasa

podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum – časť A

Súradnice vrtu:

X: 1188181,78 m  
Y: 405591,59 m  
Z: 740,78 m

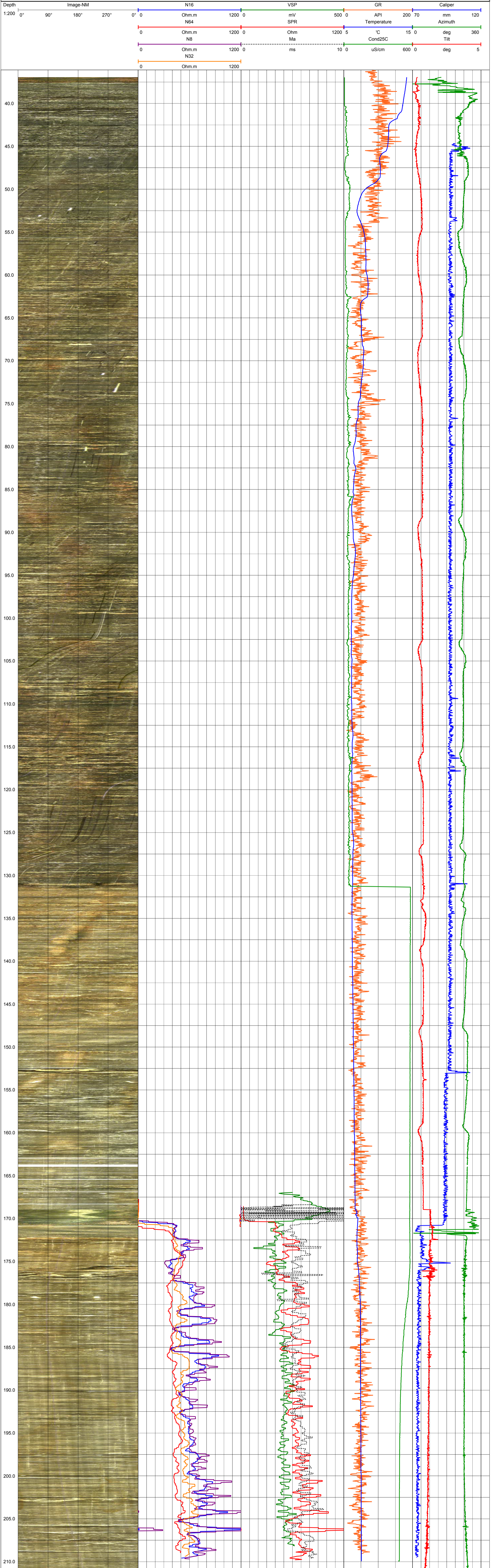
Názov vrtu:

## NT-30

Hĺbka vrtu: 210,0 m

Meranie realizoval: Ing. L. Stolárik, Mgr. M. Borovský  
Vyhodnotil: RNDr. Š. Holeša, Ing. L. Stolárik  
Spracoval: Ing. L. Stolárik, RNDr. Š. Holeša  
Číslo prílohy: 7.16

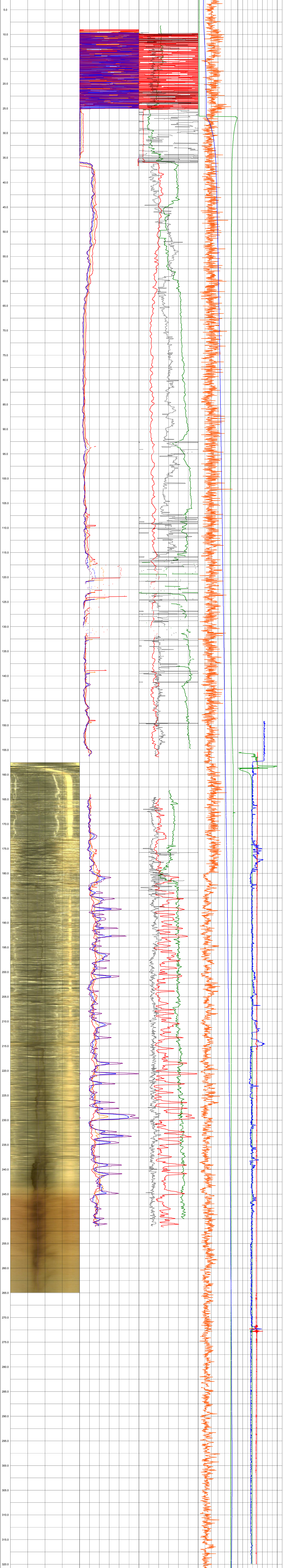
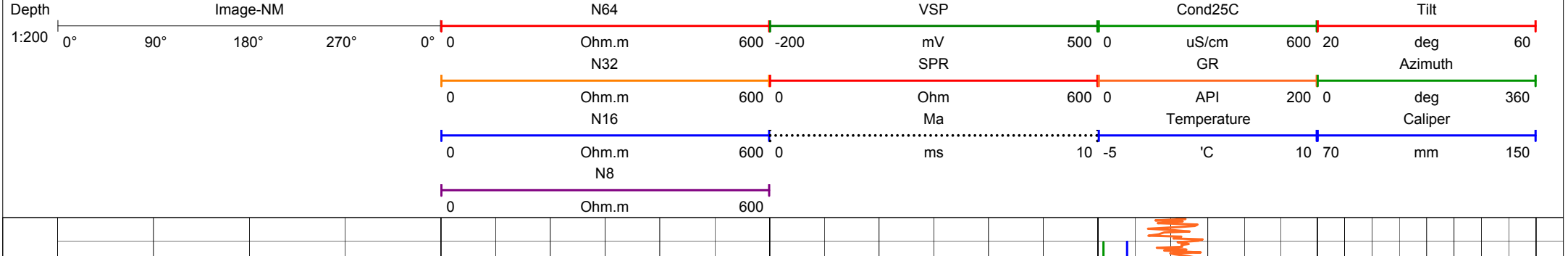
**CADECO a.s**  
Svätoplukova 28  
821 08 Bratislava



Súradnice vrtu:  
 X: 1188100,29 m  
 Y: 405168,49 m  
 Z: 796,93 m

 Názov vrtu: **NT-17**  
 Hĺbka vrtu: 325,0 m

 Meranie realizoval: Ing. L. Stošárik, Mgr. M. Borovský  
 Vyhodnotil: RNDr. Š. Holeša, Ing. L. Stošárik  
 Spracoval: Ing. L. Stošárik, RNDr. Š. Holeša  
 Číslo prílohy: 7.15

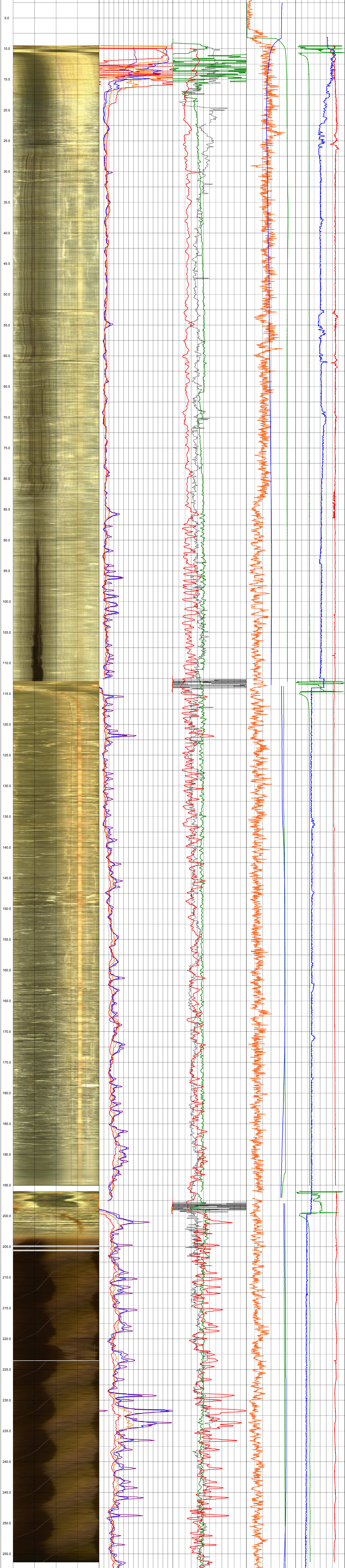
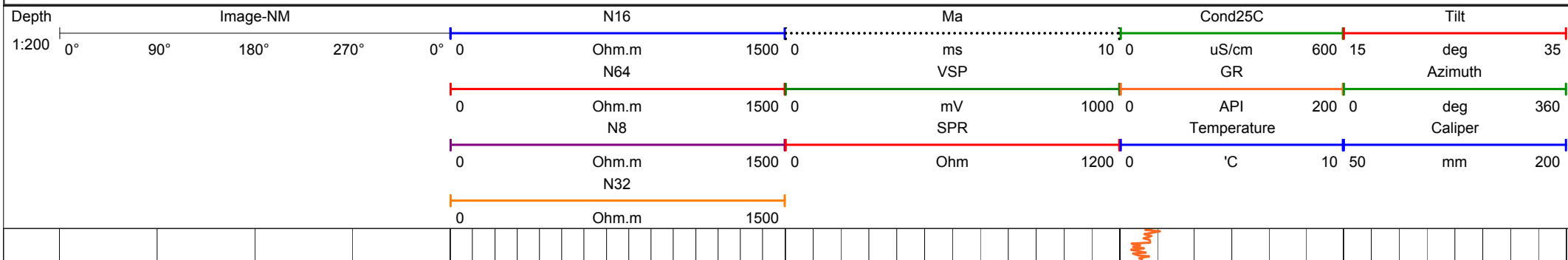
 CADECO a.s  
 Svätoplukova 28  
 821 08 Bratislava  


Súradnice vrtu:  
X: 1188130,97 m  
Y: 405417,84 m  
Z: 767,32 m

Názov vrtu:  
**NT-16**

Meranie realizoval: Ing. L. Stolárik, Mgr. M. Borovský  
Vyhodnotil: RNDr. Š. Holeša, Ing. L. Stolárik  
Spracoval: Ing. L. Stolárik, RNDr. Š. Holeša  
Číslo prílohy: 7.14

**CADECO a.s**  
Svätoplukova 28  
821 08 Bratislava



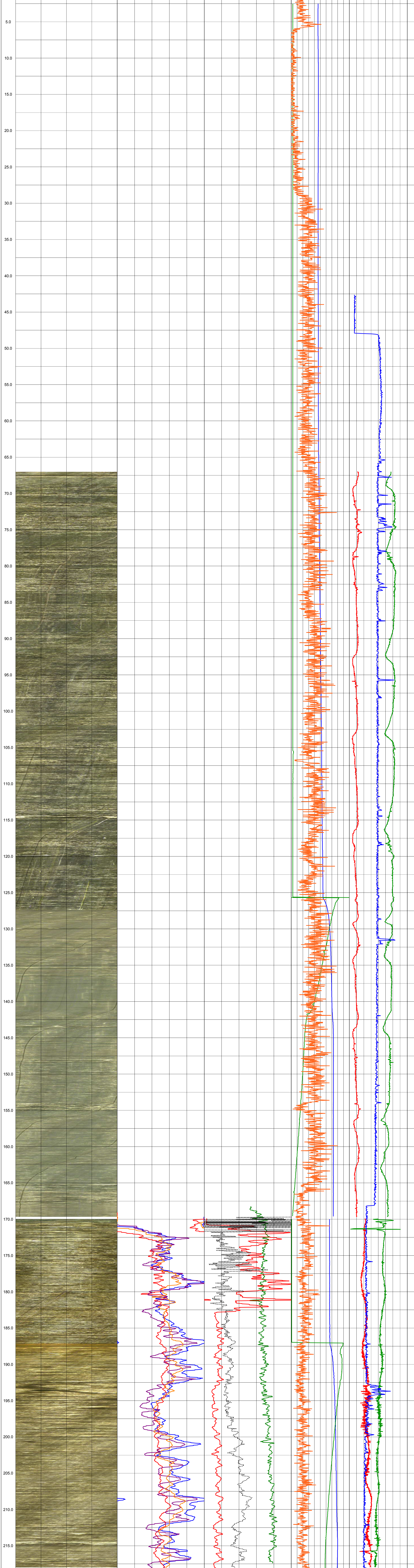
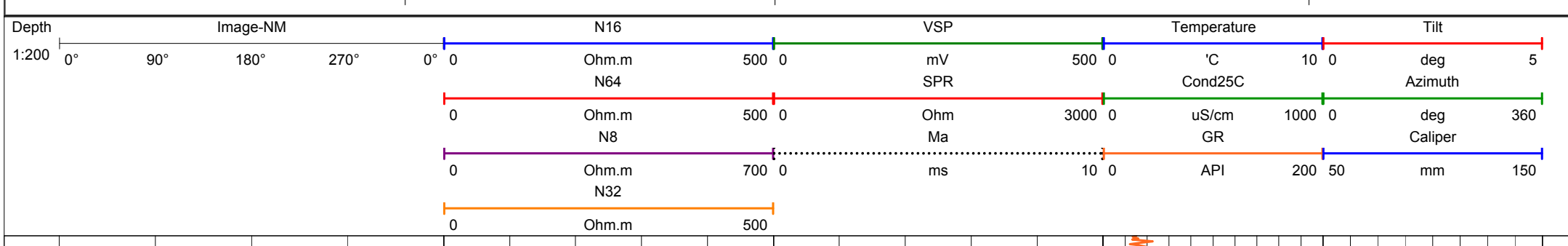


Súradnice vrtu:  
 X: 1188030,50 m  
 Y: 405746,54 m  
 Z: 749,88 m

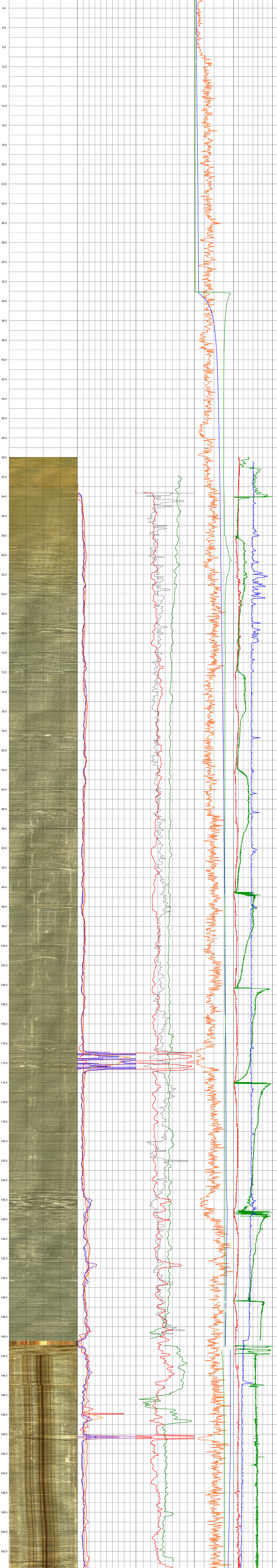
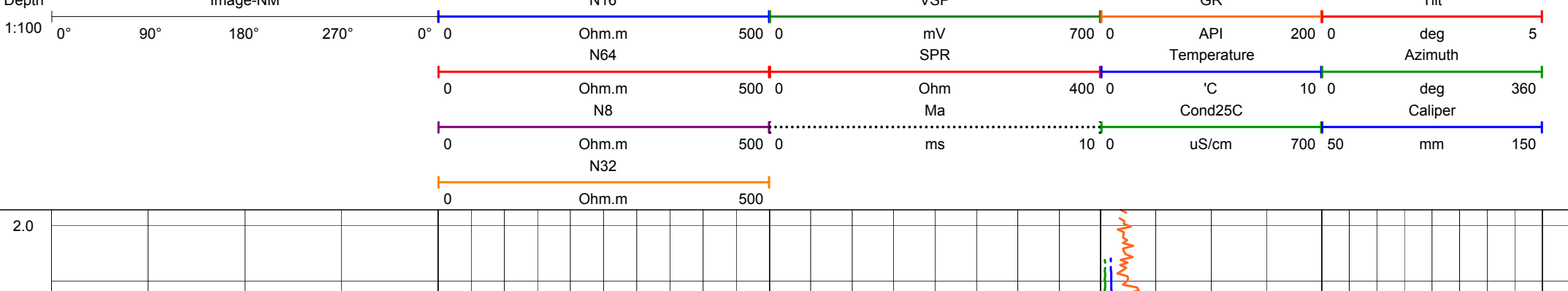
Názov vrtu:  
**NT-15**

Meranie realizoval: Ing. L. Stolárik, Mgr. M. Borovský  
 Vyhodnotil: RNDr. Š. Holeša, Ing. L. Stolárik  
 Spracoval: Ing. L. Stolárik, RNDr. Š. Holeša  
 Číslo prílohy: 7.13

**CAD-ECO a.s**  
 Svätoplukova 28  
 821 08 Bratislava



Súradnice vrtu: X: 1187957,67 m Y: 406125,22 m Z: 682,34 m	Názov vrtu: <b>NT-14</b>	Meranie realizoval: Ing. L. Stošárik, Mgr. M. Borovský	CAD-ECO a.s Svätoplukova 28 821 08 Bratislava 
	Hĺbka vrtu: 165,0 m	Vyhodnotil: RNDr. Š. Holeša, Ing. L. Stošárik	
		Číslo prílohy: 7.12	

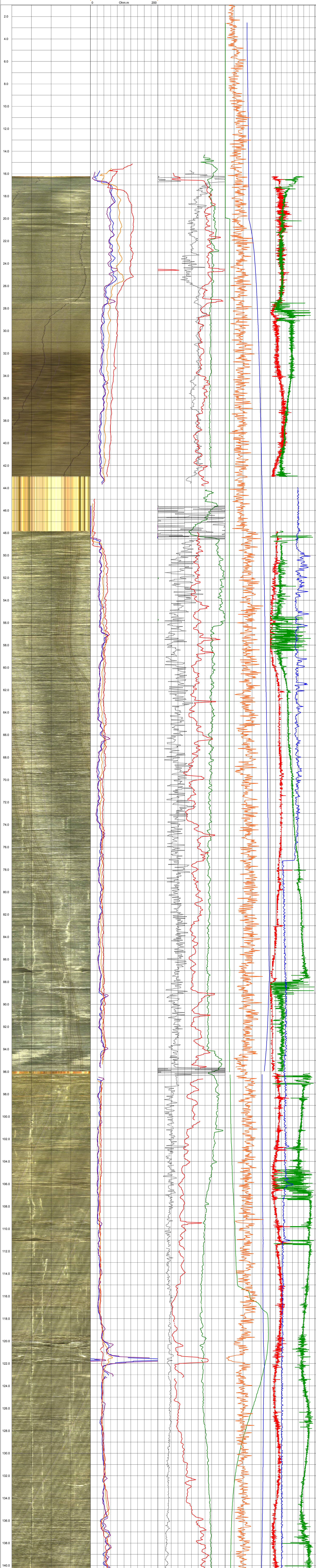
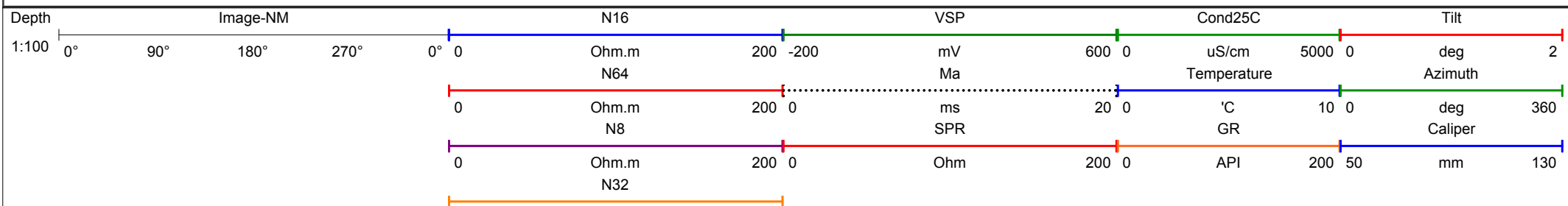


Súradnice vrtu:  
X: 1187752,02 m  
Y: 406646,52 m  
Z: 655,87 m

Názov vrty: **NT-13**  
Hĺbka vrty: 145,0 m

Meranie realizoval: Ing. L. Stolárík, Mgr. M. Borovský  
Vyhodnotil: RNDr. Š. Holeša, Ing. L. Stolárík  
Spracoval: Ing. L. Stolárík, RNDr. Š. Holeša  
Číslo prílohy: 7.11

CAD-ECO a.s  
Svätoplukova 28  
821 08 Bratislava

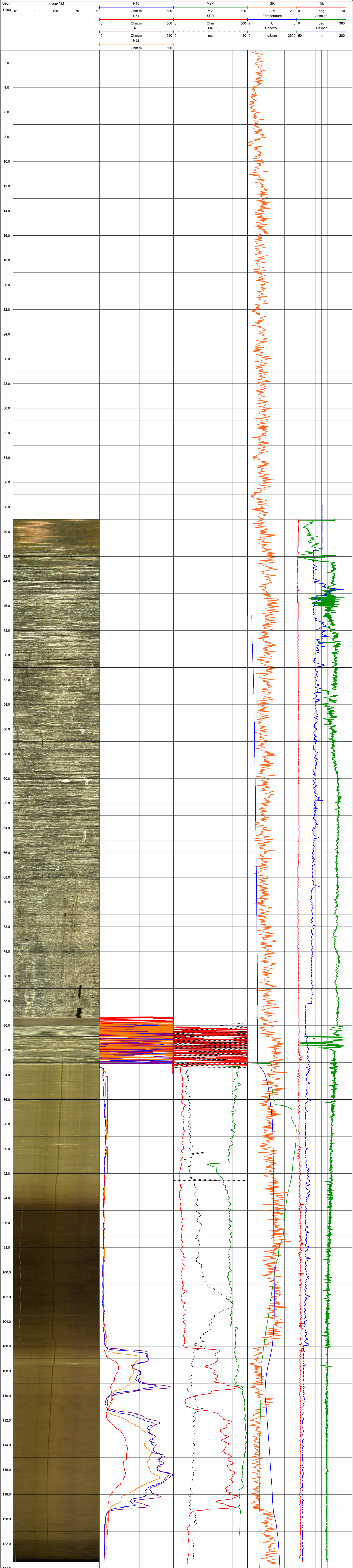


Súradnice vrtu:  
X: 1187650,85 m  
Y: 407007,42 m  
Z: 639,84 m

Názov vrtu: **NT-12**  
Hĺbka vrtu: 125,0 m

Meranie realizoval: Ing. L. Stolárík, Mgr. M. Borovský  
Vyhodnotil: RNDr. Š. Holeša, Ing. L. Stolárík  
Spracoval: Ing. L. Stolárík, RNDr. Š. Holeša  
Číslo prílohy: 7.10

CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08 Bratislava

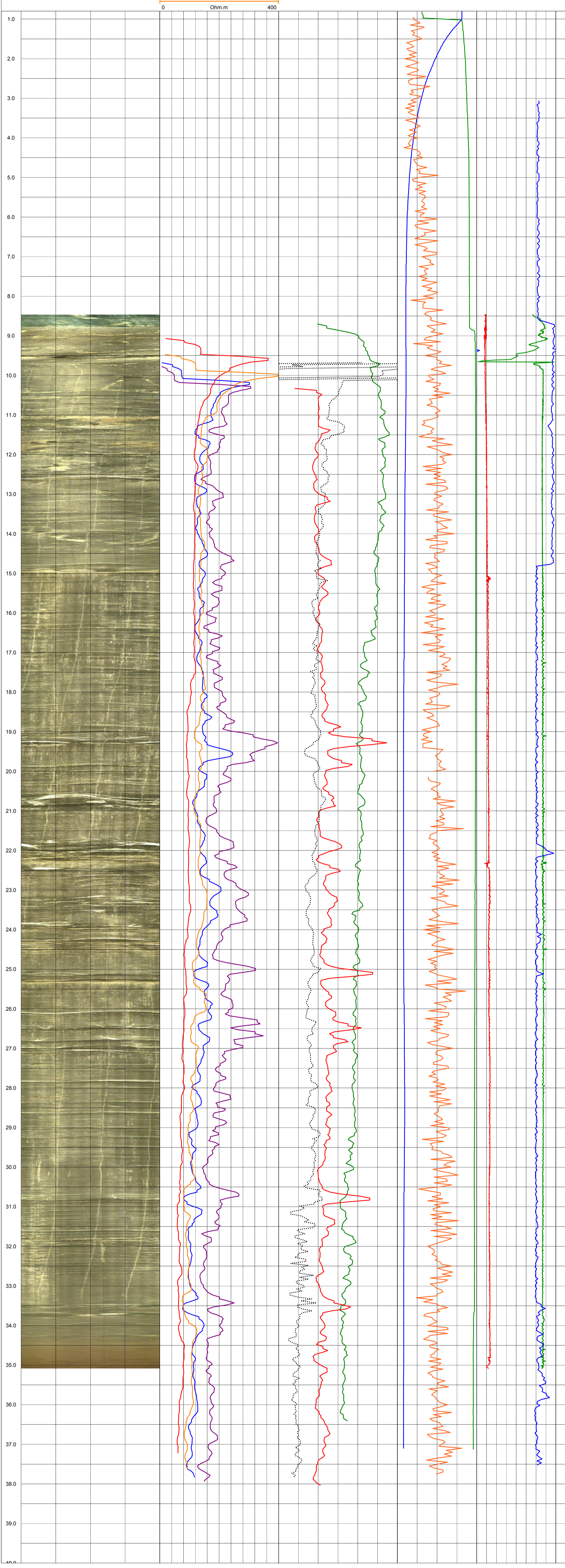
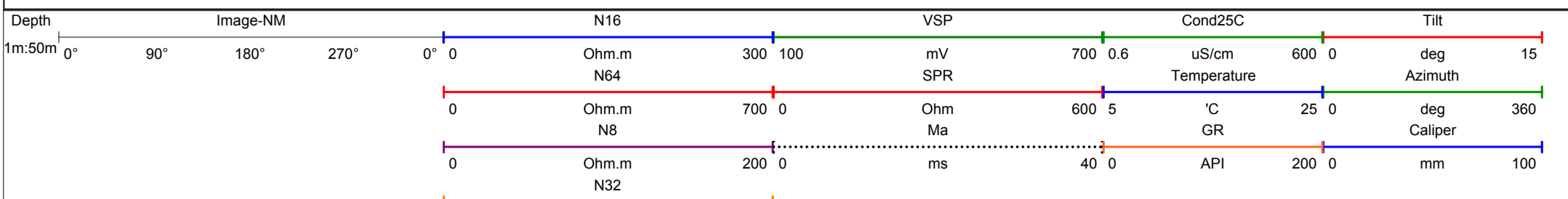


Súradnice vrtu:  
 X: 187595,58 m  
 Y: 407528,64 m  
 Z: 535,55 m

Názov vrtu: **NT-06**  
 Hĺbka vrtu: 40,0 m

Meranie realizoval: Ing. L. Stolárik, Mgr. M. Borovský  
 Vyhodnotil: RNDr. Š. Holeša, Ing. L. Stolárik  
 Spracoval: Ing. L. Stolárik, RNDr. Š. Holeša  
 Číslo prílohy: 7.4

**CADECO a.s**  
 Svätoplukova 28  
 821 08 Bratislava

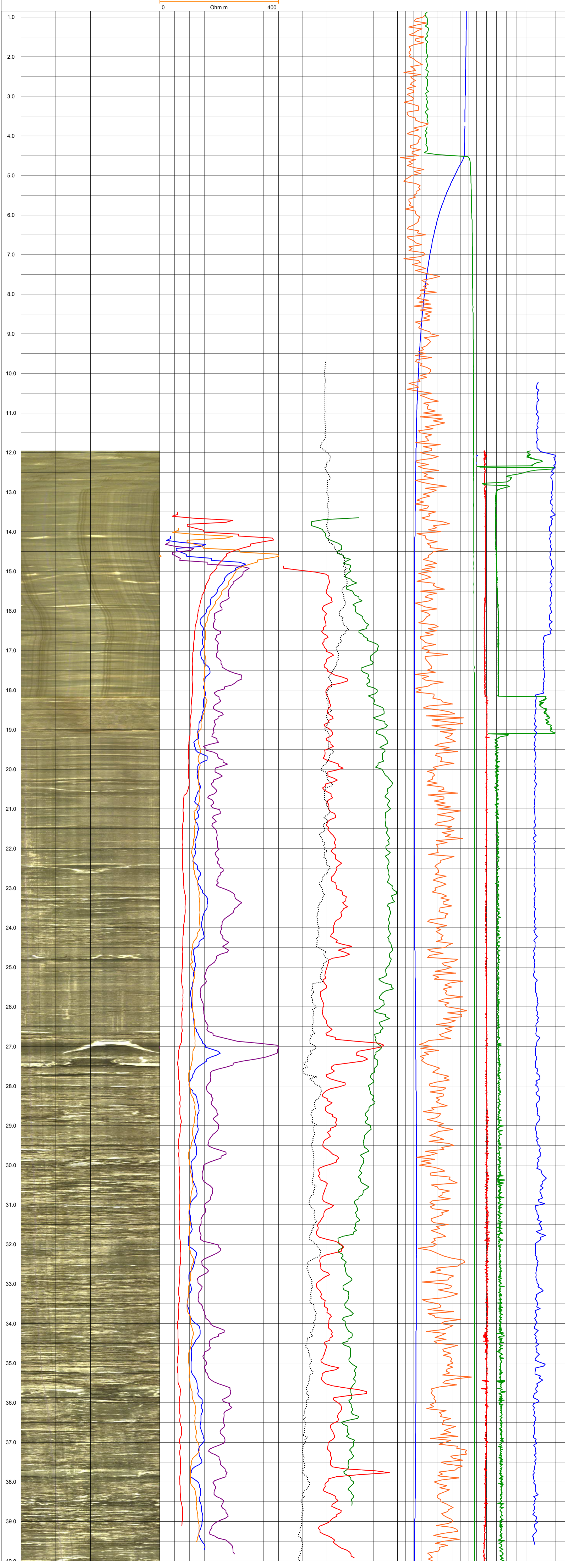
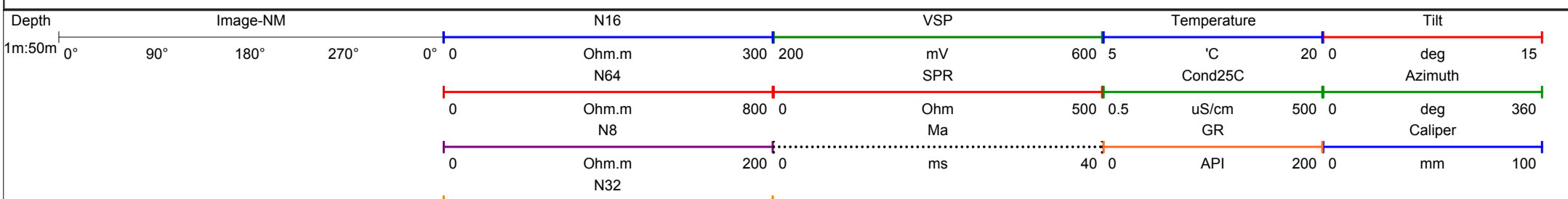


Súradnice vrtu:  
 X: 1187562,65 m  
 Y: 407518,43 m  
 Z: 538,30 m

Názov vrtu: **NT-04**  
 Hĺbka vrtu: 40,4 m

Meranie realizoval: Ing. L. Stolárik, Mgr. M. Borovský  
 Vyhodnotil: RNDr. Š. Holeša, Ing. L. Stolárik  
 Spracoval: Ing. L. Stolárik, RNDr. Š. Holeša  
 Číslo prílohy: 7.3

**CAD-ECO a.s**  
 Svätoplukova 28  
 821 08 Bratislava

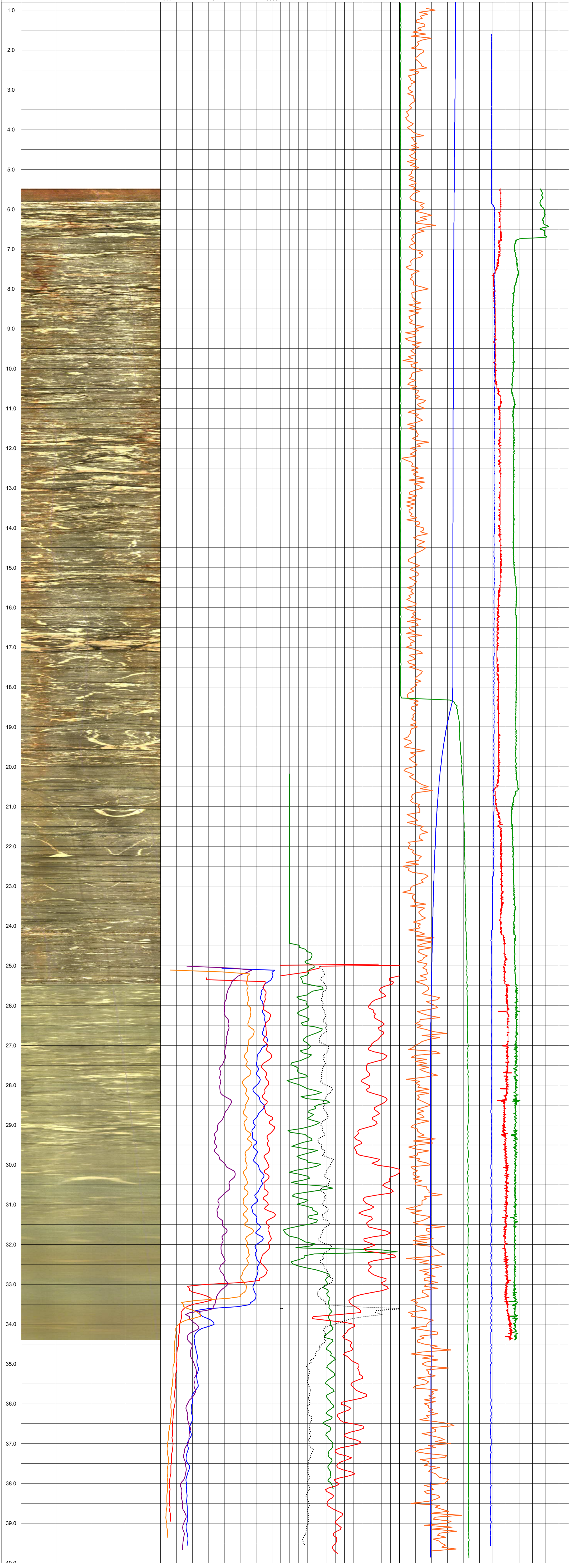
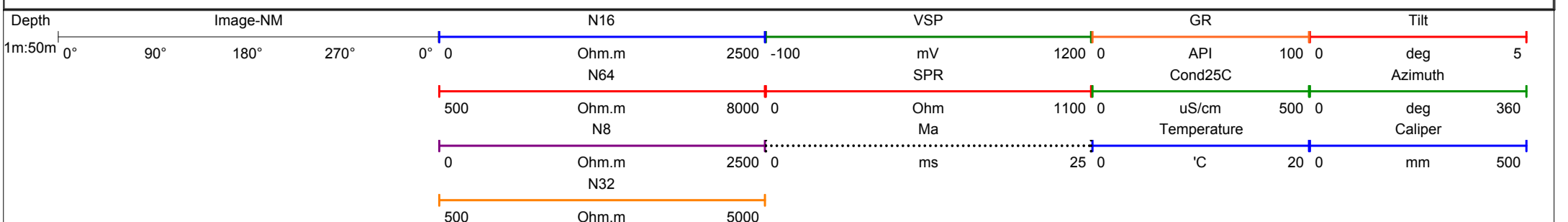


Súradnice vrtu:  
 X: 1187484,60 m  
 Y: 407791,57 m  
 Z: 537,30 m

Názov vrtu: **NT-02**  
 Hĺbka vrtu: 40,0 m

Meranie realizoval: Ing. L. Stolárik, Mgr. M. Borovský  
 Vyhodnotil: RNDr. Š. Holeša, Ing. L. Stolárik  
 Spracoval: Ing. L. Stolárik, RNDr. Š. Holeša  
 Číslo prílohy: 7.2

**CADECO a.s**  
 Svätoplukova 28  
 821 08 Bratislava





Názov geologickej úlohy:

# Diaľnica D1 Hubová – Ivachnová, nová trasa

podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum – časť A

Súradnice vrtu:

X: 1187481,58 m  
Y: 407802,23 m  
Z: 536,70 m

Názov vrtu:

## NT-01

Hĺbka vrtu: 40,0 m

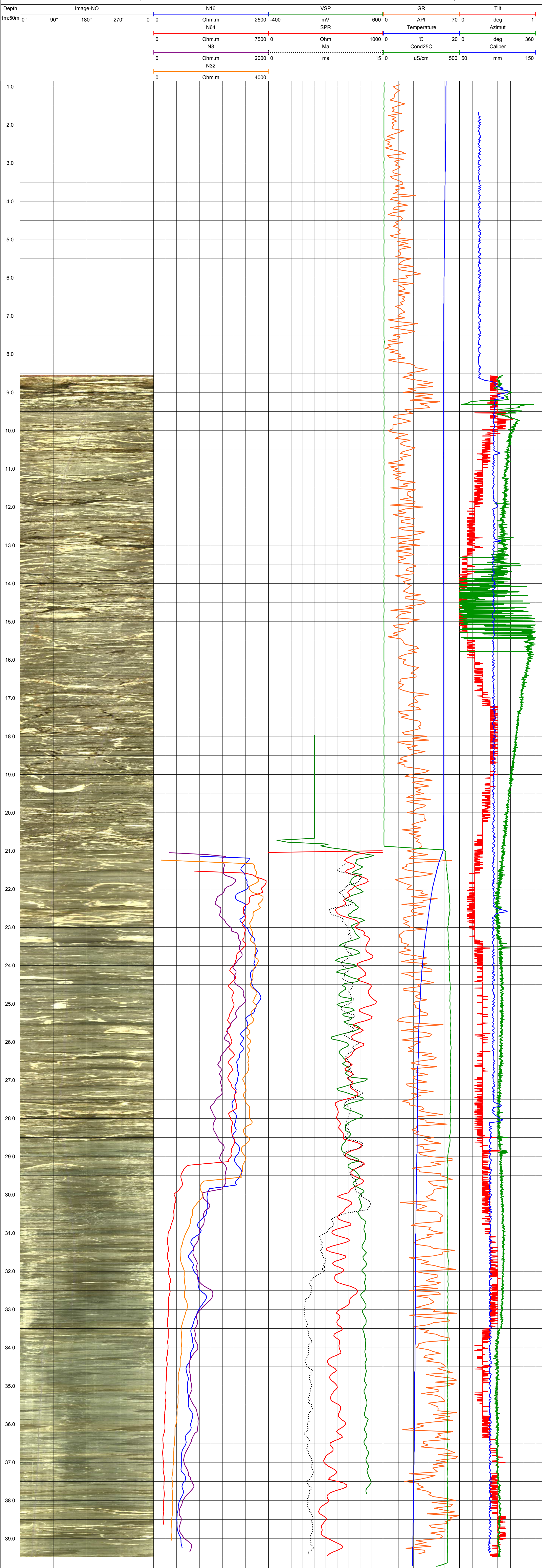
Meranie realizoval: Ing. L. Stolárík, Mgr. M. Borovský

Vyhodnotil: RNDr. Š. Holeša, Ing. L. Stolárík

Spracoval: Ing. L. Stolárík, RNDr. Š. Holeša

Číslo prílohy: 7.1

**CAD-ECO a.s**  
Svätoplukova 28  
821 08 Bratislava





### Výsledky skúšok dilatometrom PROBEX

Na overenie deformačných parametrov horninového masívu v projektovanej novej trase diaľničného úseku D1 Hubová – Ivachnová a hlavne na západnom portáli tunela Čebrať a v jeho blízkom okolí boli realizované v období od 5.5. – 15.6.2016 dilatometrické skúšky. Skúšky boli realizované v šiestich štruktúrnych vrtoch s celkovým počtom 47 ks. Uvedený rozsah tvoril podstatnú časť geotechnických terénnych skúšok počas prieskumných prác. Všetky skúšky vykonali pracovníci CAD-ECO a.s. Bratislava Mgr. M. Borovský, RNDr. M. Kuvik, Ing. L. Stolárik, p. Šimek, p. Konkolovský a p. Gábor.



*Obrázok 1 Realizácia dilatometrickej skúšky - tlakovanie pomocou hydraulickéj pumpy a odčítanie hodnôt tlaku a objemu pomocou dataloggera*

### **Dilatometrické skúšky dilatometrom PROBEX – metodika**

Podstata dilatometrickej skúšky dilatometrom (resp. horninovým presiometrom) spočíva v realizácii zaťažovacej skúšky radiálnym tlakom na stenu malopriemerového vrtu pomocou dilatometrickej bunky, čo je v princípe v zhode s presiometrickou skúškou prístrojom typu Ménard, kde však meracia bunka je približne polovičná a aplikácia max. tlaku cca 1/10 maximálneho tlaku pri dilatometrickej skúške. V zmysle EUROKÓDU ide o skúšku tzv. pružným dilatometrom EN ISO 22476-5.

Zatiaľ čo presiometrickú sondu tvorí meracia bunka spolu s dvoma ochrannými bunkami, dilatometrickú sondu tvorí meracia bunka s dvojčinným hydraulickým piestom a analógovým prevodníkom objemu (potenciometer). Pri oboch skúškach sondy zapustené do vrtu umožňujú meranie deformácií horninového masívu v potrebnej hĺbke (presiometer

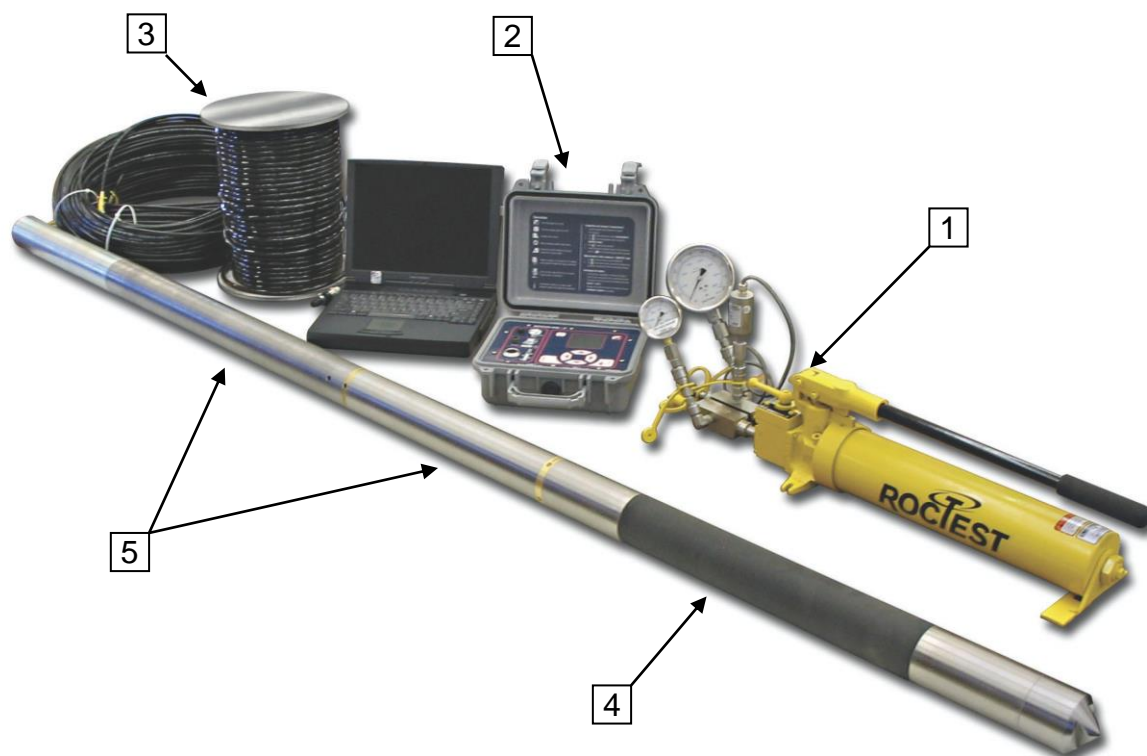
typu Ménard max. 30 - 50 m, dilatometer PROBEX max. 500 m) sledovaním objemových zmien kvapaliny v meracej bunke pri súčasnom sledovaní vyvodzovaného tlaku.

Na predmetnej úlohe bol použitý dilatometer PROBEX kanadsko-francúzskej spoločnosti TELEMAR-ROCTEST. Skúšobné zariadenie pozostáva z dilatometrickej sondy (meracej bunky, analógového prevodníka objemu - posuvného potenciometra a hydraulického dvojčinného piestu), hydraulického a elektrického obvodu, meracej aparatúry (datalogger) a hydraulickej pumpy. Na obr. 2 je zobrazené skúšobné zariadenie so všetkým príslušenstvom a s označením jednotlivých súčastí.

Pre realizáciu dilatometrickej skúšky bolo potrebné v prieskumnom vrte realizovať návrť priemeru NQ (76 mm). Dĺžka návrťu zodpovedala požiadavkám geotechnika na otestovanie horninového masívu v podzákladi plánovaných mostných pilierov, pričom minimálna dĺžka návrťu bola 10 m. Zároveň boli zohľadnené i miestne geologické pomery.

Základnou podmienkou úspešnosti dilatometrických skúšok je, že pred realizáciou skúšok v každom prieskumnom vrte je potrebné overiť tesnosť sústavy, odpor membrány meracej bunky (inercia – realizácia min. 1x) a rozťažnosť tlakového obvodu (kalibrácia – realizácia min. 5x). Údaje z kalibrácie a merania odporu membrány vstupujú do vyhodnotenia skúšky a výpočtu modulov.

Pri samotnej realizácii bola použitá meracia bunka (sonda) priemeru 73,7 mm. Sonda bola spúšťaná do vrty pomocou vrtných tyčí systému WireLine rovnakého priemeru, ako skúšobná sonda. Schéma skúšobného zariadenia je znázornená na obrázku 3.



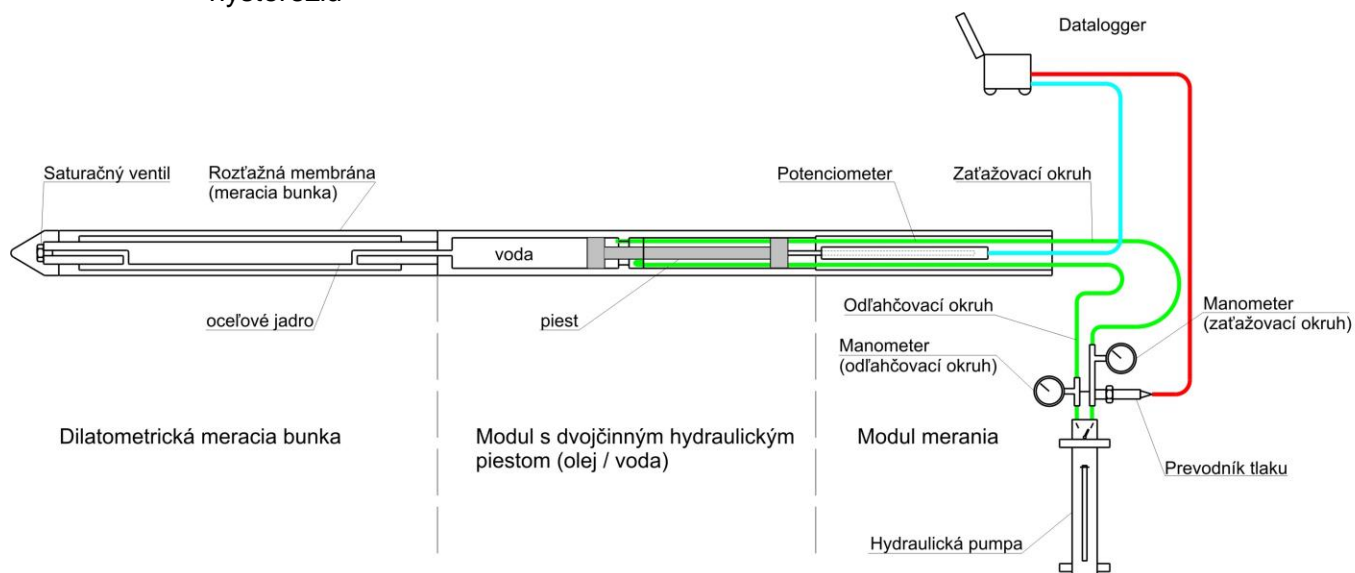
Obrázok 2 Celá zostava dilatometra PROBEX

1. Hydraulická pumpa s prevodníkom tlaku a kontrolnými manometrami;
2. Datalogger pre sledovanie a záznam nameraných údajov;
3. Hydraulický a elektrický obvod;
4. Meracia bunka;
5. Dvojčinný hydraulický piest a analógový prevodník objemu (potenciometer)

Vlastná skúška sa realizuje v požadovanej hĺbkovej úrovni vždy pri minimálne siedmych zaťažovacích stupňoch (nenulových tlakových úrovniach). Zvyšovanie tlakov je postupné, pričom počas odčítavania je potrebné dosiahnuť kvázi ustálený stav objemu a tlaku. Veľkosť zaťažovacích stupňov sa volí v závislosti na skúšanom horninovom prostredí a na inercii membrány použitej meracej sondy. Tlak sa vyvodzuje pomocou hydraulického olejového okruhu (max. 30 MPa), napojeného na hydraulickú ručnú pumpu. V sonde tlak hydraulického oleja pôsobí na piest, ktorý následne vyvodzuje tlak na vodou vyplnenú meraciu bunku. Dĺžka meracej časti sondy (rozťažnej membrány) je 457 mm.

Účelom dilatometrických skúšok je získať informácie o deformačno-pevnostných charakteristikách horninového prostredia až do štádia jeho porušenia. Zo skúšok je možné určiť:

- začiatok pružnoplastickej fázy namáhania
- medzu limitného tlaku pri poloskalných horninách a zeminách
- modul deformácie (pretvárnosti)
- modul pružnosti
- hysteréziu



Obrázok 3 Funkčná schéma meracej aparatury

### Dilatometrické skúšky dilatometrom PROBEX – spôsob vyhodnotenia meraní

Pre vyhodnotenie dilatometrických skúšok dilatometrom PROBEX t.j. výpočet modulu deformácie (pretvárnosti)  $E_{def}$  je potrebné poznať inerciu (odpor) dilatometrickej sondy (tlakové straty) a rozťažnosť hydraulického obvodu (objemové straty). Pred sériou dilatometrických skúšok v každom vrte je preto nevyhnutné vykonať dva kalibračné postupy na povrchu terénu pri atmosferickom tlaku za účelom zistenia:

- rozťažnosti sondy v ocelevej rúre so známym priemerom, kde sa zistí koeficient rozťažnosti  $c$ , vyjadrujúci objemovú stratu. Tlak sa zvyšuje v krokoch až do maximálneho dosiahnuteľného zaťaženia 30 MPa. Kalibrácia sa päťkrát opakuje a výsledná hodnota  $c$  je priemerom z čiastkových kalibrácií;
- rozťažnosti a odolnosti plášťa a membrány sondy (inercia) a vyjadrenie tlakovej straty. Kalibrácia sa vykonáva pri voľne položenej (podopretej) sonde až do

maximálneho povoleného objemu (cca 600 cm<sup>3</sup>). Dosiadnutou krivkou sa následne korigujú v teréne namerané údaje.

Deformačný modul (modul pretvárnosti) je modulom distorzie a charakterizuje pseudoplastickú fázu skúšky – deformácie horninového prostredia. Hodnotu deformačného modulu  $E_{def}$  potom možno určiť podľa vzorca:

$$E_{def} = 2(1 + \nu_r) \cdot (V_0 + V_m) \cdot \frac{1}{\left(\frac{\Delta V}{\Delta p_b}\right) - c}$$

kde:

- $\nu_r$  - Poissonovo číslo skúšanej horniny
- $V_0$  - objem sondy
- $V_m$  - priemerný objem vrtu v mieste skúšky medzi dvomi tlakmi  $p_1$  a  $p_2$   $V_m = \frac{V_1 + V_2}{2}$
- $\Delta V$  - rozdiel tlakov  $\Delta V = V_2 - V_1$
- $\Delta p_b$  - rozdiel tlakov  $\Delta p_b = p_2 - p_1$
- $p_1, p_2$  - tlaky v pružno-plastickej fáze deformácie (v prípade zeminy a poloskalnej horniny), prípadne v pružnej fáze deformácie (v prípade horniny)
- $V_1, V_2$  - objem vrtu v mieste skúšky pri tlaku  $p_1$  a  $p_2$ .

Na základe uvedených vzťahov sme vypočítali výsledné hodnoty modulov pretvárnosti  $E_{def}$  pre 161 realizovaných dilatometrických skúšok realizovaných v 15 až 30 m hlbokých jadrových vrtoch. Súhrnné výsledky deformačno-pevnostných charakteristík vo vrtoch poskytujú reálny obraz o stave a kvalite horninového masívu v trase plánovaných mostných objektov rýchlostnej cesty R2 v úseku Kriváň - Lovinobaňa - Tomášovce, čo dokumentuje aj tabuľka č. 1.

Pracovné diagramy skúšok, číselné hodnoty objemových zmien pri jednotlivých tlakových stupňoch a vypočítané moduly pretvárnosti  $E_{def}$  sú uvedené v prílohách 8.4.1 až 8.4.161 (protokoly 1/161 až 161/161). Žiaľ, vzhľadom na poruchu prístroja počas prieskumných prác nebolo možné realizovať dilatometrické merania vo všetkých pôvodne plánovaných vrtoch.

### Vyhodnotenie skúšok

Dilatometrické skúšky boli cielene realizované v oblasti plánovaného západného portálu tunela Čebrať a v prvých sto metroch tunelovej rúry, pričom skúšky zastihli predkvartérne horniny ílovcov, siltovcov a pieskovcov mráznického a porúbskeho súvrstvia. Horniny boli rôzneho stupňa porušenia od zdravých kompaktných hornín cez navetrané a rozpukané, až po horniny výrazne tektonicky porušené.

Najčastejšie testované horniny dilatometrickými skúškami boli **silno tektonicky porušené horniny ílovcov a siltovcov** (lokálne až brekcie) s počtom skúšok 21 kusov. Rozsah modulov pretvárnosti pre tento kvázihomogénny celok predstavoval  $E_{def} = 3,95 -$

**369,79 MPa**, v priemere  $E_{def} = 129,00 \text{ MPa}$ . Za účelom stanovenie modulov pretvárností bol použitý priemerný obor zaťaženia 1,1 – 2,4 MPa.

Ďalšou početnou skupinou, ktorá bola testovaná predstavovali **porušené rozpukané až navetrané ílovcy a siltovce** s počtom skúšok 14 ks. Rozsah modulov pretvárností predstavoval  $E_{def} = 335,49 - 1851,11 \text{ MPa}$ , v priemere  $E_{def} = 707,28 \text{ MPa}$ . Za účelom stanovenie modulov pretvárností bol použitý priemerný obor zaťaženia 2,5 – 7,4 MPa.

V menšom počte boli realizované skúšky v horninovom prostredí tvorenom **kompaktnými a zdravými ílovcami** (4 ks skúšok) ktoré dosahovali hodnoty modulov pretvárností v rozsahu  $E_{def} = 2200,91 - 2581,23 \text{ MPa}$ , v priemere  $E_{def} = 2335,098 \text{ MPa}$ . Za účelom stanovenie modulov pretvárností bol použitý priemerný obor zaťaženia 5,1 – 12,38 MPa.

Poslednú skupinu zastihnutú v predmetnom území tvorili horniny **kompaktných zdravých siltovcov až pieskovcov**. Tento kvázihomogénny celok bol otestovaný 8 kusmi skúšok na základe, ktorých bol stanovený modul pretvárností v rozsahu  $E_{def} = 2107,04 - 12836,42 \text{ MPa}$  v priemer  $E_{def} = 4941,86 \text{ MPa}$ . Za účelom stanovenie modulov pretvárností bol použitý priemerný obor zaťaženia 4,9 – 13,7 MPa.

### Zoznam použitej literatúry

1. Briaud Jean-Louis: The pressuremeter, Rotterdam [etc.]: Balkema III. ISBN 90 6191 125 7 bound. Taylor and Francis Group plc, London, ©2005
2. Richard Simon, Desheng Deng: Estimation of Scale Effects of Intact Rock Using Dilatometer Tests Results. GeoHalifax, 2009
3. Ghamgosar, M., Fahimifar, A., Rasouli, V.: Estimation of rock mass deformation modulus from laboratory experiments in Karun dam. EUROCK. 2010
4. Zalesky, M., Bühler, Ch., Burger, U., John, M.: Dilatometer tests in deep boreholes in investigation for Brenner base tunnel. Underground Space – the 4<sup>th</sup> Dimension of Metropolises – Barták, Hrdina, Romancov and Zlámál (eds) ©2007 Taylor and Francis Group, London, ISBN 978-0-415-40807-3
5. A. Burak Göktepe, Selim Altun, Alper Sezer: Simulation of dilatometer tests by neural networks. Mathematical and Computational Applications, Vol. 16, No. 2, pp. 535-545, 2011.© Association for Scientific Research

Tabuľka 1

Prieskumné dielo	Označenie skúšky	Dátum realizácie skúšky	Hĺbka skúšky [m]	Poissonove číslo [ν]	Obor zaťaženia [MPa]		Modul pretvárnosti E <sub>def</sub> [MPa]	Litologický typ horniny
					od	do		
NT-04	DS-001	5. - 6.5.2016	39,7	0,25	2,54	7,51	1183,46	Porušený úlomkovitý ílovec
	DS-002		37,7	0,3	1,91	5,59	504,18	Rozpukaný porušený ílovec s laminami pieskovca
	DS-003		35,5	0,35	0,73	1,09	44,17	Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia
	DS-004		33,7	0,3	0,55	1,12	54,97	Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia
	DS-005		31,7	0,35	0,27	0,37	14,21	Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia
	DS-006		29,7	0,35	0,34	0,52	17,12	Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia
	DS-007		27,7	0,35	0,36	1,13	57,59	Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia
	DS-008		25,7	0,3	1	4,79	339,52	Porušený úlomkovitý ílovec
	DS-009		23,7	0,3	1,12	4,78	335,49	Porušený úlomkovitý ílovec
	DS-010		21,7	0,25	3,29	7,55	736,77	Porušený ílovec až siltovec
NT-09	DS-011	10. - 11.5.2016	38,5	0,35	0,34	0,48	7,2	Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia
	DS-012		37,5	0,25	1,97	4,89	600,94	Rozpukaný ílovec
	DS-013		33	0,25	2,24	7,4	733,96	Rozpukaný ílovec
	DS-014		32	0,23	10	16,48	2200,91	Kompaktný zdravý ílovec
	DS-015		30	0,23	2,57	12,16	2234,92	Kompaktný zdravý ílovec
	DS-016		28	0,23	3,7	13,16	3091,78	Kompaktný zdravý ílovec až siltovec
	DS-017		26	0,3	4,2	7,36	497,03	Porušený rozpukaný ílovec
	DS-018		22	0,3	0,57	1,41	90,38	Tektonicky porušený zbridličenatý ílovec
	DS-019		21	0,3	0,84	4,6	355,6	Porušený rozpukaný ílovec
	DS-020		19	0,35	0,18	0,38	38,78	Silno tektonicky porušený ílovec zbridličenatý

Prieskumné dielo	Označenie skúšky	Dátum realizácie skúšky	Hĺbka skúšky [m]	Poissonove číslo [ν]	Obor zaťaženia [MPa]		Modul pretvárnosti $E_{def}$ [MPa]	Litologický typ horniny
					od	do		
NT-10	DS-021	23.5.2016	43,1	0,3	2,24	3	344,04	Tektonicky porušený bridličnatý ílovec
	DS-022		41,5	0,23	2,88	7,31	2323,33	Kompaktný zdravý ílovec
	DS-023		40	0,3	2,37	4,72	216,94	Tektonicky porušený zbridličnatený ílovec
	DS-024		39	0,35	0,55	0,93	16,65	Tektonicky porušený zbridličnatený ílovec
	DS-025		38	0,3	2,26	5,49	285,34	Tektonicky porušený zbridličnatený ílovec
	DS-026		36	0,3	1,46	3,89	358,99	Tektonicky porušený zbridličnatený ílovec
	DS-027		32	0,3	2,56	6,15	450,64	Porušený rozpukaný ílovec s laminami pieskovca
	DS-028		23,5	0,3	1,03	3,23	317,23	Tektonicky porušený šupinkovitý ílovec
NT-08	DS-029	1.6.2016	38,5	0,3	1,98	4,6	264,75	Tektonicky porušený zbridličnatený ílovec
	DS-030		36	0,3	7,81	19,18	1851,11	Rozpukaný ílovec
	DS-031		33,5	0,35	0,4	0,55	12,7	Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia
	DS-032		29,5	0,18	6,17	13,21	12836,42	Kompaktný zdravý siltovec až pieskovec
	DS-033		26,5	0,2	5,85	13,2	5784,92	Kompaktný zdravý siltovec
	DS-034		23,2	0,35	0,46	0,62	22,23	Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia
	DS-035		19,5	0,3	2,58	8,36	583,11	Tektonicky porušený zbridličnatený ílovec
NT-07	DS-036	6.6.2016	38,5	0,3	3,66	6,78	369,79	Tektonicky porušený siltovec
	DS-037		35,5	0,35	0,96	1,44	42,97	Silno tektonicky porušený ílovec zbridličnatený
	DS-038		32,5	0,23	5,14	14,36	2241,35	Kompaktný zdravý siltovec
	DS-039		29,5	0,3	2,12	7,87	469,45	Porušený rozpukaný ílovec
	DS-040		26,5	0,2	4,73	11,9	4126,03	Kompaktný zdravý siltovec

Prieskumné dielo	Označenie skúšky	Dátum realizácie skúšky	Hĺbka skúšky [m]	Poissonove číslo [ν]	Obor zaťaženia [MPa]		Modul pretvárnosti $E_{def}$ [MPa]	Litologický typ horniny
					od	do		
NT-06	DS-041	15.6.2016	34,9	0,4	0,49	0,53	3,95	Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - breccia
	DS-042		32,4	0,23	5,09	13,57	2581,23	Kompaktný zdravý ílovec
	DS-043		29,4	0,2	5,85	18,33	5600,27	Kompaktný zdravý siltovec
	DS-044		26,4	0,23	5,01	12,22	3747,12	Kompaktný zdravý ílovec až siltovec
	DS-045		23,4	0,3	2,03	8,27	797,91	Porušené až rozupané siltovce
	DS-046		20,4	0,25	2,24	8,35	1045,96	Rozpukané siltovce
	DS-047		17,4	0,23	2,91	13,23	2107,04	Rozpukané až zdravé siltovce

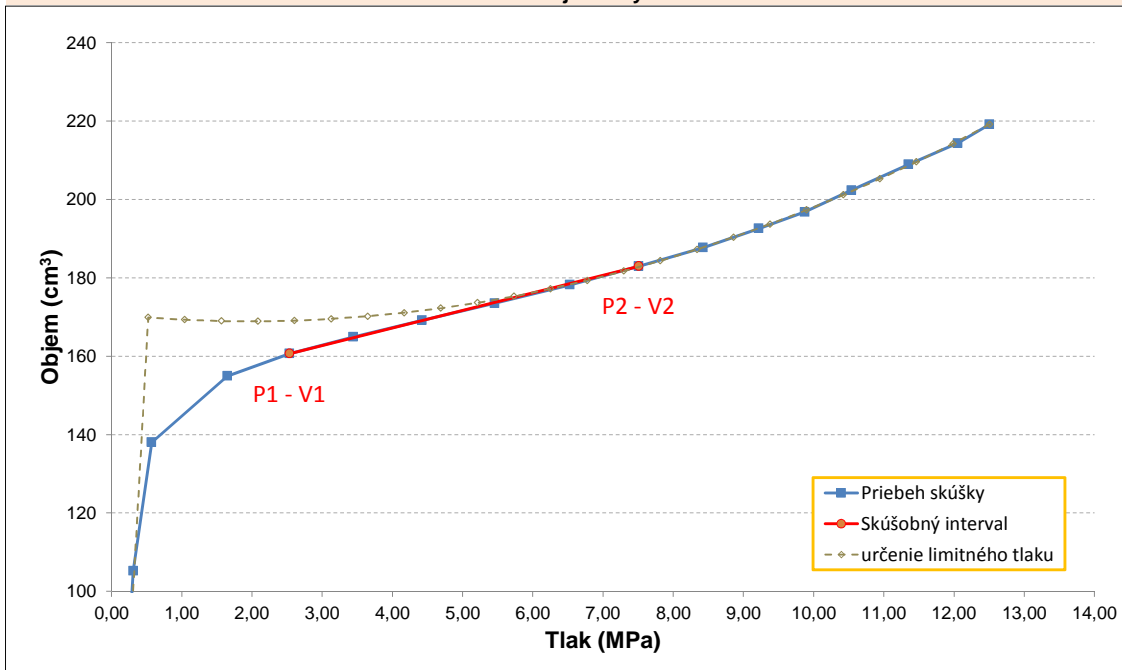


Označenie skúšky:	<b>DS-001</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-04</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,25</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>39,70</b>	Skúšaná hornina:	<b>Porušený úlomkovitý ílovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>5.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>16:21</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,298	69,031	0,186	68,7	1,64
0,589	105,922	0,310	105,2	2,51
1,019	139,226	0,572	138,0	3,29
2,189	157,496	1,650	154,9	3,71
3,108	164,282	<b>2,535</b>	<b>160,6</b>	3,87
4,041	169,625	3,442	164,9	3,99
5,046	175,044	4,421	169,1	4,11
6,111	180,653	5,459	173,5	4,24
7,209	186,646	6,530	178,2	4,38
8,214	192,552	<b>7,509</b>	<b>182,9</b>	4,52
9,153	198,374	8,424	187,7	4,65
9,973	204,259	9,220	192,6	4,79
10,648	209,239	9,875	196,8	4,90
11,336	215,607	10,539	202,3	5,05
12,176	223,166	11,352	208,9	5,22
12,897	229,412	12,053	214,3	5,36
13,366	234,805	12,506	219,2	5,48

**Výsledky:**

P1 =	<b>2,54</b>	<b>MPa</b>
P2 =	<b>7,51</b>	<b>MPa</b>
V1 =	<b>160,64</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
V2 =	<b>182,94</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
E <sub>def</sub> =	<b>1183,46</b>	<b>MPa</b>
$\rho_L$ =	<b>73,65</b>	<b>MPa</b>

**Poznámky:**
**Priebeh dilatometrickej skúšky DS-001**
Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárík, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy:

**6.2.1**

Označenie skúšky:	<b>DS-002</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-04</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,3</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>37,70</b>	Skúšaná hornina:	<b>Rozpukaný porušený ílovec s laminami pieskovca</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>5.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>17:03</b>

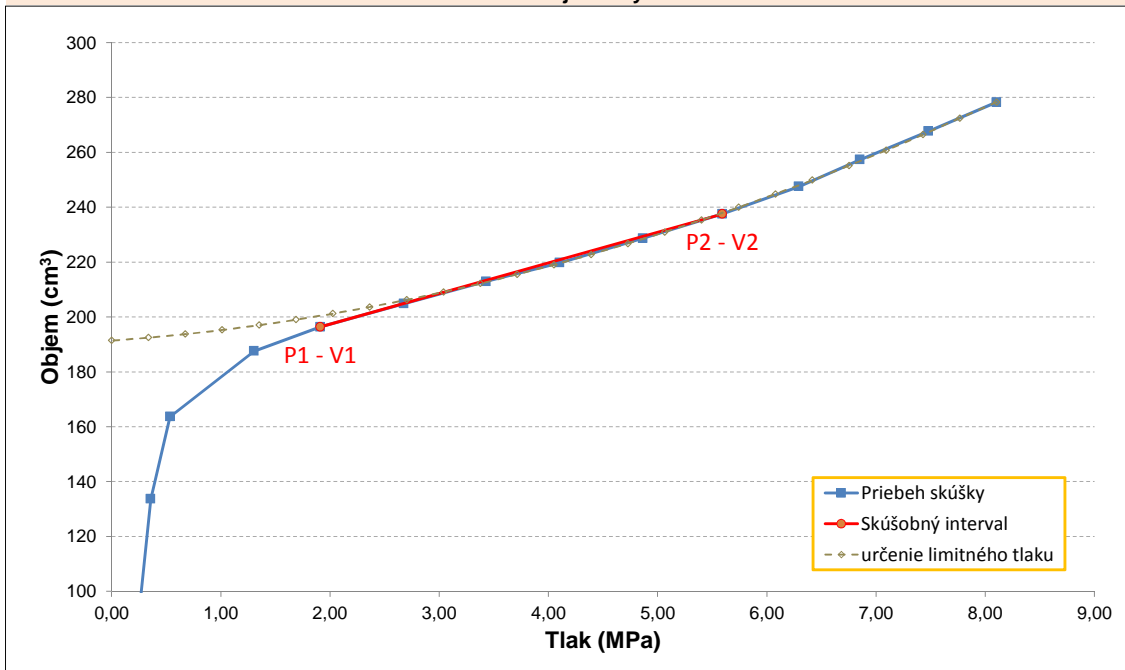
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,060	34,646	0,072	34,6	0,83
0,476	92,431	0,250	91,9	2,19
0,794	134,606	0,360	133,7	3,18
1,124	164,967	0,536	163,7	3,88
2,011	189,898	1,305	187,5	4,46
2,659	199,510	<b>1,913</b>	<b>196,4</b>	4,68
3,459	208,858	2,675	204,8	4,89
4,246	217,891	3,429	212,9	5,10
4,947	225,545	4,104	219,8	5,27
5,741	235,408	4,867	228,7	5,50
6,495	245,132	<b>5,593</b>	<b>237,5</b>	5,72
7,222	256,000	6,294	247,5	5,96
7,804	266,478	6,854	257,3	6,20
8,452	277,584	7,481	267,7	6,45
9,094	288,942	8,104	278,3	6,71

## Výsledky:

P1 = **1,91** MPaP2 = **5,59** MPaV1 = **196,40** cm<sup>3</sup>V2 = **237,53** cm<sup>3</sup>E<sub>def</sub> = **504,18** MPap<sub>L</sub> = **46,99** MPa

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-002

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárík, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy:

**6.2.2**

Zhotoviteľ :

**CAD-ECO**CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, BratislavaVYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I

Označenie skúšky: **DS-003** Hladina podz. vody (m p.t.): -

Označenie vrtu: **NT-04** Poissonovo číslo: **0,35**

Hĺbka skúšky (m): **35,50** Skúšaná hornina: **Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia**

Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **5.5.2016**

Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **17:03**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,060	38,108	0,045	38,0	0,91
0,417	91,758	0,181	91,3	2,18
0,595	118,090	0,232	117,4	2,79
0,827	148,164	0,310	147,2	3,49
1,105	181,719	0,423	180,4	4,27
1,257	199,280	0,499	197,8	4,67
1,389	214,123	0,573	212,5	5,01
1,501	227,765	0,638	226,0	5,32
1,647	245,064	<b>0,733</b>	<b>243,1</b>	5,72
1,799	262,250	0,844	260,1	6,11
1,971	277,869	0,986	275,6	6,46
2,097	293,671	<b>1,087</b>	<b>291,2</b>	6,81

## Výsledky:

P1 = **0,73** MPa

P2 = **1,09** MPa

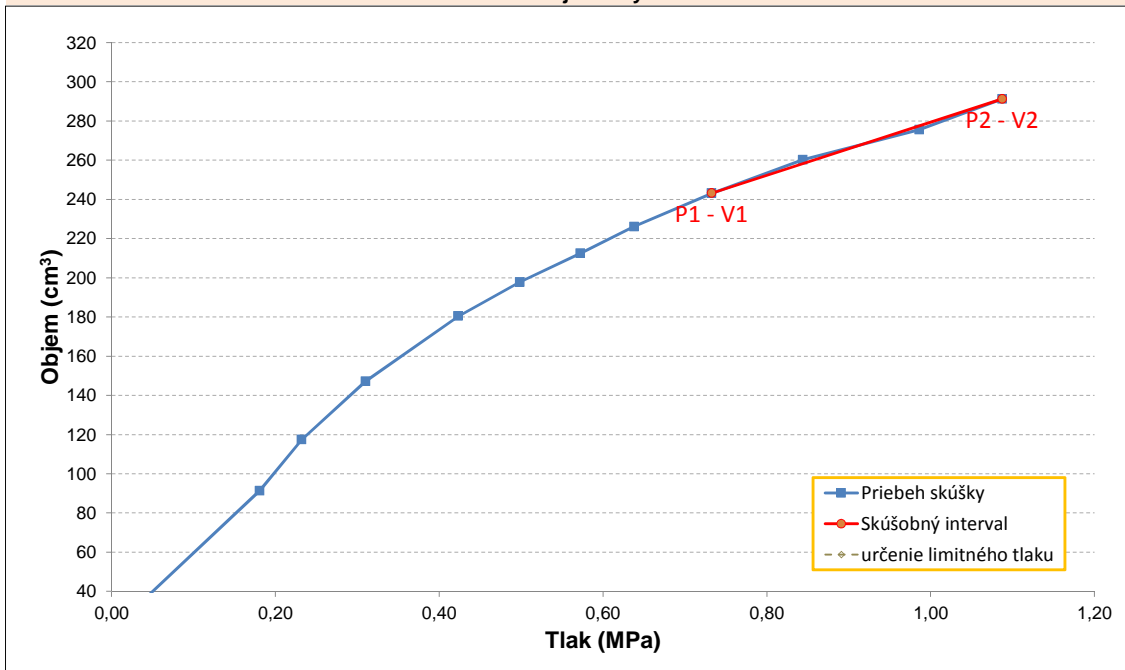
V1 = **243,14** cm<sup>3</sup>

V2 = **291,22** cm<sup>3</sup>

E<sub>def</sub> = **44,17** MPa

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-003

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárík, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy:

**6.2.3**



Zhotoviteľ :



CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, Bratislava

VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I

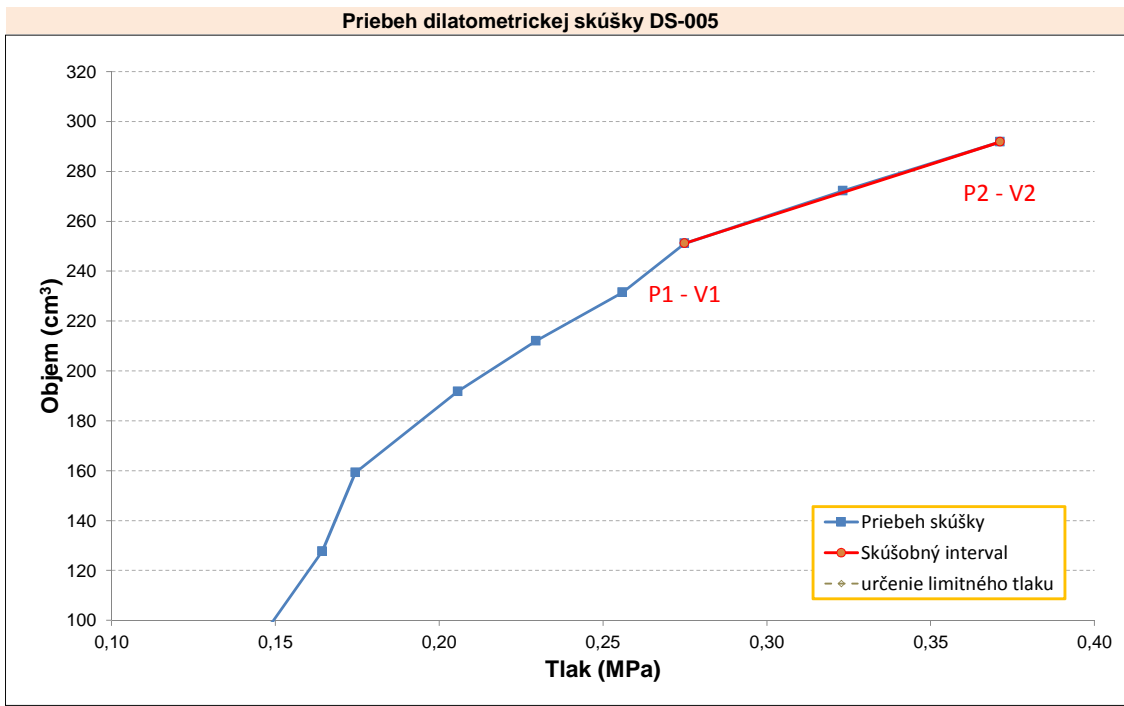
Označenie skúšky:	<b>DS-005</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-04</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,35</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>31,70</b>	Skúšaná hornina:	<b>Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>5.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>18:37</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,033	32,176	0,020	32,1	0,77
0,443	99,510	0,149	99,0	2,36
0,602	128,409	0,164	127,7	3,03
0,774	160,160	0,174	159,3	3,77
0,959	192,908	0,206	191,8	4,53
1,065	213,260	0,230	212,0	4,99
1,157	232,837	0,256	231,5	5,44
1,230	252,581	0,275	251,1	5,89
1,323	273,708	0,323	272,2	6,36
1,402	293,424	0,371	291,8	6,81

Výsledky:

P1 = **0,27** MPa  
 P2 = **0,37** MPa  
 V1 = **251,14** cm<sup>3</sup>  
 V2 = **291,78** cm<sup>3</sup>  
 E<sub>def</sub> = **14,21** MPa

Poznámky:



Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**  
 Číslo úlohy: **166/2016/ZA**  
 Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**  
 Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy: **6.2.5**

Zhotoviteľ:


**CAD-ECO a.s.**  
 Svätoplukova 28  
 821 08, Bratislava

**VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
 PROBEX I**

Označenie skúšky: **DS-006** Hladina podz. vody (m p.t.): -

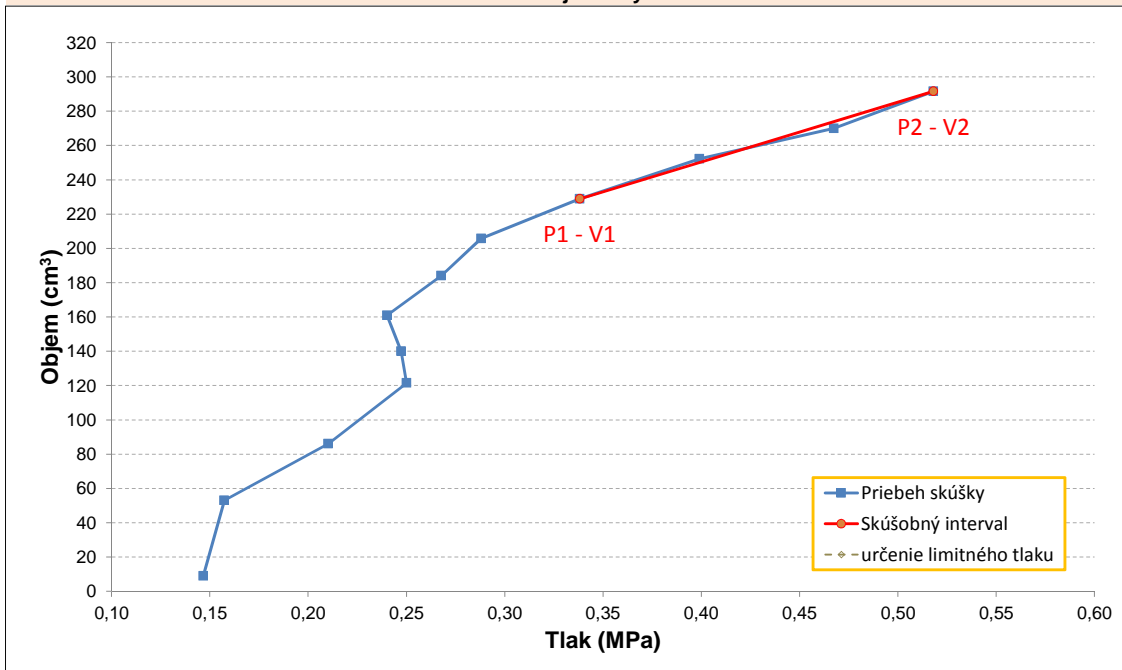
Označenie vrtu: **NT-04** Poissonovo číslo: **0,35**  
**Tektonicky degradovaný ílovec**

Hĺbka skúšky (m): **29,70** Skúšaná hornina: **charakteru ílu s úlomkami - brekcia**

Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **6.5.2016**

Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **8:17**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,073	9,070	0,147	9,0	0,22
0,265	53,314	0,157	53,0	1,27
0,456	86,556	0,210	86,0	2,06
0,668	122,240	0,250	121,5	2,89
0,761	140,898	0,247	140,0	3,33
0,860	161,878	0,240	160,9	3,81
0,999	185,197	0,268	184,0	4,35
1,111	206,989	0,288	205,7	4,85
1,243	230,272	0,338	228,8	5,38
1,369	253,802	0,399	252,2	5,91
1,475	271,634	0,467	269,9	6,32
1,561	293,408	0,518	291,6	6,81

**Výsledky:**
P1 = **0,34** MPaP2 = **0,52** MPaV1 = **228,82** cm<sup>3</sup>V2 = **291,58** cm<sup>3</sup>E<sub>def</sub> = **17,12** MPa
**Poznámky:**
**Priebeh dilatometrickej skúšky DS-006**
Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohýnik**

Číslo prílohy:

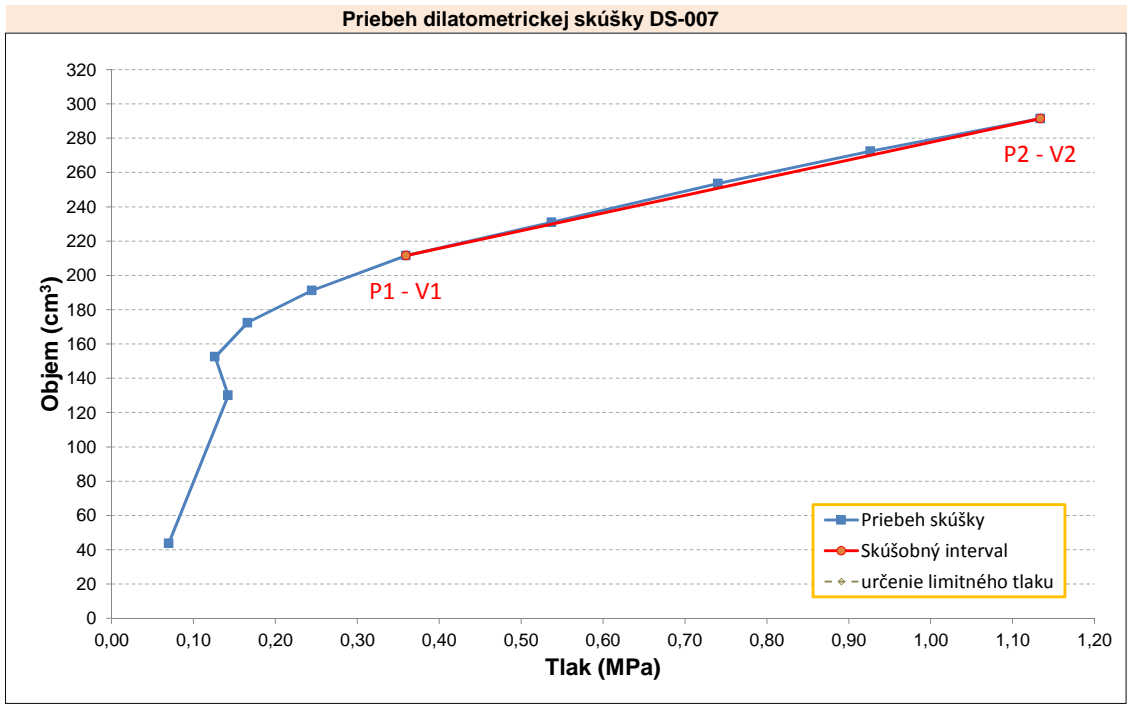
**6.2.6**

Označenie skúšky: **DS-007**                      Hladina podz. vody (m p.t.):                      -  
 Označenie vrtu: **NT-04**                              Poissonovo číslo:                                      **0,35**  
 Hĺbka skúšky (m): **27,70**                              Skúšaná hornina:                                      **Tektonicky degradovaný ílovec  
 charakteru ílu s úločkami -  
 brekcia**  
 Typ sondy: **PROBEX**                                      Dátum realizácie:                                      **6.5.2016**  
 Povlak sondy: **Nylon**                                      Začiatok skúšky:                                      **8:50**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,152	43,892	0,070	43,7	1,05
0,615	130,708	0,142	130,0	3,09
0,714	153,242	0,126	152,4	3,61
0,853	173,298	0,166	172,3	4,07
1,019	192,265	0,245	191,1	4,51
1,217	212,907	<b>0,360</b>	<b>211,5</b>	4,98
1,462	232,609	0,537	230,9	5,43
1,726	255,536	0,741	253,5	5,95
1,951	274,637	0,926	272,4	6,39
2,189	293,978	<b>1,134</b>	<b>291,4</b>	6,82

**Výsledky:**  
 P1 = **0,36**                      **MPa**  
 P2 = **1,13**                      **MPa**  
 V1 = **211,48**                      **cm<sup>3</sup>**  
 V2 = **291,42**                      **cm<sup>3</sup>**  
 E<sub>def</sub> = **57,59**                      **MPa**

**Poznámky:**



Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**  
 Číslo úlohy: **166/2016/ZA**  
 Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**  
 Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy: **6.2.7**

Označenie skúšky:	<b>DS-008</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-04</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,3</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>25,70</b>	Skúšaná hornina:	<b>Porušený úlomkovitý ílovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>6.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>9:20</b>

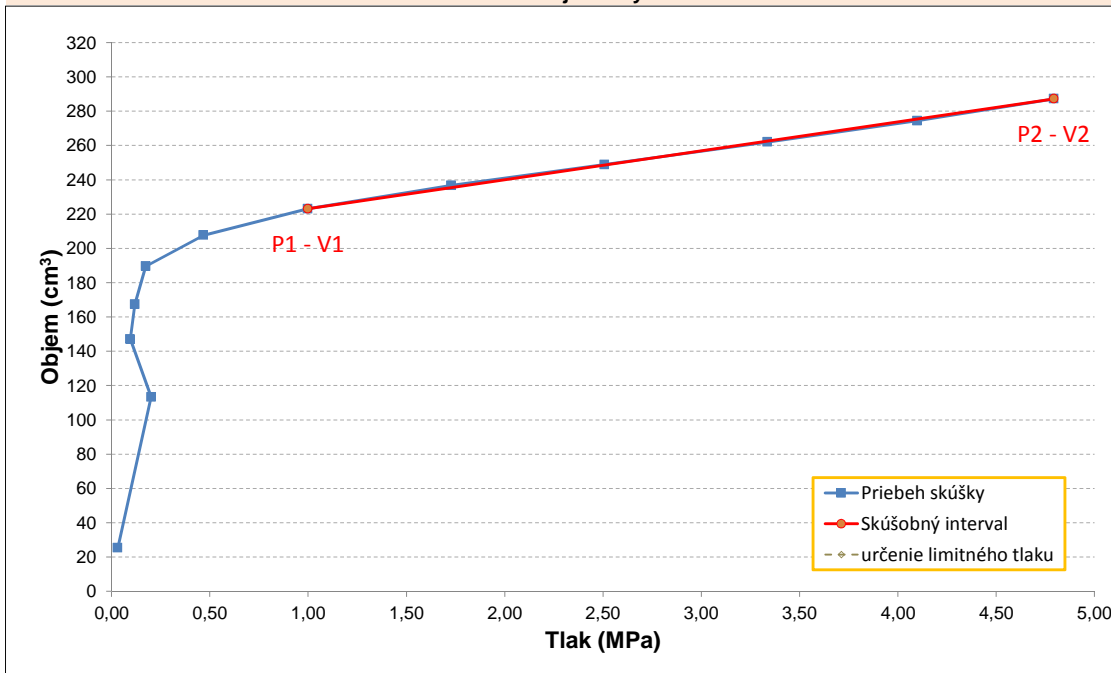
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,053	25,329	0,032	25,3	0,61
0,602	114,053	0,202	113,3	2,70
0,668	147,895	0,096	147,1	3,49
0,794	168,291	0,119	167,4	3,96
0,952	190,647	0,174	189,5	4,47
1,323	209,220	0,468	207,7	4,90
1,911	225,324	<b>0,999</b>	<b>223,1</b>	5,27
2,685	239,798	1,728	236,7	5,60
3,499	252,940	2,507	248,8	5,89
4,358	267,068	3,336	262,0	6,21
5,145	280,435	4,099	274,4	6,52
5,860	294,017	<b>4,793</b>	<b>287,2</b>	6,82

## Výsledky:

P1 =	<b>1,00</b>	<b>MPa</b>
P2 =	<b>4,79</b>	<b>MPa</b>
V1 =	<b>223,09</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
V2 =	<b>287,16</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
E <sub>def</sub> =	<b>339,52</b>	<b>MPa</b>

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-008



Názov úlohy:	<b>Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa</b>
Číslo úlohy:	<b>166/2016/ZA</b>
Realizoval:	<b>Šimek, Stolárík, Gábor, Konkolovský</b>
Vyhodnotil:	<b>Kuvik, Bohyník</b>



Označenie skúšky:	<b>DS-009</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-04</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,3</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>23,70</b>	Skúšaná hornina:	<b>Porušený úlomkovitý ílovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>6.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>9:50</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,013	20,165	0,002	20,1	0,48
0,251	77,551	0,010	77,3	1,84
0,357	96,722	0,029	96,3	2,29
0,476	120,785	0,031	120,2	2,86
0,595	140,441	0,049	139,7	3,31
0,694	161,017	0,044	160,2	3,79
0,939	182,550	0,185	181,5	4,29
1,349	200,754	0,516	199,2	4,71
2,011	216,398	<b>1,117</b>	<b>214,0</b>	5,06
2,804	230,136	1,864	226,9	5,38
3,525	241,695	2,551	237,6	5,64
4,319	254,947	3,311	249,9	5,94
5,099	268,644	4,062	262,7	6,25
5,847	283,272	<b>4,784</b>	<b>276,4</b>	6,58
6,462	298,369	5,377	290,8	6,92

**Výsledky:**

P1 = **1,12**      **MPa**

P2 = **4,78**      **MPa**

V1 = **214,04**    **cm<sup>3</sup>**

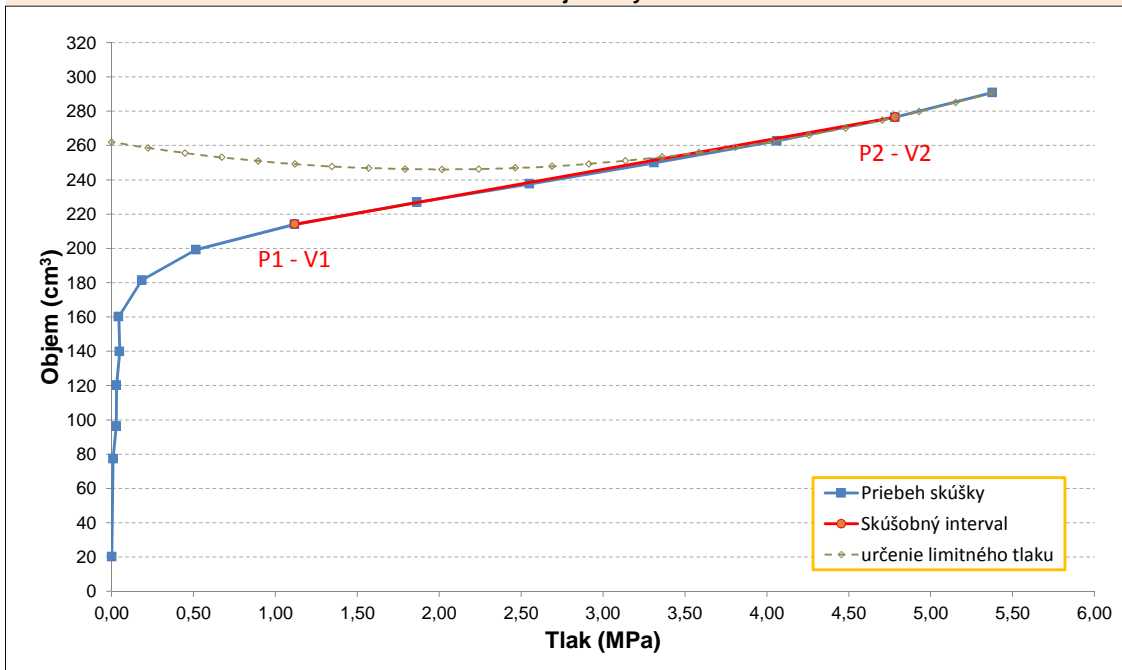
V2 = **276,43**    **cm<sup>3</sup>**

E<sub>def</sub> = **335,49**    **MPa**

$\rho_L$  = **25,98**    **MPa**

**Poznámky:**

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-009



Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

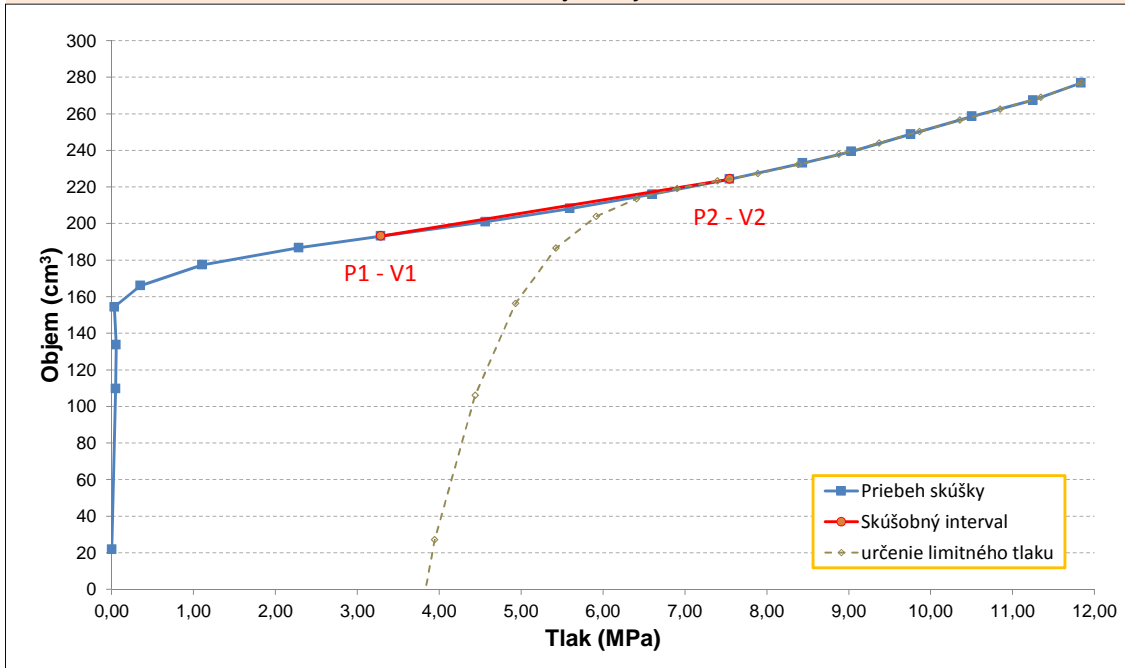
Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**

Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**

Číslo prílohy: **6.2.9**

Označenie skúšky:	<b>DS-010</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-04</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,25</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>21,70</b>	Skúšaná hornina:	<b>Porušený ílovec až siltovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>6.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>10:29</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,033	21,869	0,003	21,8	0,52
0,456	110,301	0,051	109,8	2,61
0,582	134,347	0,056	133,7	3,17
0,668	155,169	0,035	154,4	3,66
1,045	167,262	0,352	166,0	3,94
1,858	179,588	1,107	177,4	4,22
3,089	190,361	2,288	186,7	4,47
4,120	197,907	<b>3,287</b>	<b>193,1</b>	4,64
5,437	207,287	4,565	200,9	4,86
6,501	215,794	5,598	208,2	5,05
7,533	224,779	6,599	216,0	5,25
8,512	234,253	<b>7,548</b>	<b>224,3</b>	5,47
9,431	244,089	8,439	233,0	5,69
10,040	251,076	9,030	239,3	5,85
10,794	261,464	9,760	248,8	6,09
11,561	272,115	10,506	258,6	6,33
12,321	281,813	11,249	267,4	6,55
12,923	291,935	11,836	276,8	6,77

**Výsledky:**P1 = **3,29** MPaP2 = **7,55** MPaV1 = **193,08** cm<sup>3</sup>V2 = **224,29** cm<sup>3</sup> $E_{def}$  = **736,77** MPa $p_L$  = **17,46** MPa**Poznámky:****Priebeh dilatometrickej skúšky DS-010**Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárík, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy:

**6.2.10**

Označenie skúšky:	<b>DS-011</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-09</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,35</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>38,50</b>	Skúšaná hornina:	<b>Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>10.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>14:51</b>

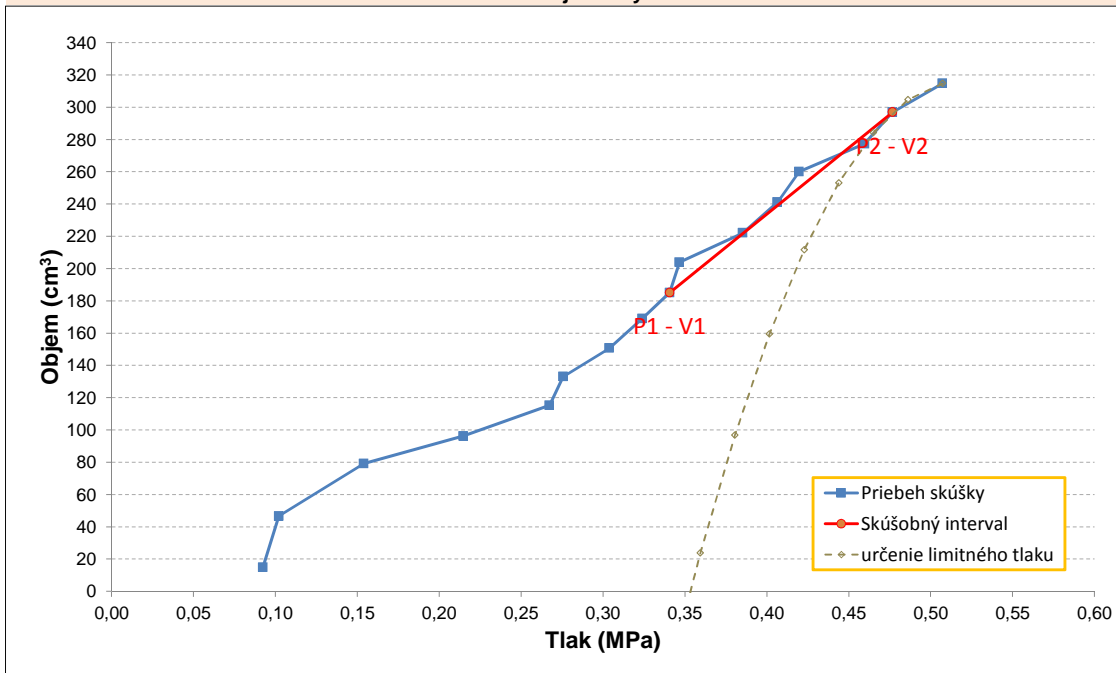
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
-0,007	14,749	0,092	14,8	0,35
0,132	46,730	0,102	46,6	1,11
0,317	79,514	0,154	79,1	1,89
0,456	96,785	0,215	96,3	2,30
0,602	115,909	0,267	115,2	2,74
0,701	133,813	0,276	133,0	3,16
0,820	151,558	0,304	150,6	3,57
0,933	170,089	0,324	169,0	4,00
1,025	186,297	0,341	185,1	4,37
1,111	205,177	0,347	203,9	4,81
1,217	223,469	0,385	222,0	5,22
1,296	242,586	0,406	241,1	5,66
1,356	261,645	0,420	260,1	6,09
1,429	278,936	0,460	277,3	6,48
1,475	298,502	0,477	296,8	6,92
1,528	316,432	0,507	314,6	7,32

## Výsledky:

P1 =	<b>0,34</b>	<b>MPa</b>
P2 =	<b>0,48</b>	<b>MPa</b>
V1 =	<b>185,10</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
V2 =	<b>296,78</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
E <sub>def</sub> =	<b>7,20</b>	<b>MPa</b>
p <sub>L</sub> =	<b>0,59</b>	<b>MPa</b>

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-011

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy:

**6.2.11**

Zhotoviteľ:

**CAD-ECO**CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, Bratislava**VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I**

Označenie skúšky: **DS-012** Hladina podz. vody (m p.t.): -

Označenie vrtu: **NT-09** Poissonovo číslo: **0,25**

Hĺbka skúšky (m): **37,50** Skúšaná hornina: **Rozpukaný ílovec**

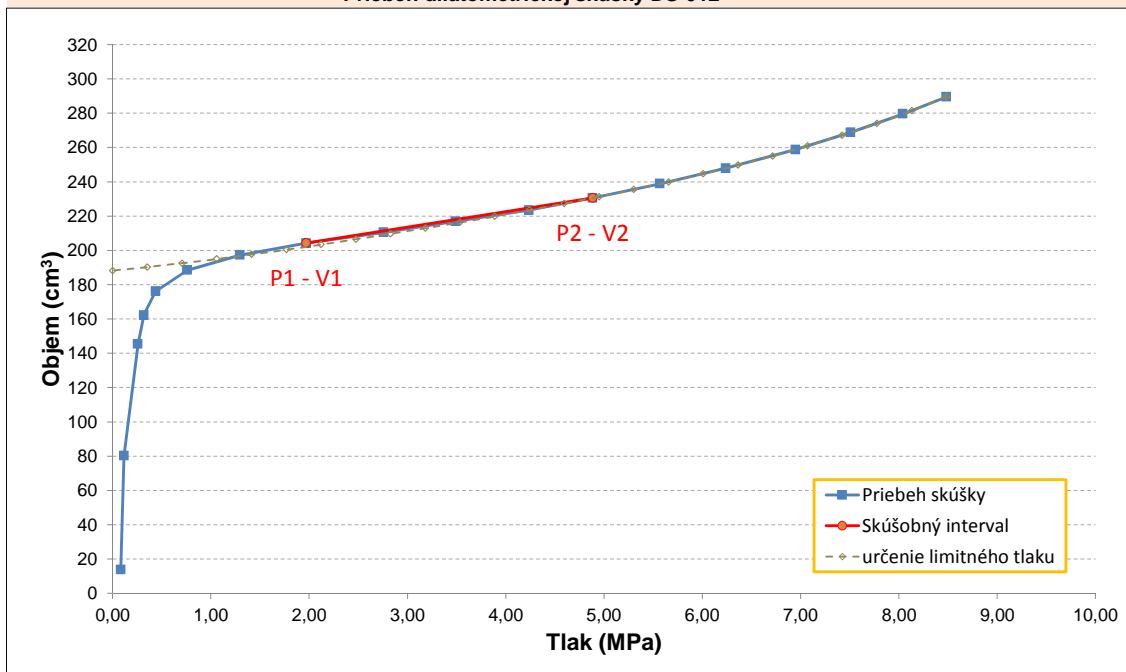
Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **10.5.2016**

Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **15:31**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
-0,013	13,773	0,084	13,8	0,33
0,291	80,526	0,117	80,2	1,91
0,754	146,218	0,259	145,3	3,45
0,900	163,147	0,319	162,1	3,84
1,091	177,470	0,442	176,2	4,17
1,468	190,161	0,761	188,4	4,46
2,044	199,648	1,296	197,3	4,68
2,751	207,476	1,972	204,3	4,86
3,565	214,660	2,758	210,5	5,02
4,325	221,984	3,493	216,9	5,19
5,093	229,401	4,236	223,4	5,36
5,767	237,285	4,886	230,5	5,54
6,475	246,402	5,569	238,8	5,75
7,169	256,280	6,239	247,9	5,97
7,903	267,945	6,949	258,7	6,23
8,485	278,710	7,511	268,8	6,48
9,034	290,077	8,042	279,5	6,73
9,491	300,610	8,484	289,5	6,97

**Výsledky:**P1 = **1,97** MPaP2 = **4,89** MPaV1 = **204,26** cm<sup>3</sup>V2 = **230,53** cm<sup>3</sup>E<sub>def</sub> = **600,94** MPap<sub>L</sub> = **22,23** MPa**Poznámky:**

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-012

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolarík, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**Číslo prílohy: **6.2.12**

Označenie skúšky: **DS-013** Hladina podz. vody (m p.t.): -  
 Označenie vrtu: **NT-09** Poissonovo číslo: **0,25**  
 Hĺbka skúšky (m): **33,00** Skúšaná hornina: **Rozpukaný ílovec**  
 Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **10.5.2016**  
 Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **16:10**

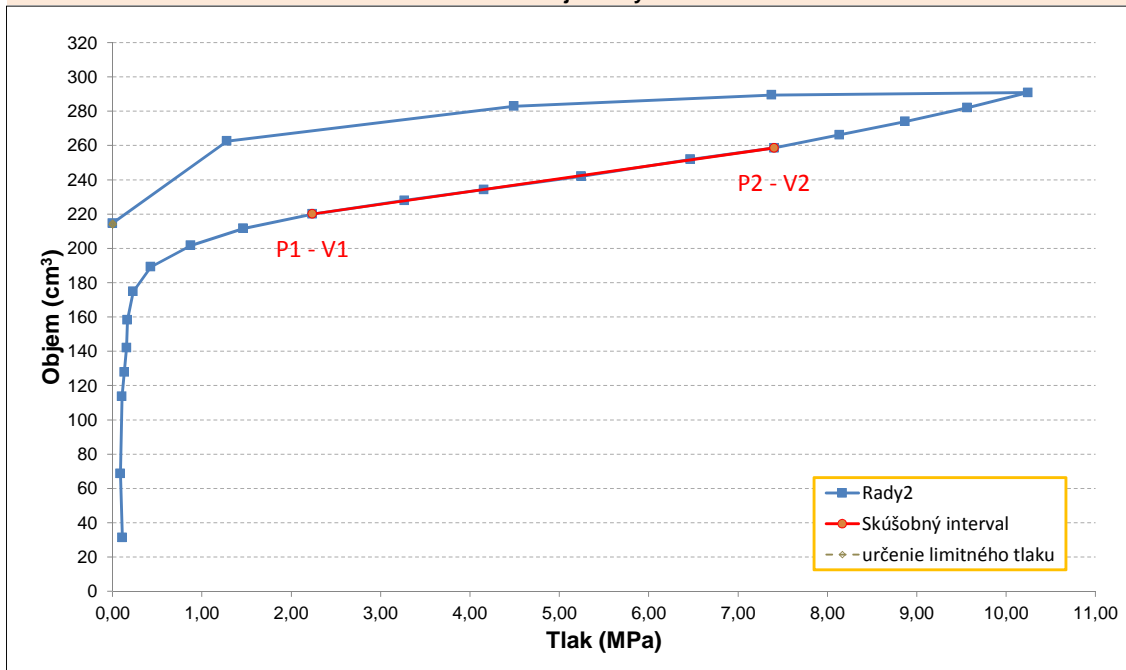
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,112	31,495	0,109	31,4	0,75
0,238	69,022	0,087	68,7	1,64
0,463	114,240	0,105	113,7	2,70
0,562	128,535	0,132	127,9	3,04
0,661	142,806	0,158	142,0	3,37
0,754	159,184	0,167	158,3	3,75
0,900	175,849	0,231	174,8	4,13
1,164	190,603	0,428	189,2	4,47
1,667	203,644	0,876	201,7	4,77
2,295	214,318	1,463	211,6	5,02
3,102	223,661	2,237	220,0	5,23
4,160	232,786	3,266	227,9	5,44
5,073	240,199	4,157	234,3	5,61
6,184	249,259	5,244	242,0	5,81
7,434	260,614	6,468	251,9	6,07
8,386	268,376	7,404	258,6	6,24
9,134	276,852	8,136	266,2	6,43
9,881	285,479	8,869	273,9	6,63
10,589	294,403	9,564	282,0	6,83
11,283	304,019	10,246	290,8	7,05
8,406	299,228	7,375	289,4	6,94
5,509	289,311	4,492	282,9	6,72
2,255	265,211	1,280	262,6	6,17
0,837	215,683	0,000	214,7	5,05

## Výsledky:

P1 = **2,24** MPa  
 P2 = **7,40** MPa  
 V1 = **220,03** cm<sup>3</sup>  
 V2 = **258,56** cm<sup>3</sup>  
 E<sub>def</sub> = **733,96** MPa  
 p<sub>L</sub> = **338,97** MPa

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-013

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárík, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**Číslo prílohy: **6.2.13**

Označenie skúšky: **DS-014** Hladina podz. vody (m p.t.): -  
 Označenie vrtu: **NT-09** Poissonovo číslo: **0,23**  
 Hĺbka skúšky (m): **32,00** Skúšaná hornina: **Kompaktný zdravý ílovec**  
 Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **10.5.2016**  
 Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **17:02**

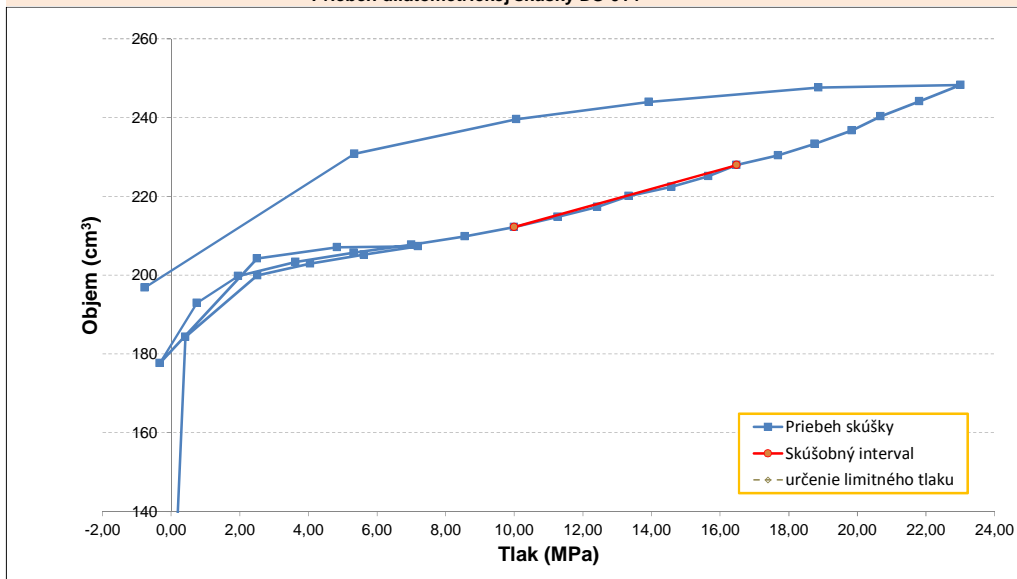
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,000	1,197	0,128	1,2	0,03
0,205	64,288	0,068	64,0	1,53
0,536	125,410	0,115	124,8	2,96
1,138	185,633	0,418	184,3	4,36
3,307	203,767	2,510	199,9	4,77
4,868	208,611	4,052	202,9	4,89
6,448	212,739	5,617	205,2	4,98
8,042	216,749	7,196	207,3	5,07
5,675	213,707	4,839	207,1	5,00
3,320	208,147	2,506	204,3	4,87
0,351	178,074	-0,334	177,7	4,18
1,508	194,683	0,749	192,9	4,57
2,751	202,964	1,958	199,7	4,76
4,438	208,520	3,622	203,3	4,88
6,151	212,882	5,319	205,7	4,98
7,851	216,896	7,004	207,7	5,07
9,418	220,839	8,557	209,8	5,16
10,873	224,941	9,998	212,2	5,26
12,156	228,996	11,268	214,8	5,35
13,327	232,907	12,427	217,3	5,44
14,246	236,782	13,334	220,1	5,53
15,509	240,627	14,587	222,5	5,62
16,594	244,576	15,661	225,2	5,70
17,421	248,320	16,478	227,9	5,79
18,644	252,235	17,691	230,4	5,88
19,722	256,440	18,760	233,4	5,97
20,813	261,071	19,841	236,7	6,08
21,667	265,648	20,684	240,3	6,18
22,804	270,825	21,812	244,1	6,30
24,014	276,377	23,012	248,3	6,42
19,861	270,907	18,868	247,7	6,30
14,901	261,430	13,927	244,0	6,09
11,018	252,512	10,065	239,6	5,88
6,257	238,130	5,341	230,8	5,56
0,000	196,817	-0,768	196,8	4,62

## Výsledky:

P1 = **10,00** MPa  
 P2 = **16,48** MPa  
 V1 = **212,21** cm<sup>3</sup>  
 V2 = **227,93** cm<sup>3</sup>  
 E<sub>def</sub> = **2200,91** MPa

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-014

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy:

**6.2.14**

Zhotoviteľ:

**CADECO**CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, BratislavaVYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I

Označenie skúšky: **DS-015** Hladina podz. vody (m p.t.): -

Označenie vrtu: **NT-09** Poissonovo číslo: **0,23**

Hĺbka skúšky (m): **30,00** Skúšaná hornina: **Kompaktný zdravý ílovec**

Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **10.5.2016**

Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **18:02**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,172	57,810	0,049	57,6	1,38
0,721	142,798	0,200	142,0	3,37
3,228	170,649	2,567	166,9	4,01
7,136	184,390	6,411	176,0	4,33
9,894	193,627	9,128	182,0	4,54
12,970	204,519	12,158	189,3	4,79
16,071	218,109	15,209	199,3	5,10
19,319	235,289	18,400	212,7	5,49
22,301	262,309	21,314	236,2	6,11
24,801	292,194	23,762	263,2	6,78

## Výsledky:

P1 = **2,57** MPa

P2 = **12,16** MPa

V1 = **166,87** cm<sup>3</sup>

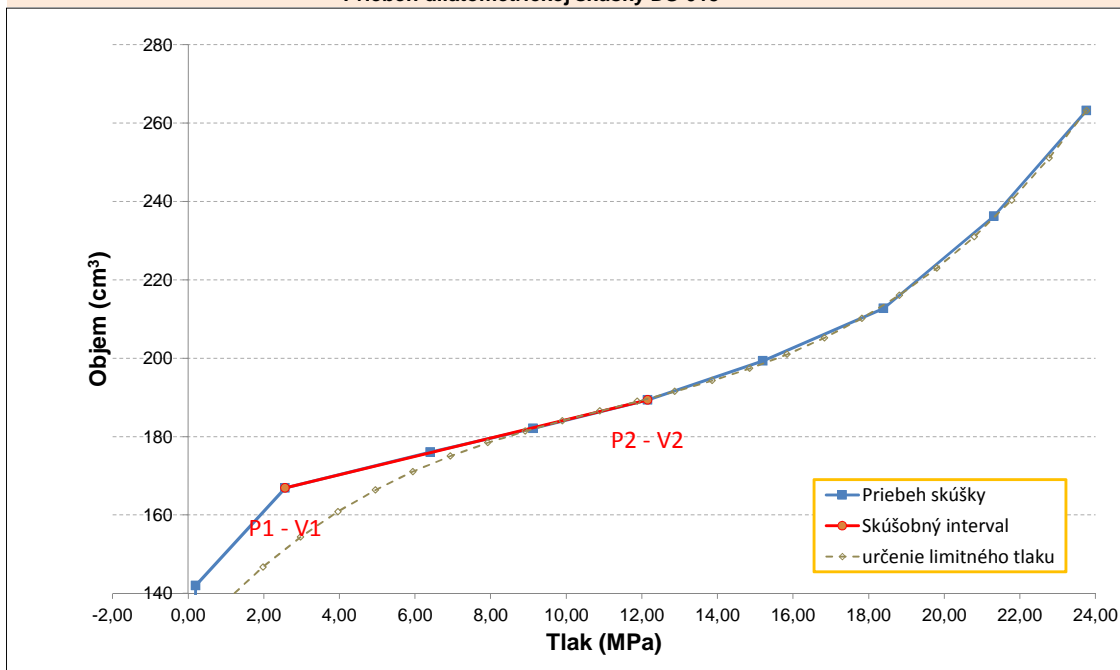
V2 = **189,34** cm<sup>3</sup>

E<sub>def</sub> = **2234,92** MPa

$\rho_L$  = **56,51** MPa

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-015

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy:

**6.2.15**

Zhotoviteľ:



**CAD-ECO a.s.**  
Svätoplukova 28  
821 08, Bratislava

**VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I**

Označenie skúšky:	<b>DS-016</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-09</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,23</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>28,00</b>	Skúšaná hornina:	<b>Kompaktný zdravý ílovec až siltovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>11.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>8:23</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,165	27,198	0,150	27,0	0,65
0,351	81,192	0,118	80,8	1,93
0,549	113,687	0,164	113,0	2,69
0,728	142,887	0,194	142,0	3,37
1,164	168,905	0,500	167,5	3,97
2,467	181,099	1,745	178,2	4,25
4,451	188,575	<b>3,695</b>	<b>183,4</b>	4,43
8,247	198,474	7,449	188,8	4,65
11,210	206,830	10,378	193,7	4,84
14,028	215,913	<b>13,161</b>	<b>199,5</b>	5,05
17,130	226,917	16,225	206,9	5,30
20,397	239,923	19,453	216,0	5,60
23,386	252,695	22,409	225,3	5,89
26,184	267,610	25,174	237,0	6,23

**Výsledky:**

P1 = **3,70** MPa

P2 = **13,16** MPa

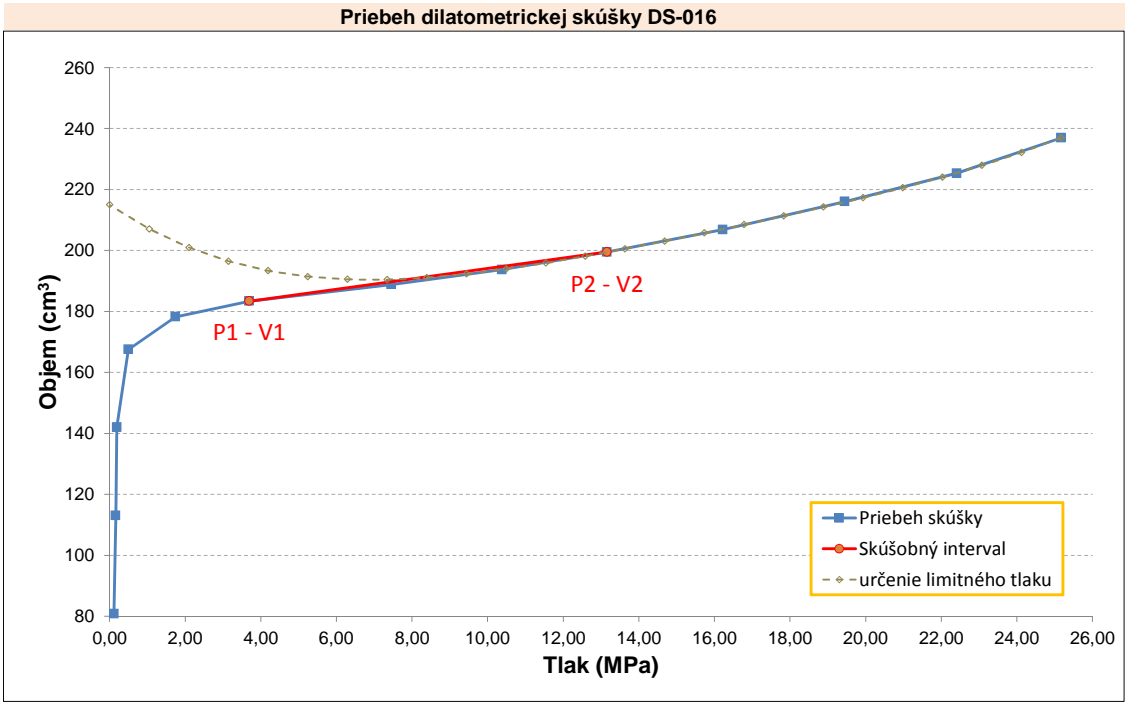
V1 = **183,36** cm<sup>3</sup>

V2 = **199,49** cm<sup>3</sup>

E<sub>def</sub> = **3091,78** MPa

p<sub>L</sub> = **59,86** MPa

**Poznámky:**



Názov úlohy:	<b>Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa</b>
Číslo úlohy:	<b>166/2016/ZA</b>
Realizoval:	<b>Šimek, Stolárík, Gábor, Konkolovský</b>
Vyhodnotil:	<b>Kuvik, Bohník</b>

Číslo prílohy: **6.2.16**



Zhotoviteľ :



CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, Bratislava

VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I

Označenie skúšky:	<b>DS-017</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-09</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,3</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>26,00</b>	Skúšaná hornina:	<b>Porušený rozpučaný ílovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>11.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>8:52</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,007	0,677	0,102	0,7	0,02
0,225	61,123	0,065	60,9	1,46
0,470	108,826	0,097	108,3	2,58
0,648	140,129	0,117	139,4	3,31
0,747	155,639	0,137	154,8	3,67
1,012	174,306	0,310	173,1	4,10
1,455	188,216	0,689	186,5	4,42
2,143	202,369	1,317	199,9	4,74
2,824	215,803	1,946	212,5	5,05
3,618	228,688	2,696	224,5	5,34
5,185	250,667	4,201	244,6	5,84
6,832	270,963	5,804	263,0	6,30
8,419	290,999	7,358	281,1	6,75
9,907	310,884	8,820	299,3	7,20

**Výsledky:**

P1 = **4,20**      **MPa**

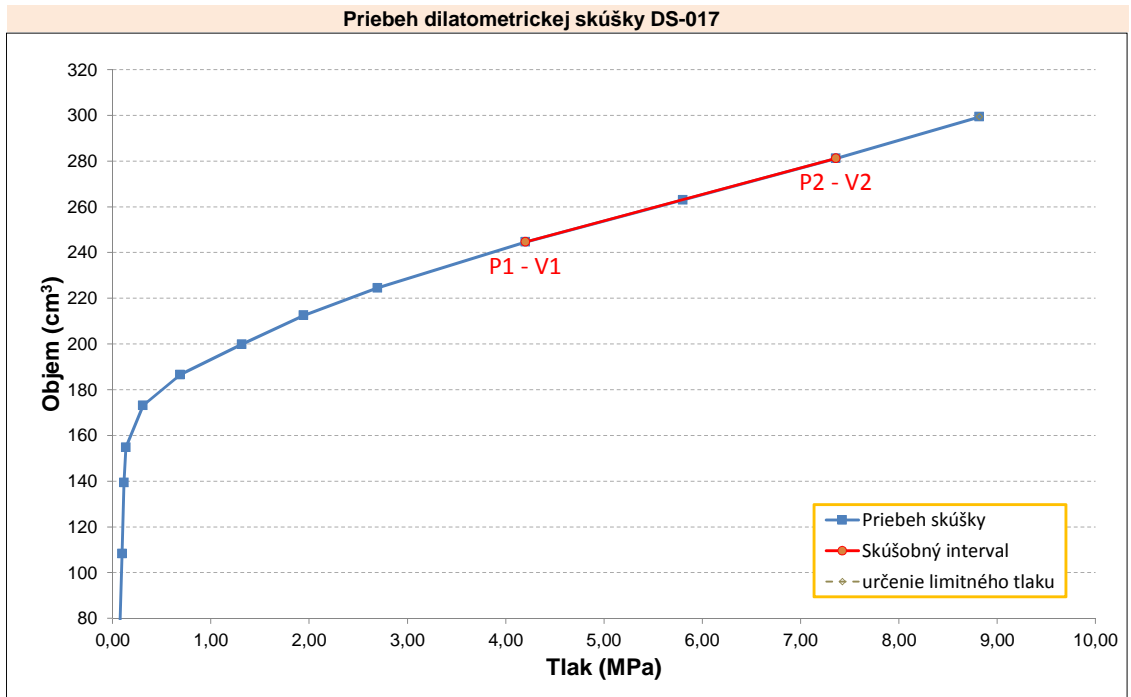
P2 = **7,36**      **MPa**

V1 = **244,60**      **cm<sup>3</sup>**

V2 = **281,14**      **cm<sup>3</sup>**

E<sub>def</sub> = **497,03**      **MPa**

**Poznámky:**



Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**

Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**

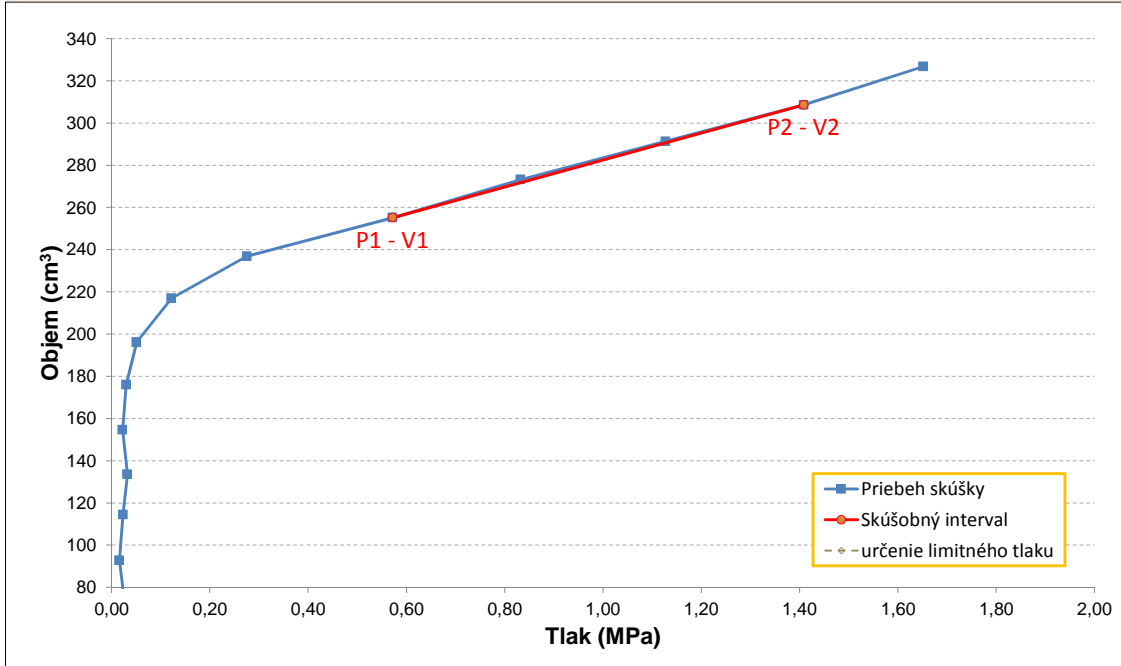
Číslo prílohy: **6.2.17**

Označenie skúšky: **DS-018** Hladina podz. vody (m p.t.): -  
 Označenie vrtu: **NT-09** Poissonovo číslo: **0,3**  
 Hĺbka skúšky (m): **22,00** Skúšaná hornina: **Tektonicky porušený zbridičnatý ilovec**  
 Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **11.5.2016**  
 Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **9:24**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,013	0,664	0,085	0,6	0,02
0,218	61,763	0,033	61,5	1,47
0,337	93,166	0,016	92,8	2,21
0,450	114,957	0,023	114,4	2,72
0,556	134,117	0,032	133,5	3,17
0,655	155,395	0,023	154,6	3,66
0,767	176,840	0,030	175,9	4,16
0,880	197,237	0,051	196,2	4,63
1,032	218,152	0,122	216,9	5,10
1,250	238,305	0,276	236,8	5,56
1,594	256,952	<b>0,572</b>	<b>255,1</b>	5,99
1,892	275,387	0,832	273,2	6,40
2,216	293,890	1,127	291,3	6,82
2,520	311,511	<b>1,409</b>	<b>308,6</b>	7,21
2,784	329,972	1,651	326,7	7,63

**Výsledky:**

P1 = **0,57** **MPa**  
 P2 = **1,41** **MPa**  
 V1 = **255,09** **cm<sup>3</sup>**  
 V2 = **308,56** **cm<sup>3</sup>**  
 E<sub>def</sub> = **90,83** **MPa**  
 ρ<sub>L</sub> = **9,61** **MPa**

**Poznámky:****Priebeh dilatometrickej skúšky DS-018**Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy:

**6.2.18**

Označenie skúšky:	<b>DS-019</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-09</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,3</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>21,00</b>	Skúšaná hornina:	<b>Porušený rozpukaný ílovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>11.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>9:53</b>

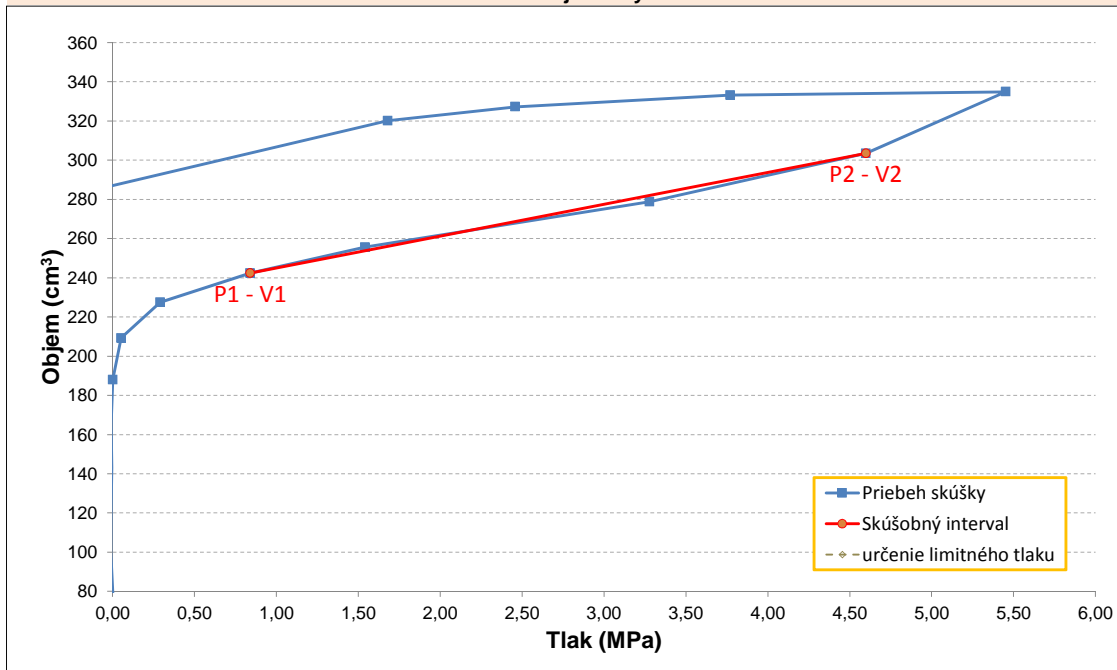
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,040	1,865	0,099	1,8	0,04
0,218	66,256	0,008	66,0	1,58
0,351	100,186	-0,010	99,8	2,38
0,463	122,861	-0,009	122,3	2,91
0,575	143,979	-0,005	143,3	3,40
0,681	165,907	-0,009	165,1	3,90
0,800	188,925	0,002	188,0	4,43
0,939	210,301	0,052	209,2	4,92
1,243	228,923	0,292	227,5	5,35
1,839	244,517	0,841	242,4	5,70
2,573	258,568	1,541	255,6	6,02
4,358	283,886	3,279	278,8	6,59
5,714	310,128	4,599	303,4	7,18
6,607	342,604	5,453	334,9	7,91
4,921	338,939	3,771	333,2	7,83
3,598	331,410	2,457	327,2	7,66
2,811	323,383	1,680	320,1	7,48
-0,007	266,208	-1,054	266,2	6,19

## Výsledky:

P1 =	<b>0,84</b>	<b>MPa</b>
P2 =	<b>4,60</b>	<b>MPa</b>
V1 =	<b>242,36</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
V2 =	<b>303,44</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
E <sub>def</sub> =	<b>355,60</b>	<b>MPa</b>

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-019

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárík, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**Číslo prílohy: **6.2.19**

Označenie skúšky: **DS-020** Hladina podz. vody (m p.t.): -

Označenie vrtu: **NT-09** Poissonovo číslo: **0,35**

Hĺbka skúšky (m): **19,00** Skúšaná hornina: **Silno tektonicky porušený ílovec zbridličnatý**

Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **11.5.2016**

Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **10:32**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,000	0,617	0,055	0,6	0,01
0,179	41,932	0,053	41,7	1,00
0,245	79,729	-0,034	79,4	1,89
0,397	111,314	-0,029	110,8	2,64
0,542	141,813	-0,038	141,2	3,35
0,661	173,328	-0,077	172,6	4,08
0,807	206,756	-0,078	205,8	4,84
0,972	239,843	-0,024	238,7	5,60
1,118	270,341	0,050	269,0	6,29
1,290	299,189	<b>0,177</b>	<b>297,7</b>	6,94
1,528	330,930	<b>0,376</b>	<b>329,1</b>	7,65

## Výsledky:

P1 = **0,18** MPa

P2 = **0,38** MPa

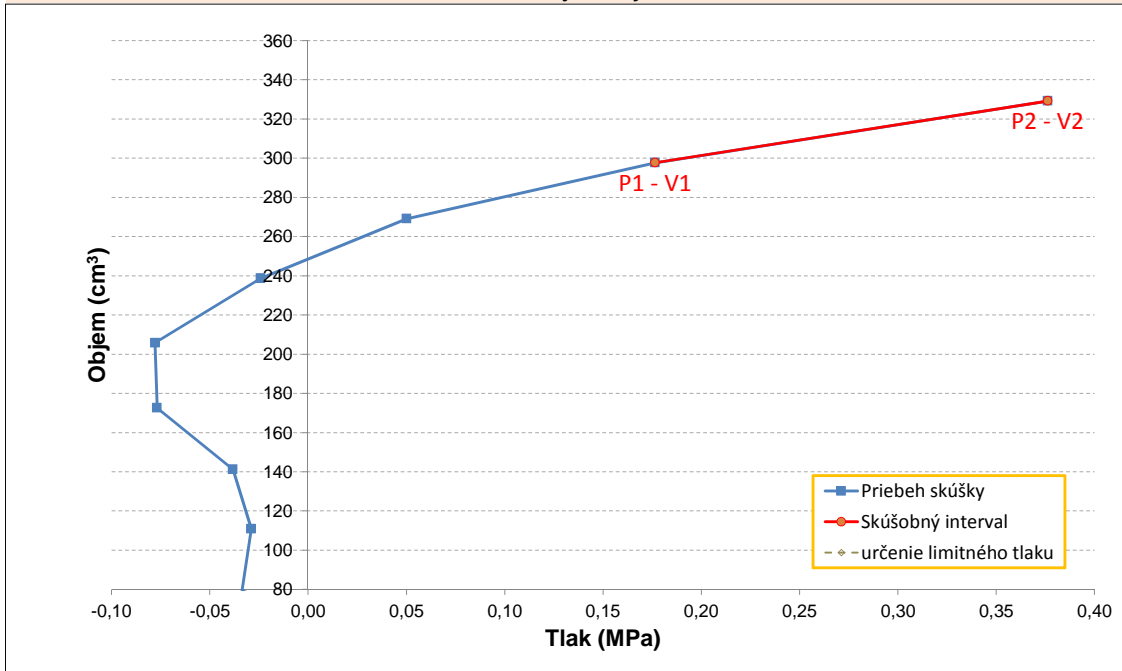
V1 = **297,68** cm<sup>3</sup>

V2 = **329,14** cm<sup>3</sup>

E<sub>def</sub> = **38,78** MPa

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-020



Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**

Vyhodnotil: **Kuvik, Bohýnik**

Číslo prílohy: **6.2.20**

Označenie skúšky: **DS-021** Hladina podz. vody (m p.t.): -

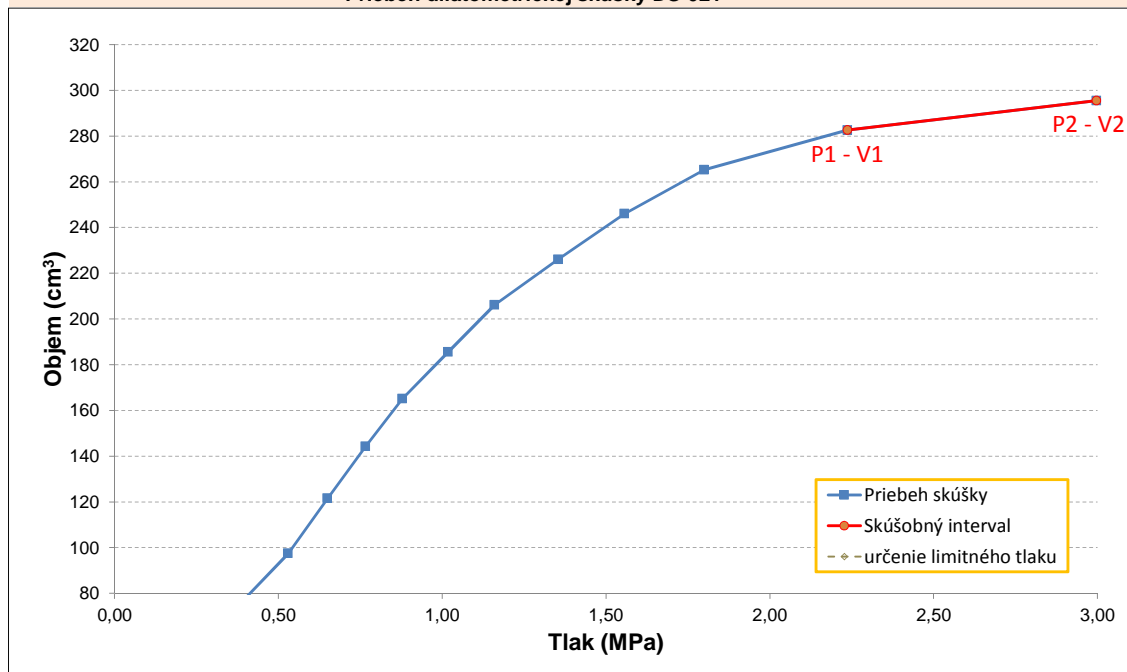
Označenie vrtu: **NT-10** Poissonovo číslo: **0,3**

Hĺbka skúšky (m): **43,10** Skúšaná hornina: **Tektonicky porušený bridličnatý ílovec**

Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **23.5.2016**

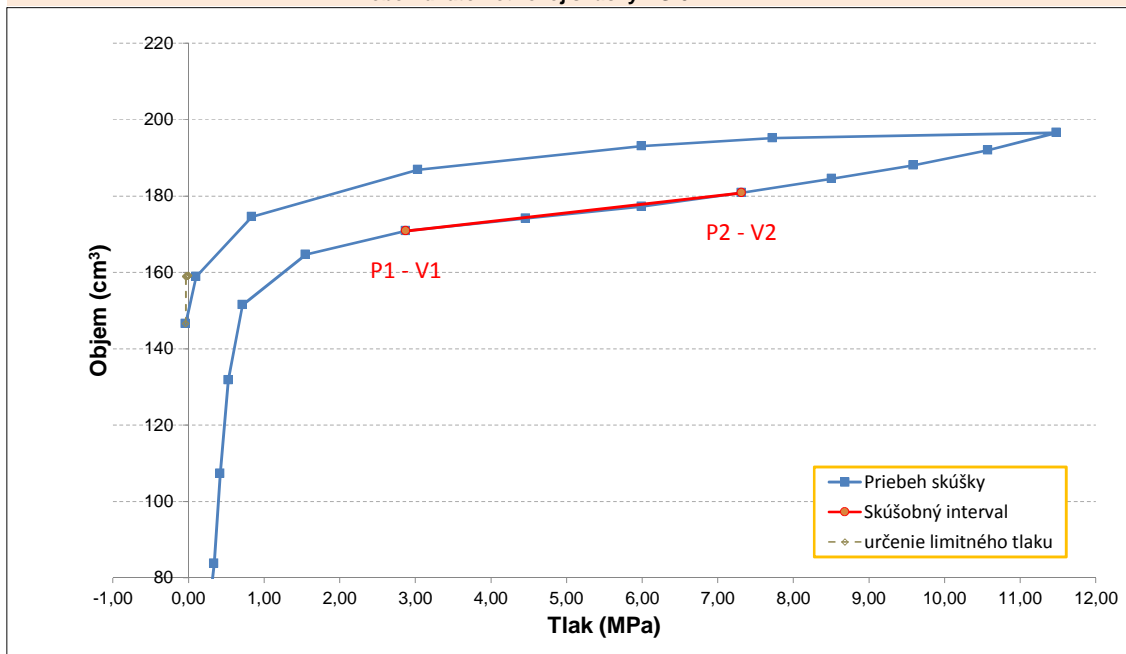
Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **11:53**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,020	28,132	0,110	28,1	0,67
0,370	72,540	0,360	72,1	1,73
0,628	98,197	0,530	97,5	2,33
0,853	122,503	0,650	121,5	2,90
1,078	145,550	0,766	144,3	3,43
1,290	166,611	0,879	165,1	3,92
1,521	187,356	1,018	185,6	4,40
1,746	208,210	1,160	206,2	4,88
2,011	228,364	1,354	226,0	5,34
2,275	248,633	1,556	246,0	5,80
2,573	268,247	1,800	265,2	6,24
3,056	286,187	2,237	282,6	6,65
3,849	299,972	2,997	295,5	6,95

**Výsledky:**P1 = **2,24** MPaP2 = **3,00** MPaV1 = **282,61** cm<sup>3</sup>V2 = **295,47** cm<sup>3</sup>E<sub>def</sub> = **344,04** MPa**Poznámky:****Priebeh dilatometrickej skúšky DS-021**Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárík, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohýnik**Číslo prílohy: **6.2.21**

Označenie skúšky: **DS-022**                      Hladina podz. vody (m p.t.): **-**  
 Označenie vrtu: **NT-10**                              Poissonovo číslo: **0,23**  
 Hĺbka skúšky (m): **41,50**                            Skúšaná hornina: **Kompaktný zdravý ílovec**  
 Typ sondy: **PROBEX**                                 Dátum realizácie: **23.5.2016**  
 Povlak sondy: **Nylon**                                Začiatok skúšky: **12:20**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
-0,007	35,479	0,059	35,5	0,85
0,397	84,210	0,341	83,7	2,00
0,569	108,008	0,421	107,3	2,56
0,787	132,711	0,527	131,8	3,13
1,071	152,725	0,716	151,5	3,60
1,971	166,941	1,549	164,6	3,93
3,333	174,709	<b>2,876</b>	<b>170,8</b>	4,11
4,940	179,860	4,460	174,1	4,23
6,495	184,834	5,993	177,2	4,34
7,837	189,970	<b>7,314</b>	<b>180,8</b>	4,46
9,054	195,060	8,510	184,5	4,58
10,152	199,935	9,588	188,1	4,69
11,157	205,019	10,574	192,0	4,80
12,083	210,684	11,479	196,5	4,93
8,307	204,870	7,724	195,1	4,80
6,561	200,718	5,994	193,0	4,70
3,565	191,023	3,037	186,9	4,48
1,303	176,084	0,839	174,6	4,14
0,489	159,398	0,103	158,8	3,75
0,291	146,905	-0,037	146,6	3,46

**Výsledky:**P1 = **2,88**        **MPa**P2 = **7,31**        **MPa**V1 = **170,81**      **cm<sup>3</sup>**V2 = **180,80**      **cm<sup>3</sup>** $E_{def}$  = **2323,33**    **MPa****Poznámky:****Priebeh dilatometrickej skúšky DS-022**Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolvský**Vyhodnotil: **Kuvík, Bohyník**

Číslo prílohy:

**6.2.22**

Označenie skúšky:	<b>DS-023</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-10</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,3</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>40,00</b>	Skúšaná hornina:	<b>Tektonicky porušený zbridičnatý ilovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>23.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>12:56</b>

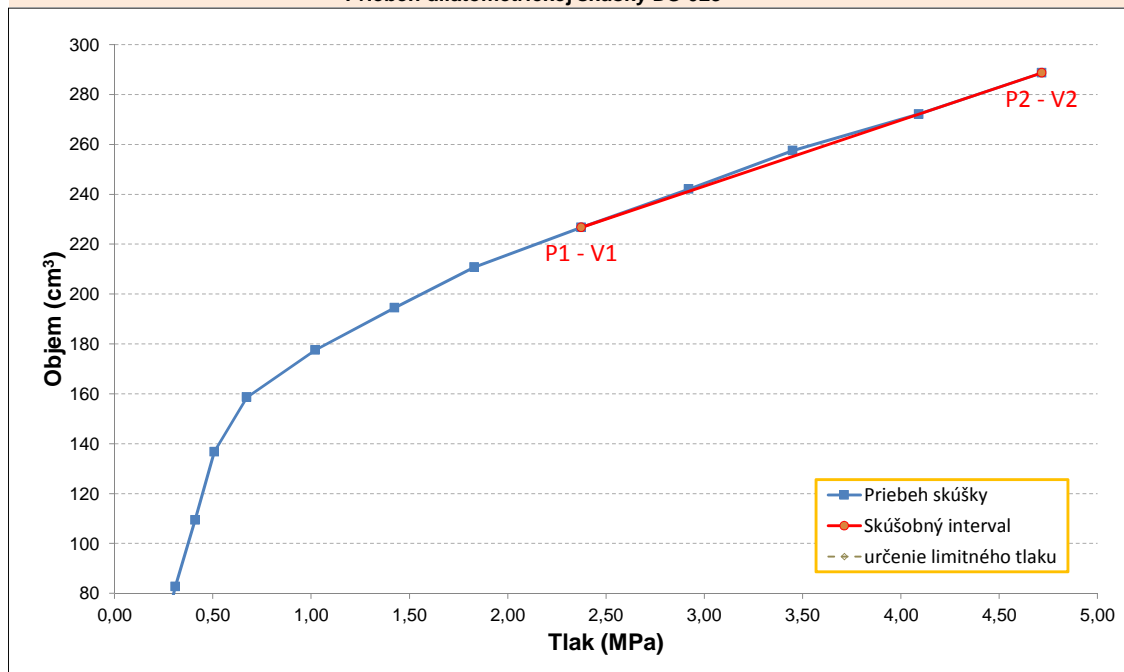
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,099	33,726	0,159	33,6	0,81
0,370	83,082	0,309	82,6	1,97
0,575	110,042	0,410	109,4	2,61
0,800	137,679	0,508	136,7	3,25
1,071	159,872	0,674	158,6	3,76
1,508	179,286	1,022	177,5	4,21
1,984	196,707	1,424	194,4	4,61
2,454	213,573	1,830	210,7	5,00
3,056	230,267	2,375	226,7	5,38
3,651	246,283	2,921	242,0	5,74
4,226	262,413	3,451	257,5	6,11
4,907	277,859	4,092	272,1	6,46
5,575	295,183	4,717	288,7	6,85

## Výsledky:

P1 =	<b>2,37</b>	<b>MPa</b>
P2 =	<b>4,72</b>	<b>MPa</b>
V1 =	<b>226,69</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
V2 =	<b>288,66</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
E <sub>def</sub> =	<b>216,94</b>	<b>MPa</b>

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-023

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárík, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohýnik**Číslo prílohy: **6.2.23**

Označenie skúšky:	<b>DS-024</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-10</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,35</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>39,00</b>	Skúšaná hornina:	<b>Tektonicky porušený zbridičnatý ílovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>23.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>13:24</b>

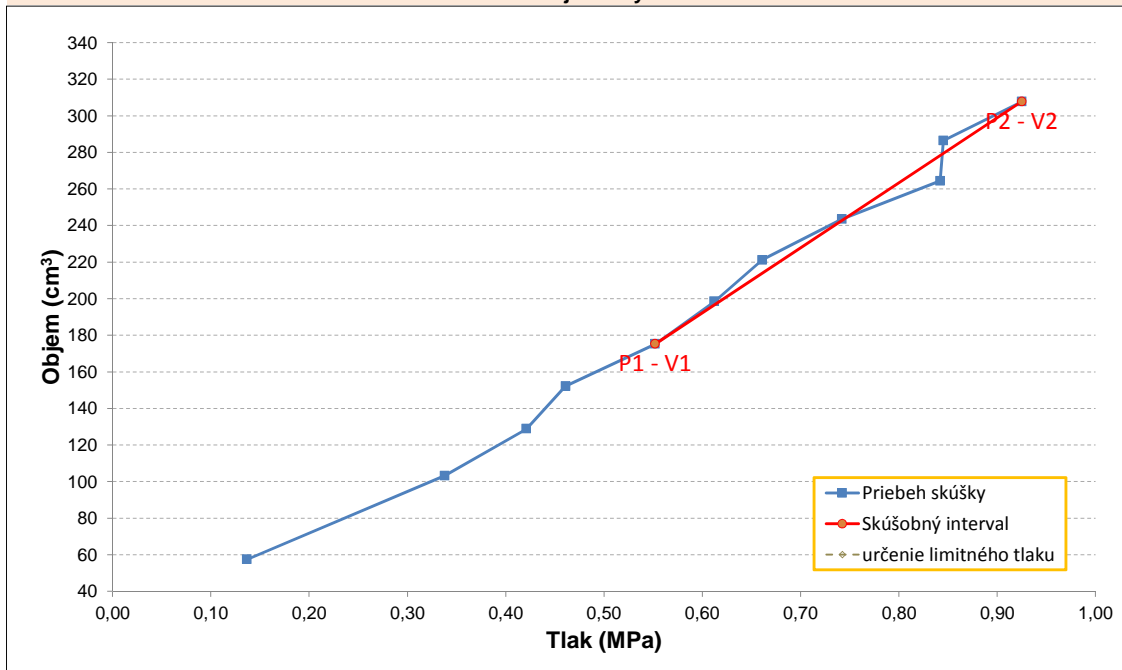
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,132	57,663	0,137	57,5	1,37
0,483	103,742	0,338	103,2	2,46
0,681	129,602	0,421	128,8	3,06
0,833	153,195	0,461	152,2	3,61
1,032	176,448	<b>0,552</b>	<b>175,2</b>	4,15
1,191	199,902	0,612	198,5	4,69
1,323	222,697	0,661	221,1	5,21
1,475	245,157	0,742	243,4	5,72
1,634	266,263	0,842	264,4	6,20
1,693	288,328	0,845	286,3	6,69
1,825	309,899	<b>0,925</b>	<b>307,8</b>	7,18

## Výsledky:

P1 =	<b>0,55</b>	<b>MPa</b>
P2 =	<b>0,93</b>	<b>MPa</b>
V1 =	<b>175,24</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
V2 =	<b>307,76</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
E <sub>def</sub> =	<b>16,65</b>	<b>MPa</b>

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-024

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolarík, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**Číslo prílohy: **6.2.24**



Označenie skúšky:	<b>DS-025</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-10</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,3</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>38,00</b>	Skúšaná hornina:	<b>Tektonicky porušený zbridičnatý ilovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>23.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>14:06</b>

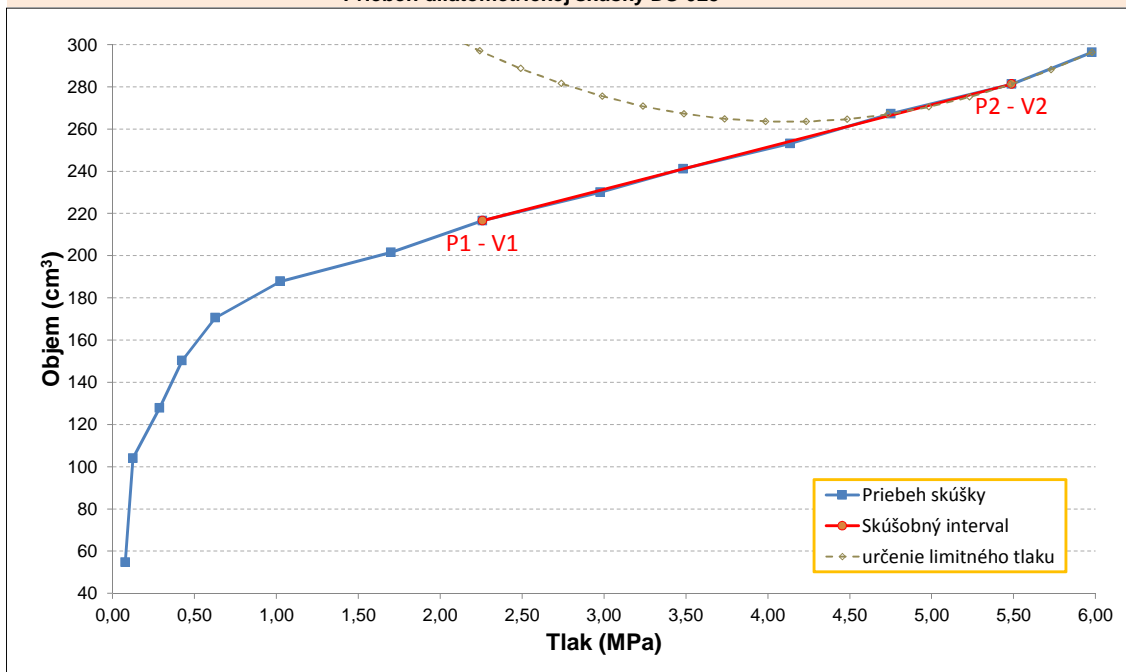
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,073	54,757	0,078	54,7	1,31
0,278	104,258	0,125	103,9	2,47
0,549	128,451	0,288	127,8	3,04
0,794	151,178	0,425	150,2	3,56
1,091	171,792	0,627	170,5	4,04
1,567	189,643	1,025	187,8	4,45
2,302	204,211	1,701	201,5	4,78
2,917	219,947	<b>2,258</b>	<b>216,5</b>	5,14
3,684	234,328	2,978	230,0	5,47
4,226	246,085	3,485	241,1	5,74
4,914	258,871	4,136	253,1	6,03
5,569	273,722	4,752	267,2	6,36
6,343	288,665	<b>5,488</b>	<b>281,2</b>	6,70
6,872	304,379	5,979	296,3	7,05

## Výsledky:

P1 = **2,26** MPaP2 = **5,49** MPaV1 = **216,53** cm<sup>3</sup>V2 = **281,24** cm<sup>3</sup>E<sub>def</sub> = **285,34** MPa $\rho_L$  = **19,50** MPa

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-025



Názov úlohy:	<b>Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa</b>
Číslo úlohy:	<b>166/2016/ZA</b>
Realizoval:	<b>Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský</b>
Vyhodnotil:	<b>Kuvik, Bohyník</b>

Číslo prílohy: **6.2.25**

Označenie skúšky:	<b>DS-026</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-10</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,3</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>36,00</b>	Skúšaná hornina:	<b>Tektonicky porušený zbridičnatý ilovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>23.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>14:38</b>

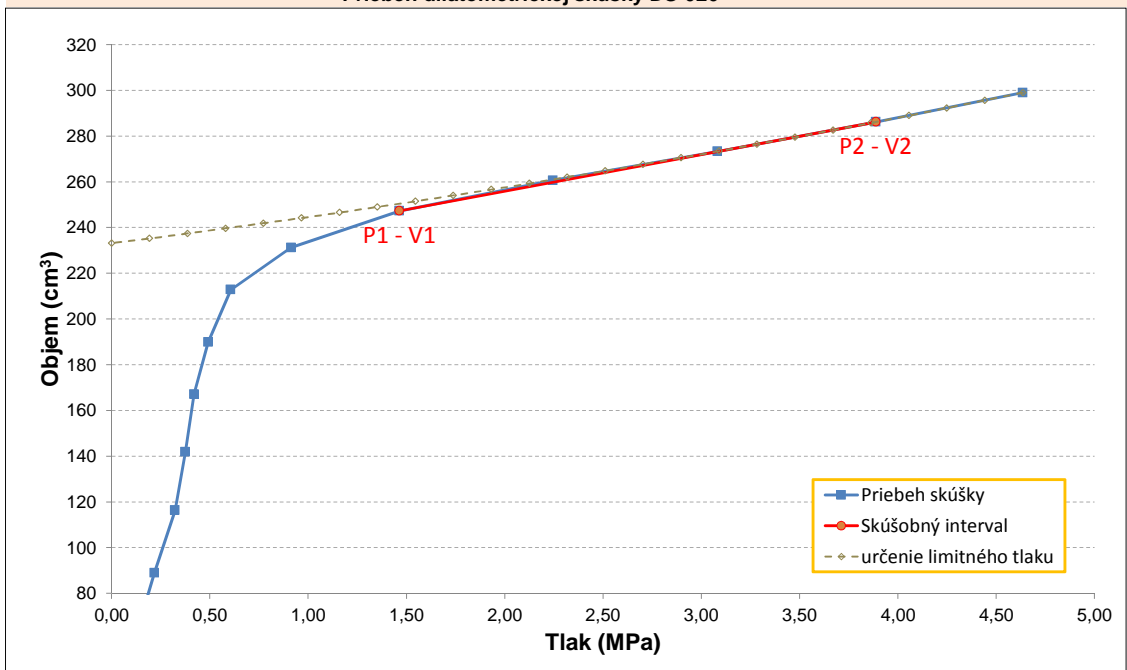
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,000	35,351	0,034	35,4	0,84
0,324	89,287	0,218	88,9	2,12
0,542	116,974	0,323	116,3	2,77
0,714	142,628	0,375	141,8	3,37
0,880	168,138	0,420	167,1	3,96
1,052	191,063	0,492	189,8	4,48
1,257	214,263	0,607	212,8	5,01
1,627	233,112	0,913	231,2	5,44
2,229	249,864	1,465	247,3	5,82
3,049	264,179	2,245	260,6	6,15
3,922	277,886	3,083	273,3	6,46
4,762	291,734	3,888	286,2	6,77
5,542	305,459	4,635	299,0	7,08

## Výsledky:

P1 = **1,46** MPaP2 = **3,89** MPaV1 = **247,26** cm<sup>3</sup>V2 = **286,16** cm<sup>3</sup>E<sub>def</sub> = **358,99** MPa $\rho_L$  = **49,02** MPa

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-026

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**

Číslo prílohy:

**6.2.26**

Označenie skúšky:	<b>DS-027</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-10</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,3</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>32,00</b>	Skúšaná hornina:	<b>Porušený rozpušaný ílovec s laminami pieskovca</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>23.5.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>15:12</b>

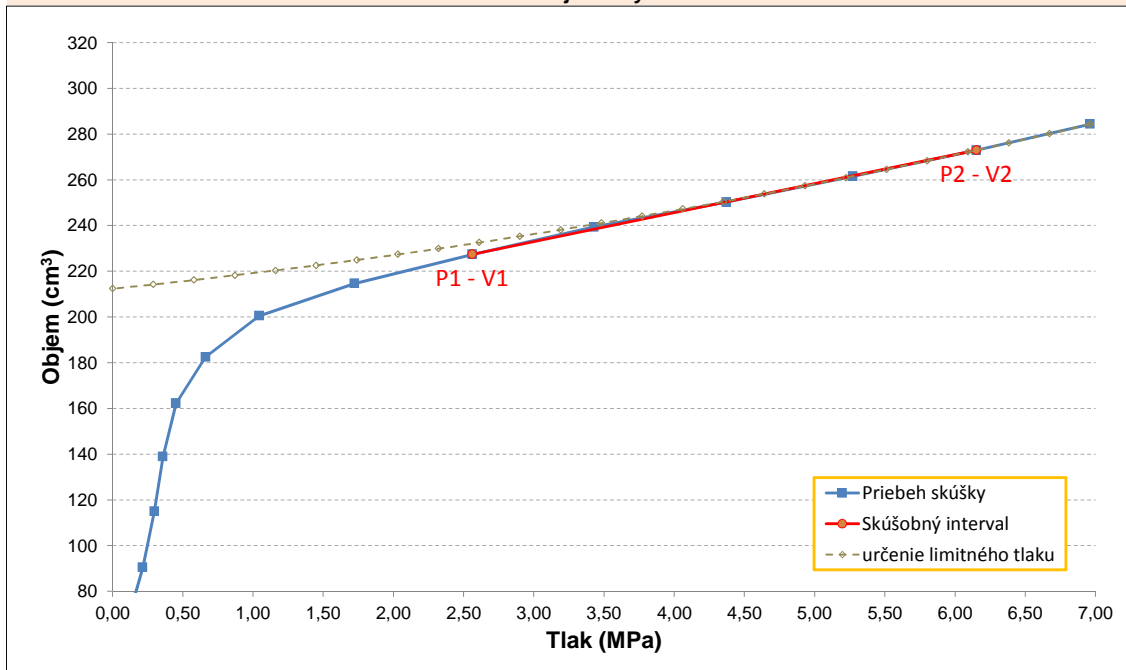
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,020	45,900	0,009	45,9	1,10
0,351	90,854	0,215	90,4	2,16
0,536	115,670	0,299	115,0	2,74
0,708	139,734	0,359	138,9	3,30
0,913	163,306	0,452	162,2	3,84
1,217	183,915	0,664	182,5	4,32
1,673	202,409	1,044	200,5	4,74
2,407	217,464	1,723	214,6	5,09
3,294	231,238	2,563	227,4	5,40
4,200	244,234	3,429	239,3	5,70
5,179	256,311	4,373	250,2	5,97
6,111	268,638	5,272	261,5	6,25
7,024	281,178	6,153	273,0	6,53
7,864	293,531	6,962	284,3	6,81

**Výsledky:**

P1 =	<b>2,56</b>	<b>MPa</b>
P2 =	<b>6,15</b>	<b>MPa</b>
V1 =	<b>227,38</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
V2 =	<b>272,96</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
$E_{def}$ =	<b>450,64</b>	<b>MPa</b>
$p_L$ =	<b>57,19</b>	<b>MPa</b>

**Poznámky:**

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-027


 Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

 Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

 Realizoval: **Šimek, Stolárik, Gábor, Konkolovský**

 Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

 Číslo prílohy: **6.2.27**

Zhotoviteľ :



**CAD-ECO a.s.**  
 Svätoplukova 28  
 821 08, Bratislava

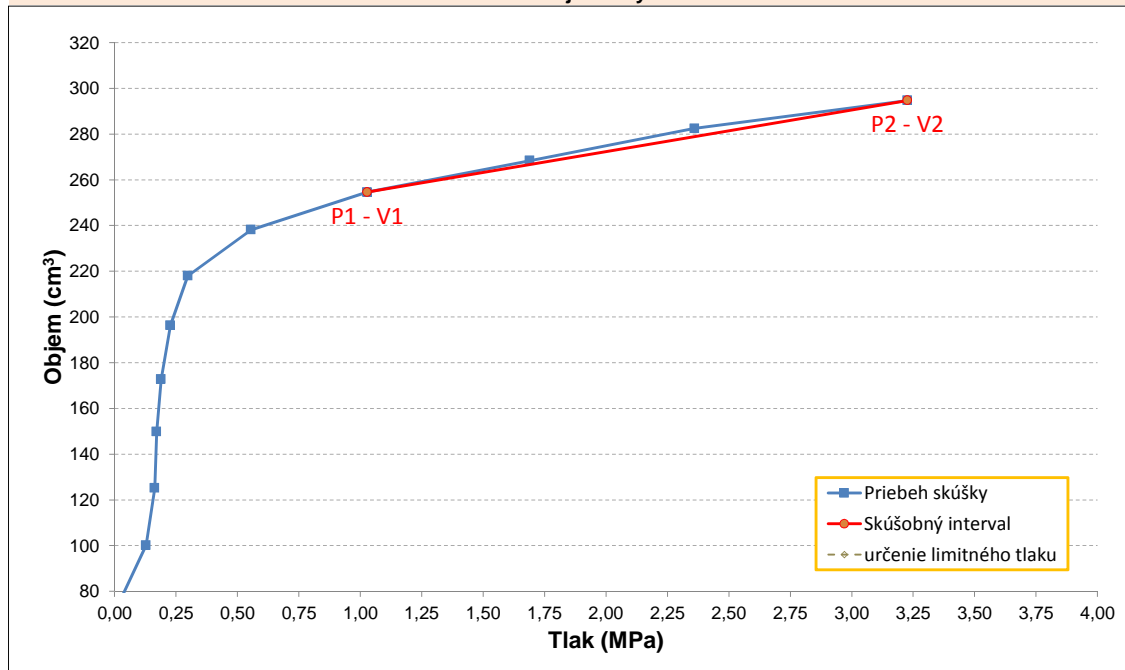
**VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
 PROBEX I**

Označenie skúšky: **DS-028** Hladina podz. vody (m p.t.): **-**  
 Označenie vrtu: **NT-10** Poissonovo číslo: **0,3**  
 Hĺbka skúšky (m): **23,50** Skúšaná hornina: **Tektonicky porušenýšupinkovitý ilovec**  
 Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **23.5.2016**  
 Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **15:45**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,013	55,297	-0,067	55,3	1,32
0,351	100,579	0,128	100,2	2,38
0,496	125,773	0,163	125,2	2,97
0,622	150,519	0,172	149,8	3,55
0,747	173,626	0,190	172,8	4,08
0,886	197,356	0,227	196,3	4,63
1,038	219,162	0,298	217,9	5,13
1,362	239,737	0,555	238,1	5,60
1,885	256,797	1,028	254,6	5,98
2,586	271,435	1,690	268,4	6,31
3,294	286,278	2,360	282,4	6,65
4,193	299,589	3,227	294,7	6,95

**Výsledky:**

P1 = **1,03**    **MPa**  
 P2 = **3,23**    **MPa**  
 V1 = **254,59**    **cm<sup>3</sup>**  
 V2 = **294,68**    **cm<sup>3</sup>**  
 $E_{\text{def}}$  = **317,23**    **MPa**

**Poznámky:****Priebeh dilatometrickej skúšky DS-028**

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

Realizoval: **Šimek, Stolarík, Gábor, Konkolovský**

Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**

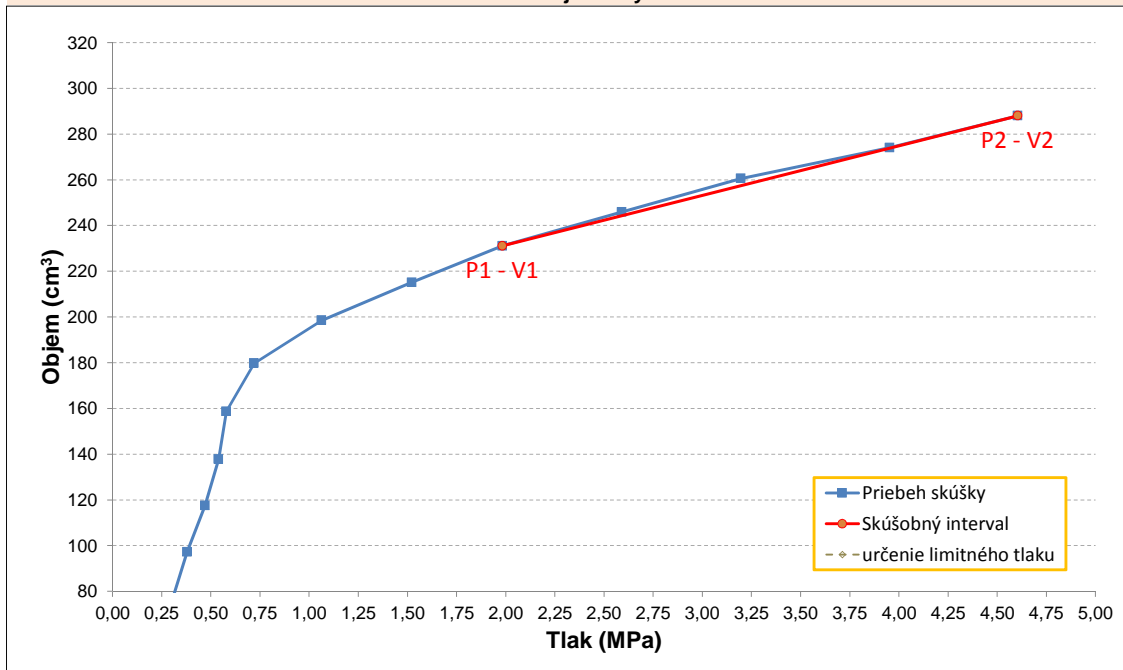
Číslo prílohy: **6.2.28**

Označenie skúšky:	<b>DS-029</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-08</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,30</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>38,50</b>	Skúšaná hornina:	<b>Tektonicky porušený zbridičnatý ílovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>1.6.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>12:38</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
-0,013	5,111	0,117	5,1	0,12
0,106	31,530	0,162	31,4	0,75
0,357	77,190	0,306	76,8	1,84
0,503	97,750	0,379	97,2	2,32
0,681	118,238	0,471	117,4	2,80
0,847	138,804	0,540	137,8	3,28
0,985	159,846	0,579	158,7	3,76
1,224	181,189	0,720	179,8	4,26
1,647	200,438	1,064	198,5	4,70
2,169	217,619	1,522	215,1	5,09
2,685	234,207	1,983	231,1	5,47
3,340	249,785	2,591	245,9	5,82
3,988	265,226	3,196	260,6	6,17
4,782	279,622	3,953	274,0	6,50
5,470	294,343	4,604	287,9	6,83

**Výsledky:**

P1 = **1,98** MPa  
 P2 = **4,60** MPa  
 V1 = **231,06** cm<sup>3</sup>  
 V2 = **287,94** cm<sup>3</sup>  
 E<sub>def</sub> = **264,75** MPa

**Poznámky:**
**Priebeh dilatometrickej skúšky DS-029**

 Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

 Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

 Realizoval: **Šimek, Stolárík, Borovský**

 Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy:

**6.2.29**

Označenie skúšky: **DS-030** Hladina podz. vody (m p.t.): -

Označenie vrtu: **NT-08** Poissonovo číslo: **0,30**

Hĺbka skúšky (m): **36,00** Skúšaná hornina: **Rozpukaný ílovec**

Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **1.6.2016**

Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **13:12**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
-0,007	42,908	0,012	42,9	1,02
0,370	84,447	0,281	84,0	2,01
0,562	109,749	0,374	109,1	2,60
0,761	131,786	0,473	130,9	3,11
1,118	151,530	0,736	150,2	3,57
2,077	164,732	1,633	162,3	3,88
3,605	172,222	3,126	168,0	4,05
5,231	178,637	4,725	172,5	4,20
6,872	184,687	6,338	176,6	4,34
8,366	190,393	7,809	180,6	4,47
9,682	196,120	9,102	184,8	4,60
10,880	200,949	10,280	188,2	4,71
11,991	205,347	11,374	191,3	4,81
13,128	209,611	12,495	194,2	4,91
13,942	213,750	13,294	197,4	5,00
15,218	217,738	14,556	199,9	5,09
16,217	221,831	15,540	202,8	5,19
17,083	225,820	16,393	205,8	5,28
18,055	229,740	17,353	208,6	5,37
19,054	233,804	18,338	211,5	5,46
19,907	238,197	19,178	214,9	5,56
20,866	242,681	20,123	218,3	5,66

## Výsledky:

P1 = **7,81** MPa

P2 = **19,18** MPa

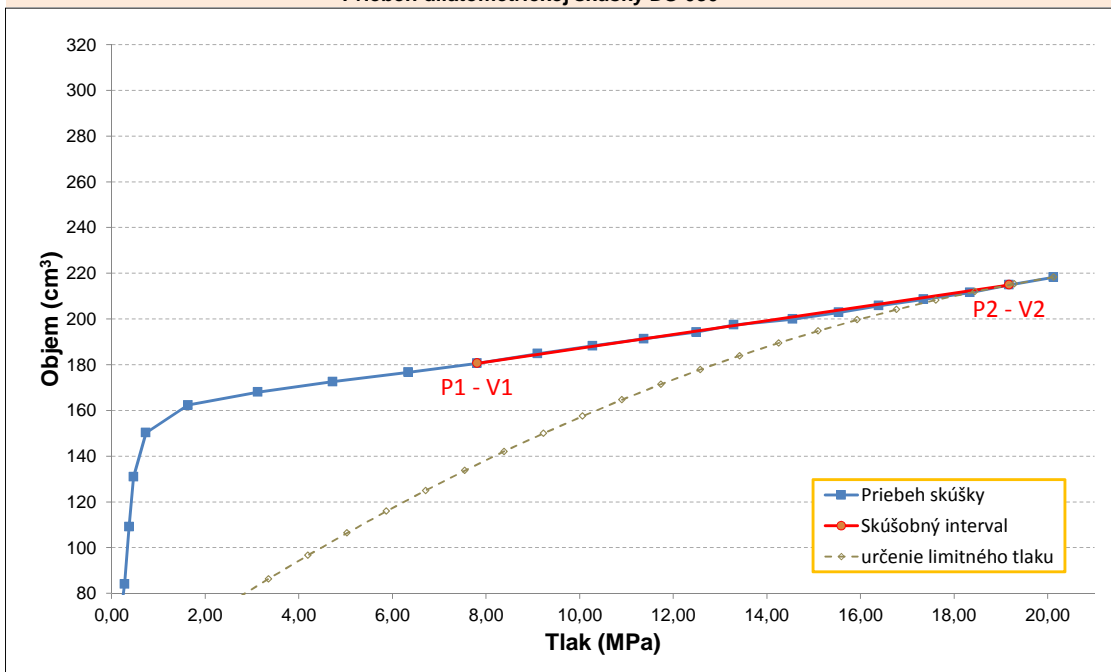
V1 = **180,60** cm<sup>3</sup>

V2 = **214,90** cm<sup>3</sup>

E<sub>def</sub> = **1851,11** MPa

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-030



Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

Realizoval: **Šimek, Stolárík, Borovský**

Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy: **6.2.30**

Označenie skúšky:	<b>DS-031</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-08</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,35</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>33,50</b>	Skúšaná hornina:	<b>Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlofkami - brekcia</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>1.6.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>14:06</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,132	38,029	0,146	37,9	0,91
0,331	84,260	0,227	83,9	2,00
0,542	112,607	0,328	112,0	2,67
0,688	136,344	0,364	135,5	3,22
0,833	159,877	0,397	158,9	3,76
0,985	182,222	0,448	181,1	4,28
1,131	204,488	0,503	203,2	4,79
1,257	227,836	0,545	226,4	5,32
1,356	250,244	0,576	248,7	5,83
1,455	272,622	0,615	270,9	6,34
1,521	295,200	0,624	293,4	6,85
1,587	318,285	0,635	316,4	7,36

**Výsledky:**

P1 = **0,40 MPa**

P2 = **0,55 MPa**

V1 = **158,90 cm<sup>3</sup>**

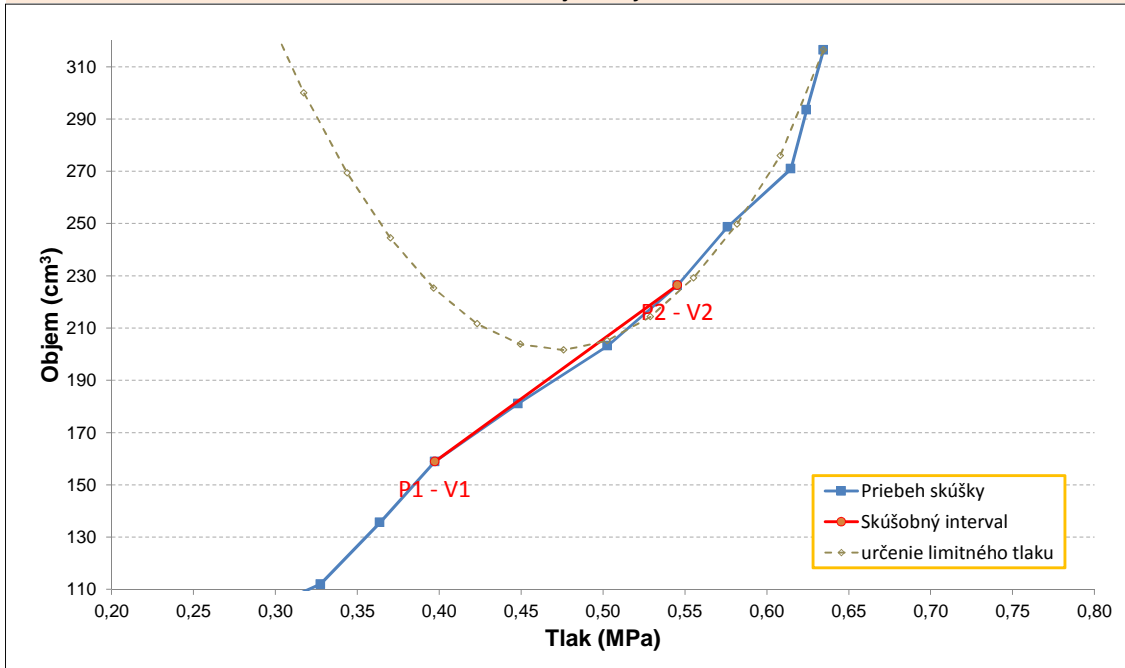
V2 = **226,36 cm<sup>3</sup>**

$E_{def}$  = **12,70 MPa**

$p_L$  = **1,21 MPa**

**Poznámky:**

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-031

Náozv úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Borovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**

Číslo prílohy:

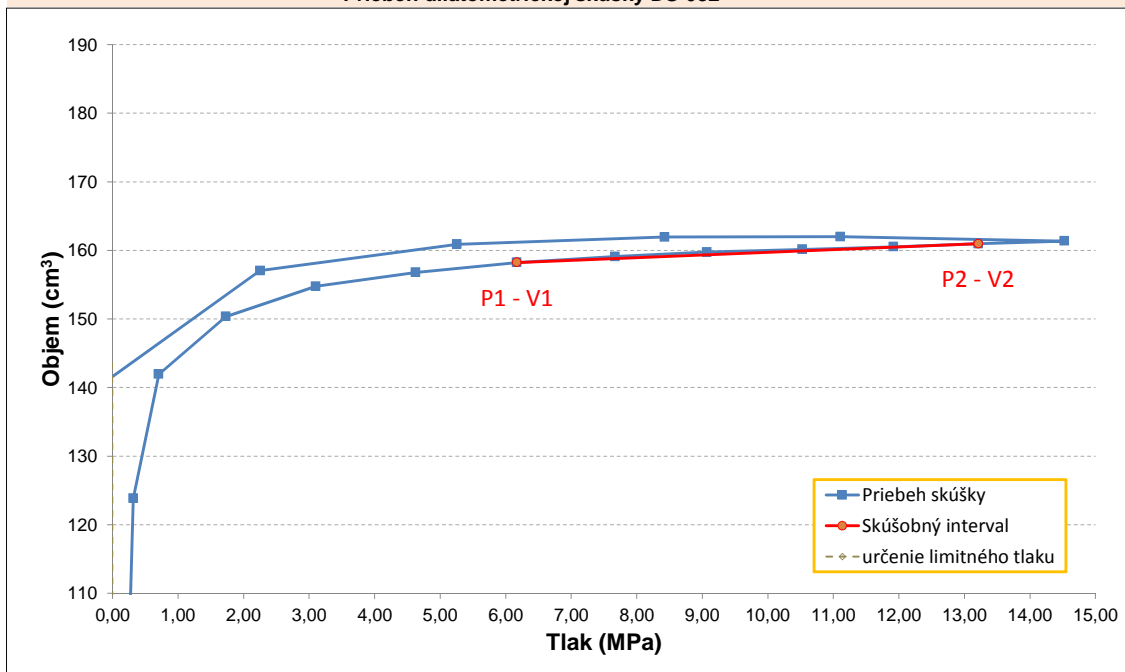
**6.2.31**

Označenie skúšky:	<b>DS-032</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-08</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,18</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>29,50</b>	Skúšaná hornina:	<b>Kompaktný zdravý siltovec až pieskovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>1.6.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>14:47</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
-0,013	5,627	0,062	5,6	0,13
0,198	55,549	0,152	55,3	1,32
0,437	101,062	0,247	100,6	2,40
0,609	124,560	0,316	123,8	2,94
1,085	143,215	0,704	141,9	3,38
2,156	152,877	1,730	150,4	3,60
3,558	158,914	3,103	154,7	3,74
5,099	162,748	4,626	156,8	3,83
6,660	166,026	<b>6,172</b>	<b>158,2</b>	3,91
8,168	168,655	7,668	159,1	3,97
9,583	170,957	9,073	159,7	4,02
11,045	173,068	10,525	160,1	4,07
12,447	175,088	11,918	160,5	4,12
13,750	177,055	<b>13,212</b>	<b>161,0</b>	4,16
15,073	178,998	14,526	161,4	4,21
11,640	175,607	11,109	162,0	4,13
8,942	172,406	8,425	161,9	4,05
5,754	167,626	5,259	160,9	3,94
2,712	160,225	2,251	157,1	3,77
0,198	140,690	-0,170	140,5	3,32

**Výsledky:**

P1 =	<b>6,17</b>	<b>MPa</b>
P2 =	<b>13,21</b>	<b>MPa</b>
V1 =	<b>158,23</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
V2 =	<b>160,96</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
$E_{def}$ =	<b>12836,42</b>	<b>MPa</b>

**Poznámky:**
**Priebeh dilatometrickej skúšky DS-032**

 Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

 Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

 Realizoval: **Šimek, Stolárík, Borovský**

 Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**

 Číslo prílohy: **6.2.32**



Zhotoviteľ:

**CADECO**CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, Bratislava**VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I**

Označenie skúšky: **DS-033** Hladina podz. vody (m p.t.): -

Označenie vrtu: **NT-08** Poissonovo číslo: **0,20**

Hĺbka skúšky (m): **26,50** Skúšaná hornina: **Kompaktný zdravý siltovec**

Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **1.6.2016**

Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **15:30**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
-0,020	1,978	0,054	2,0	0,05
0,357	87,338	0,202	86,9	2,07
0,476	109,499	0,234	108,9	2,59
0,609	130,759	0,270	130,0	3,09
0,946	148,684	0,522	147,6	3,51
1,865	159,004	1,392	156,8	3,74
3,208	165,817	2,703	162,1	3,90
4,795	170,016	4,271	164,4	4,00
6,395	173,695	5,855	166,2	4,08
7,923	176,793	7,369	167,5	4,16
9,431	180,263	8,862	169,2	4,24
10,919	183,209	10,337	170,4	4,30
12,381	186,056	11,786	171,6	4,37
13,803	188,820	13,197	172,7	4,43
15,251	191,612	14,633	173,8	4,50

**Výsledky:**

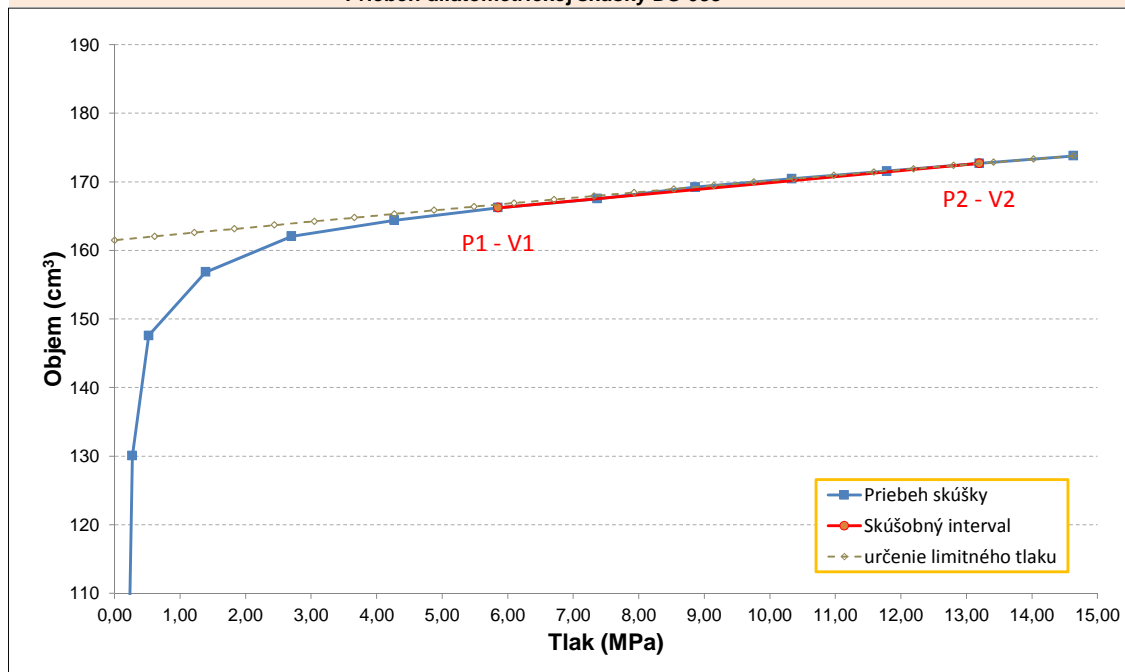
P1 = **5,85** MPa

P2 = **13,20** MPa

V1 = **166,21** cm<sup>3</sup>

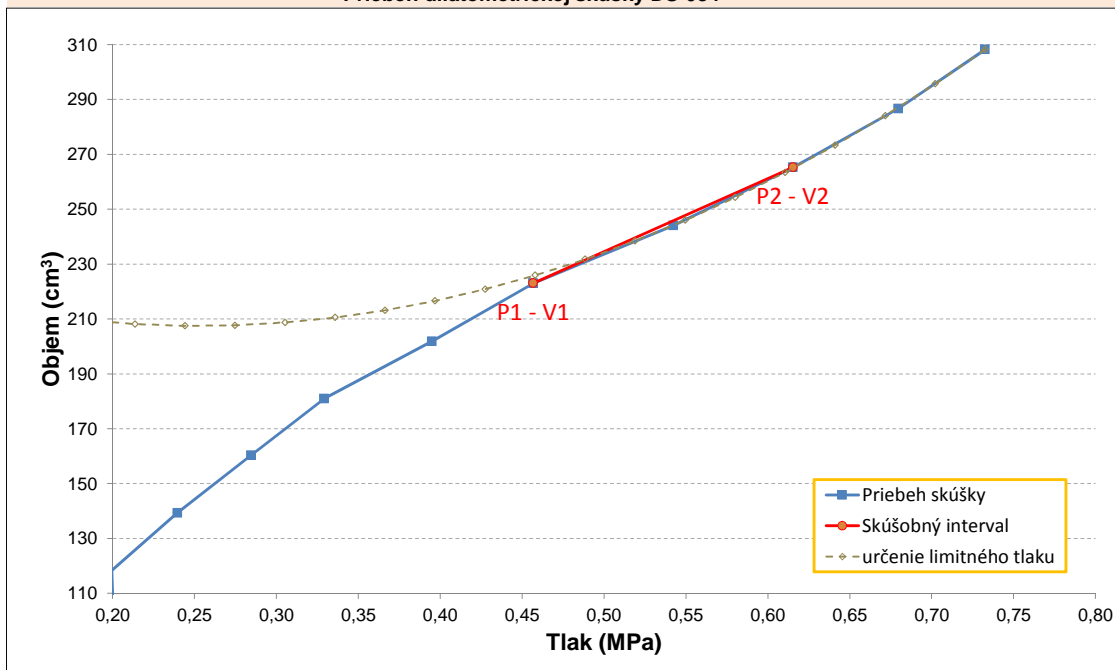
V2 = **172,66** cm<sup>3</sup>

E<sub>def</sub> = **5784,92** MPa

**Poznámky:****Priebeh dilatometrickej skúšky DS-033**Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Borovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**Číslo prílohy: **6.2.33**

Označenie skúšky:	<b>DS-034</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-08</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,35</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>23,20</b>	Skúšaná hornina:	<b>Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlomkami - brekcia</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>1.6.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>16:02</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,159	31,695	0,125	31,5	0,76
0,410	96,805	0,201	96,3	2,30
0,503	118,911	0,200	118,3	2,81
0,642	140,024	0,240	139,3	3,30
0,787	161,198	0,285	160,3	3,80
0,926	182,044	0,329	181,0	4,28
1,078	203,071	0,395	201,8	4,76
1,217	224,435	<b>0,457</b>	<b>223,0</b>	5,25
1,369	245,642	0,542	244,0	5,73
1,501	267,014	<b>0,615</b>	<b>265,3</b>	6,21
1,620	288,538	0,680	286,6	6,70
1,726	310,211	0,733	308,2	7,18

**Výsledky:**
P1 = **0,46** **MPa**P2 = **0,62** **MPa**V1 = **223,01** **cm<sup>3</sup>**V2 = **265,26** **cm<sup>3</sup>**E<sub>def</sub> = **22,23** **MPa**p<sub>L</sub> = **2,56** **MPa**
**Poznámky:**
**Priebeh dilatometrickej skúšky DS-034**

 Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

 Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

 Realizoval: **Šimek, Stolárik, Borovský**

 Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**

Číslo prílohy:

**6.2.34**

Označenie skúšky: **DS-035**      Hladina podz. vody (m p.t.): -

Označenie vrtu: **NT-08**      Poissonovo číslo: **0,30**

Hĺbka skúšky (m): **19,50**      Skúšaná hornina: **Rozpukané ílovce až siltovce**

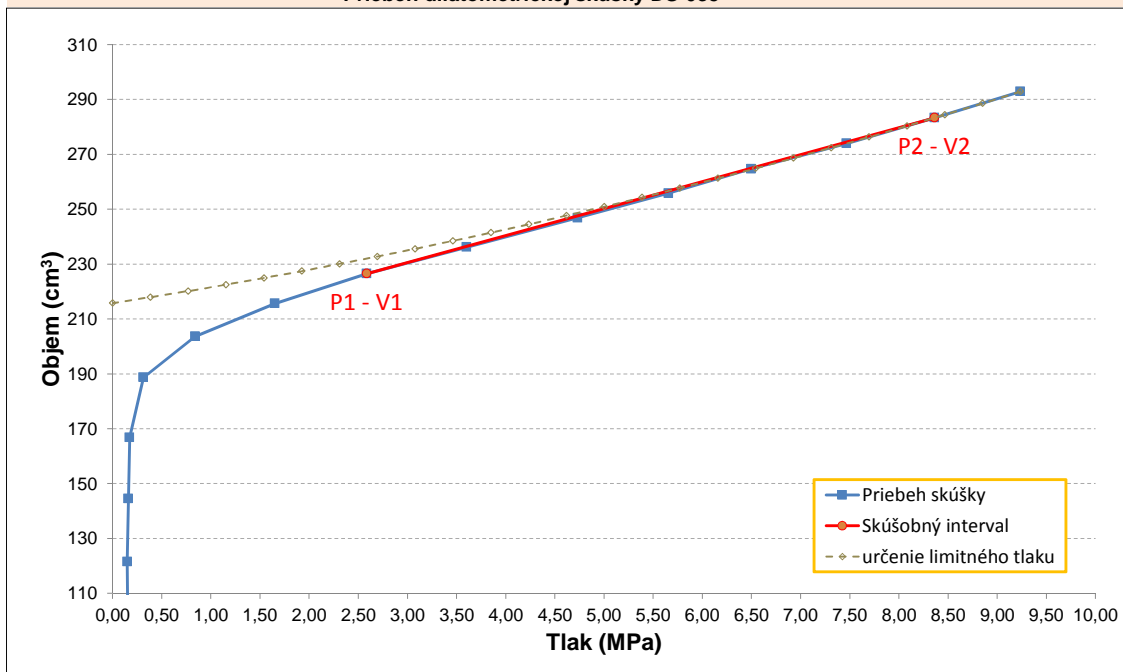
Typ sondy: **PROBEX**      Dátum realizácie: **1.6.2016**

Povlak sondy: **Nylon**      Začiatok skúšky: **16:33**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,556	24,630	0,515	24,0	0,59
0,119	34,595	0,058	34,5	0,83
0,397	99,483	0,155	99,0	2,36
0,489	122,051	0,150	121,5	2,89
0,609	145,197	0,160	144,5	3,42
0,728	167,650	0,174	166,8	3,94
0,966	189,838	0,314	188,7	4,46
1,554	205,452	0,840	203,6	4,81
2,414	218,450	1,653	215,6	5,11
3,386	230,447	2,585	226,5	5,38
4,438	241,370	3,602	236,2	5,63
5,602	253,385	4,731	246,8	5,90
6,554	263,529	5,656	255,9	6,13
7,421	273,417	6,496	264,7	6,36
8,419	283,838	7,469	274,0	6,59
9,339	294,214	8,362	283,3	6,83
10,238	304,841	9,236	292,9	7,06

**Výsledky:**P1 = **2,58**      **MPa**P2 = **8,36**      **MPa**V1 = **226,48**      **cm<sup>3</sup>**V2 = **283,28**      **cm<sup>3</sup>**E<sub>def</sub> = **583,11**      **MPa**p<sub>L</sub> = **77,91**      **MPa****Poznámky:**

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-035

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Borovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**

Číslo prílohy:

**6.2.35**

Označenie skúšky: **DS-036** Hladina podz. vody (m p.t.): **-**

Označenie vrtu: **NT-07** Poissonovo číslo: **0,30**

Hĺbka skúšky (m): **38,50** Skúšaná hornina: **Tektonicky porušený siltovec**

Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **6.6.2016**

Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **15:42**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,298	23,792	0,370	23,4	0,57
-0,026	22,170	0,050	22,2	0,53
0,403	96,948	0,283	96,5	2,30
0,589	120,921	0,366	120,2	2,86
0,847	144,786	0,511	143,8	3,42
1,243	166,547	0,806	165,1	3,92
1,706	186,864	1,179	184,9	4,39
2,308	206,664	1,701	204,0	4,84
2,917	226,688	2,239	223,3	5,30
4,392	242,843	<b>3,663</b>	<b>237,7</b>	5,67
5,549	260,103	4,771	253,6	6,06
6,548	277,777	5,723	270,1	6,46
7,652	295,210	<b>6,784</b>	<b>286,3</b>	6,85

**Výsledky:**

P1 = **3,66** MPa

P2 = **6,78** MPa

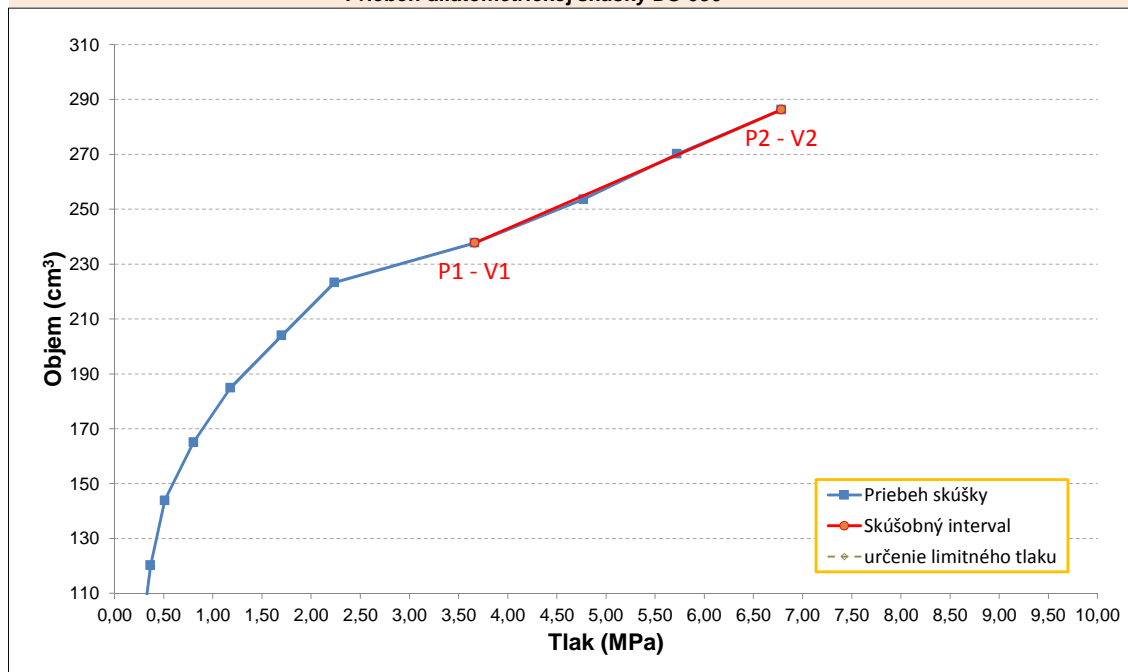
V1 = **237,70** cm<sup>3</sup>

V2 = **286,25** cm<sup>3</sup>

E<sub>def</sub> = **369,79** MPa

**Poznámky:**

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-036



Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

Realizoval: **Šimek, Stolárík, Borovský**

Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy: **6.2.36**

Označenie skúšky: **DS-037**                                      Hladina podz. vody (m p.t.): **-**  
 Označenie vrtu: **NT-07**    Poissonovo číslo: **0,35**  
 Hĺbka skúšky (m): **35,50**    Skúšaná hornina: **Silno tektonicky porušený ílovec zbridličený**  
 Typ sondy: **PROBEX**    Dátum realizácie: **6.6.2016**  
 Povlak sondy: **Nylon**    Začiatok skúšky: **16:07**

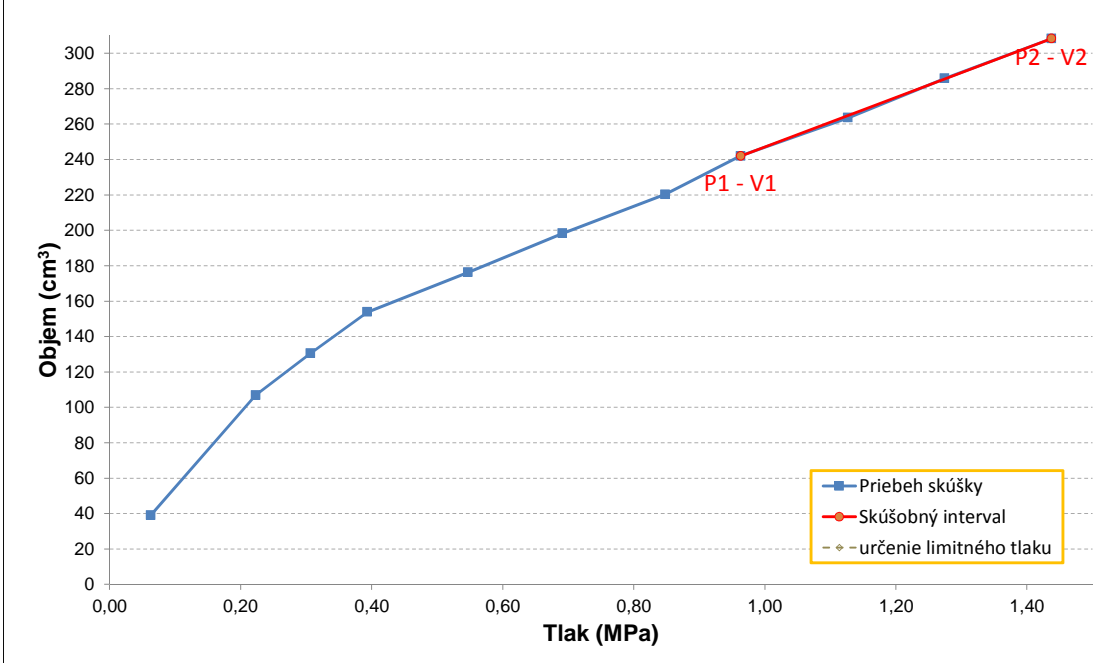
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,040	39,061	0,063	39,0	0,93
0,403	107,328	0,223	106,9	2,54
0,595	131,262	0,307	130,6	3,10
0,794	154,762	0,394	153,8	3,65
1,052	177,458	0,547	176,2	4,17
1,290	199,816	0,691	198,3	4,68
1,528	222,009	0,848	220,2	5,19
1,713	243,956	0,963	242,0	5,69
1,938	265,803	1,127	263,5	6,19
2,143	288,361	1,274	285,9	6,69
2,361	311,028	1,438	308,3	7,20

**Výsledky:**

P1 = **0,96**    MPa  
 P2 = **1,44**    MPa  
 V1 = **241,95**    cm<sup>3</sup>  
 V2 = **308,26**    cm<sup>3</sup>  
 E<sub>def</sub> = **42,97**    MPa

**Poznámky:**

**Priebeh dilatometrickej skúšky DS-037**



Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**  
 Číslo úlohy: **166/2016/ZA**  
 Realizoval: **Šimek, Stolarík, Borovský**  
 Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy: **6.2.37**

Zhotoviteľ :

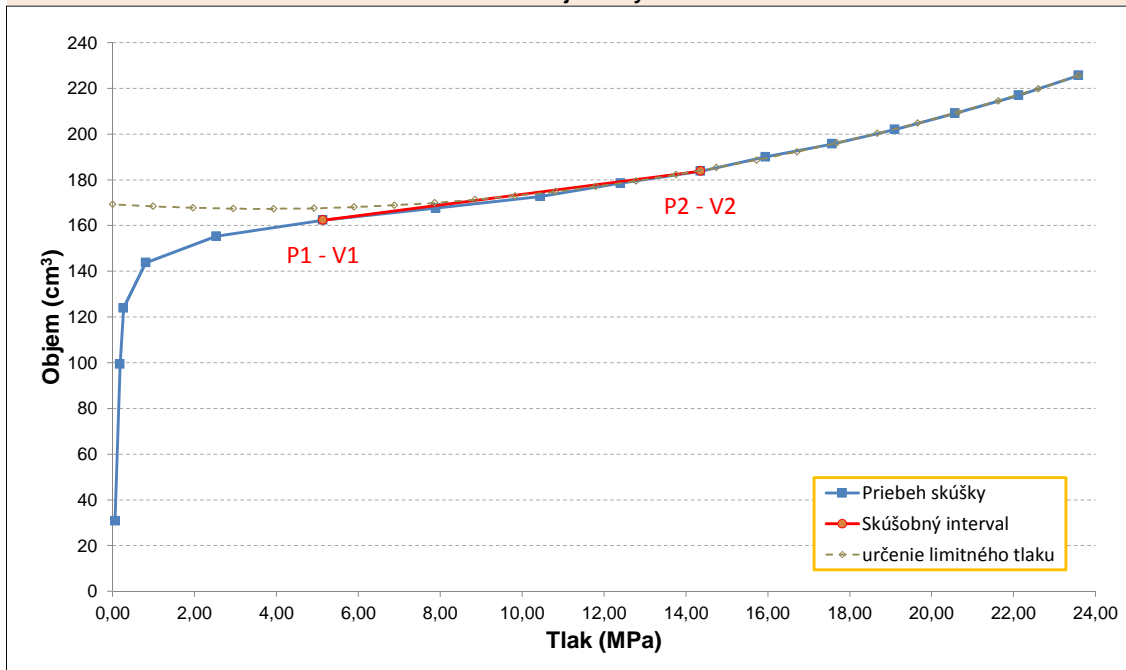
**CADECO**CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, Bratislava**! VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX !**

Označenie skúšky: **DS-038** Hladina podz. vody (m p.t.): -  
 Označenie vrtu: **NT-07** Poissonovo číslo: **0,23**  
 Hĺbka skúšky (m): **32,50** Skúšaná hornina: **Kompaktný zdravý siltovec**  
 Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **6.6.2016**  
 Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **16:33**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,040	30,826	0,062	30,8	0,74
0,351	99,723	0,184	99,3	2,36
0,542	124,571	0,268	123,9	2,95
1,184	145,110	0,812	143,7	3,42
2,970	158,741	2,533	155,3	3,74
5,622	168,883	5,138	162,3	3,97
8,419	177,411	7,897	167,6	4,17
10,999	185,567	10,441	172,7	4,36
12,996	193,681	12,405	178,5	4,54
14,980	201,322	14,358	183,8	4,72
16,600	209,435	15,948	190,0	4,90
18,254	217,010	17,574	195,6	5,08
19,808	225,132	19,100	201,9	5,26
21,309	234,026	20,572	209,1	5,47
22,890	243,737	22,123	216,9	5,69
24,385	254,131	23,588	225,6	5,92

**Výsledky:**P1 = **5,14** MPaP2 = **14,36** MPaV1 = **162,30** cm<sup>3</sup>V2 = **183,79** cm<sup>3</sup>E<sub>def</sub> = **2241,35** MPap<sub>L</sub> = **127,57** MPa**Poznámky:**

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-038

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Borovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**Číslo prílohy: **6.2.38**

Označenie skúšky:	<b>DS-039</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-07</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,30</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>29,50</b>	Skúšaná hornina:	<b>Porušený rozpučaný ílovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>6.6.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>17:03</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,000	29,210	0,008	29,2	0,70
0,344	100,280	0,158	99,9	2,38
0,496	125,175	0,201	124,6	2,96
0,688	149,048	0,280	148,2	3,51
1,376	169,254	0,873	167,6	3,98
2,685	183,799	2,118	180,7	4,32
3,981	198,864	3,352	194,2	4,66
5,126	214,680	4,436	208,7	5,02
6,362	229,743	5,622	222,3	5,37
7,553	244,836	6,765	236,0	5,71
8,704	259,866	7,874	249,7	6,05
9,749	275,668	8,877	264,3	6,41
10,668	292,010	9,755	279,5	6,78

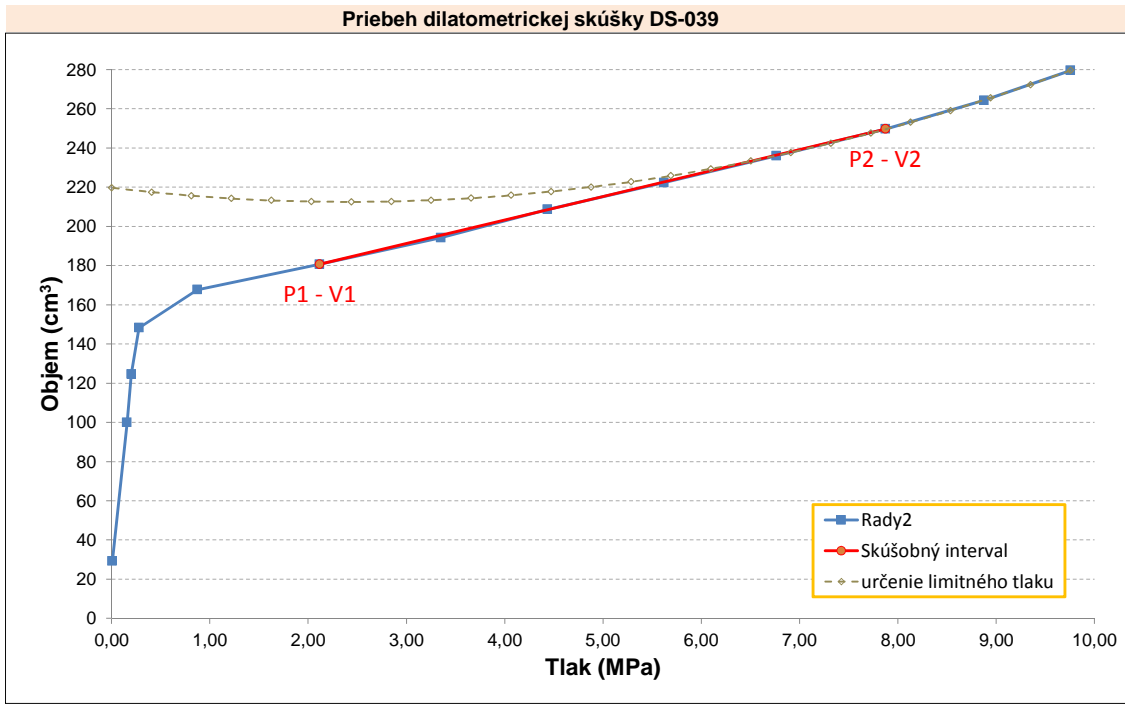
**Výsledky:**

P1 = **2,12** MPa  
 P2 = **7,87** MPa

V1 = **180,66** cm<sup>3</sup>  
 V2 = **249,68** cm<sup>3</sup>

E<sub>def</sub> = **469,45** MPa  
 p<sub>L</sub> = **44,83** MPa

**Poznámky:**



Názov úlohy:	<b>Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa</b>
Číslo úlohy:	<b>166/2016/ZA</b>
Realizoval:	<b>Šimek, Stolarík, Borovský</b>
Vyhodnotil:	<b>Kuvik, Bohyník</b>

Číslo prílohy: **6.2.39**

Zhotoviteľ:

**CADECO**CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, Bratislava**VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I**

Označenie skúšky: **DS-040** Hladina podz. vody (m p.t.): -  
 Označenie vrtu: **NT-07** Poissonovo číslo: **0,20**  
 Hĺbka skúšky (m): **26,50** Skúšaná hornina: **Kompaktný zdravý siltovec**  
 Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **6.6.2016**  
 Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **17:33**

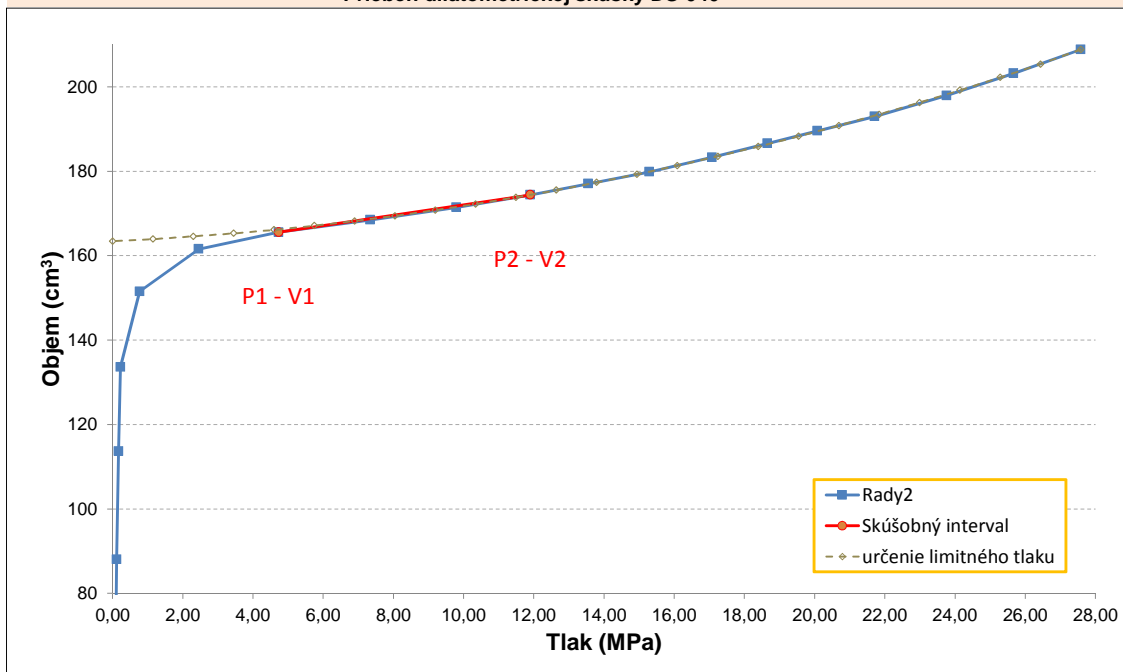
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,007	16,999	0,026	17,0	0,41
0,278	88,342	0,119	88,0	2,10
0,437	114,136	0,174	113,6	2,70
0,582	134,286	0,227	133,6	3,17
1,217	152,939	0,773	151,5	3,60
2,956	165,039	2,455	161,6	3,88
5,265	171,695	4,733	165,5	4,04
7,903	177,707	7,345	168,5	4,18
10,377	183,568	9,793	171,4	4,31
12,507	189,009	11,899	174,4	4,44
14,180	193,638	13,554	177,0	4,54
15,939	198,485	15,293	179,8	4,65
17,751	204,054	17,084	183,3	4,78
19,345	209,220	18,658	186,6	4,90
20,780	213,872	20,076	189,5	5,01
22,434	219,206	21,711	192,9	5,13
24,510	226,614	23,762	197,9	5,30
26,442	234,153	25,669	203,2	5,47
28,379	242,036	27,583	208,8	5,65

**Výsledky:**

P1 = **4,73** MPa  
 P2 = **11,90** MPa  
 V1 = **165,53** cm<sup>3</sup>  
 V2 = **174,37** cm<sup>3</sup>  
 E<sub>def</sub> = **4126,03** MPa  
 p<sub>L</sub> = **217,74** MPa

**Poznámky:**

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-040

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Borovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy:

**6.2.40**



Zhotoviteľ :



CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, Bratislava

**VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I**

Označenie skúšky:	<b>DS-041</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-06</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,40</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>34,90</b>	Skúšaná hornina:	<b>Tektonicky degradovaný ílovec charakteru ílu s úlofkami - brekcia</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>15.6.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>10:17</b>

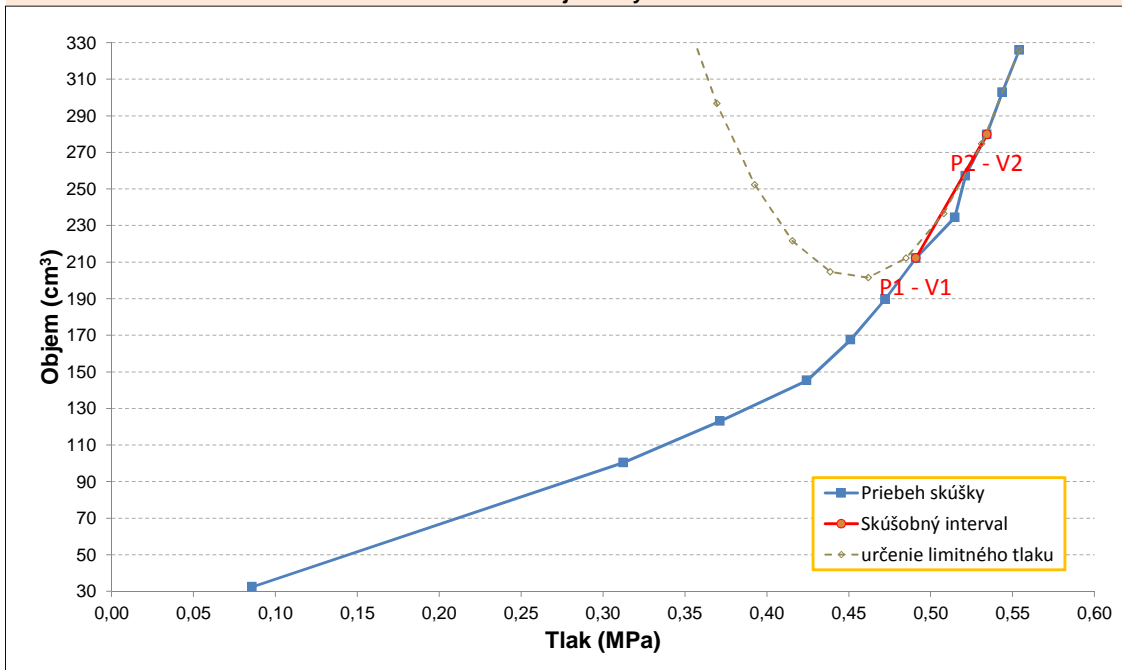
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,053	32,457	0,086	32,4	0,78
0,470	100,879	0,313	100,3	2,39
0,628	123,792	0,371	123,1	2,93
0,787	146,142	0,424	145,2	3,45
0,919	168,587	0,451	167,5	3,97
1,038	190,955	0,472	189,7	4,48
1,144	213,421	<b>0,491</b>	<b>212,1</b>	5,00
1,243	235,844	0,515	234,4	5,51
1,316	258,575	0,521	257,0	6,02
1,389	281,393	<b>0,534</b>	<b>279,8</b>	6,54
1,455	304,485	0,544	302,8	7,06
1,521	327,728	0,554	325,9	7,58

**Výsledky:**

P1 = **0,49 MPa**  
P2 = **0,53 MPa**  
V1 = **212,08 cm<sup>3</sup>**  
V2 = **279,77 cm<sup>3</sup>**  
 $E_{def}$  = **3,95 MPa**  
 $\rho_L$  = **0,88 MPa**

**Poznámky:**

Priebeh dilatometrickej skúšky DS-041



Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

Realizoval: **Šimek, Stolárik, Borovský**

Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**

Číslo prílohy: **6.2.41**

Zhotoviteľ:

**CAD-ECO**CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, Bratislava**VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I**

Označenie skúšky: **DS-042** Hladina podz. vody (m p.t.): -

Označenie vrtu: **NT-06** Poissonovo číslo: **0,23**

Hĺbka skúšky (m): **32,40** Skúšaná hornina: **Kompaktný zdravý ilovec**

Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **15.6.2016**

Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **10:44**

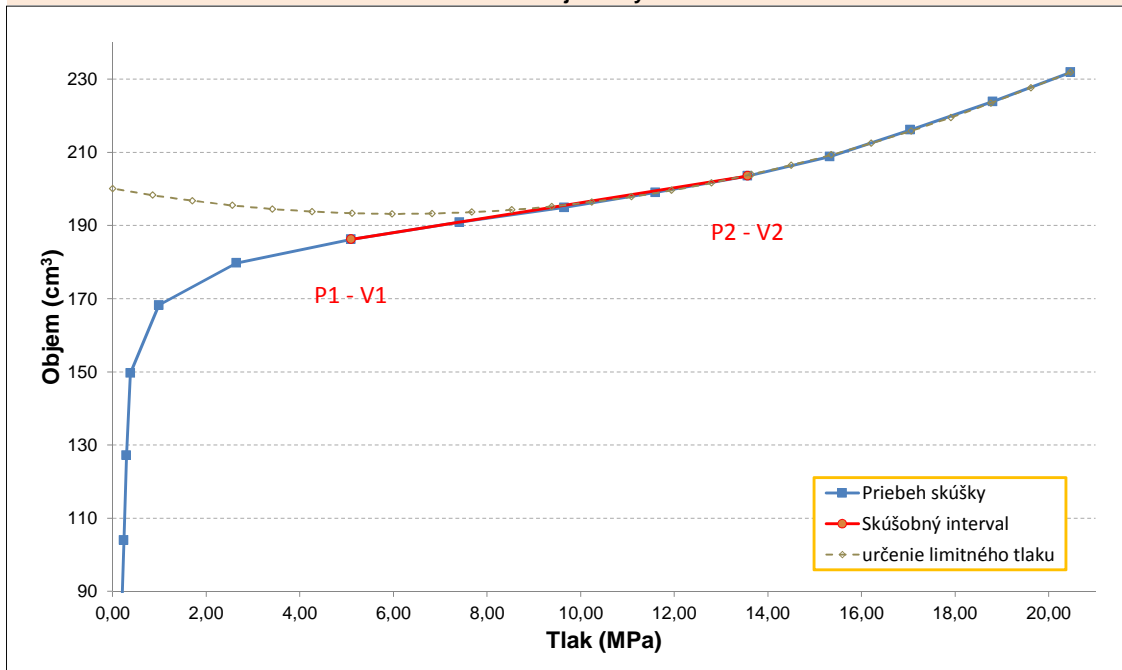
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,060	35,409	0,072	35,3	0,85
0,430	104,491	0,243	104,0	2,48
0,589	127,868	0,298	127,2	3,02
0,780	150,529	0,382	149,6	3,55
1,482	169,955	0,992	168,2	4,00
3,194	183,463	2,645	179,7	4,31
5,681	192,863	5,093	186,2	4,52
8,029	200,279	7,411	190,9	4,69
10,291	206,977	9,647	194,9	4,85
12,268	213,408	11,601	199,0	5,00
14,259	220,226	13,567	203,5	5,15
16,045	227,605	15,328	208,8	5,32
17,791	236,951	17,044	216,1	5,53
19,583	246,796	18,807	223,9	5,76
21,276	256,780	20,472	231,9	5,98

## Výsledky:

P1 = **5,09** MPaP2 = **13,57** MPaV1 = **186,21** cm<sup>3</sup>V2 = **203,54** cm<sup>3</sup>E<sub>def</sub> = **2581,23** MPap<sub>L</sub> = **115,78** MPa

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-042

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárík, Borovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**Číslo prílohy: **6.2.42**

Zhotoviteľ:



CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, Bratislava

**VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I**

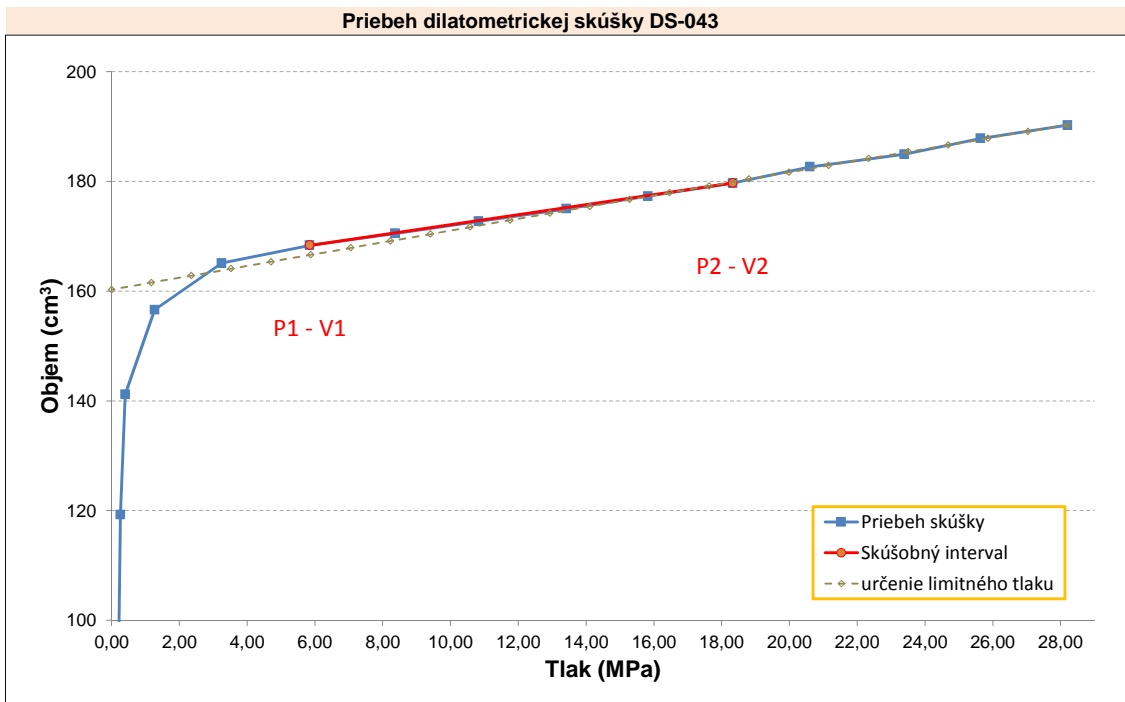
Označenie skúšky:	<b>DS-043</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-06</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,20</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>29,40</b>	Skúšaná hornina:	<b>Kompaktný zdravý siltovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>15.6.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>11:16</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,093	28,949	0,101	28,8	0,69
0,390	97,040	0,216	96,6	2,30
0,536	119,867	0,265	119,2	2,84
0,780	142,103	0,405	141,2	3,35
1,726	158,597	1,272	156,6	3,74
3,757	169,509	3,252	165,1	3,99
6,382	175,803	5,849	168,3	4,13
8,922	180,933	8,366	170,5	4,25
11,415	186,088	10,837	172,7	4,37
14,021	191,407	13,421	175,0	4,49
16,448	196,554	15,827	177,3	4,61
18,975	201,905	18,332	179,7	4,73
21,270	207,519	20,606	182,6	4,86
24,081	213,113	23,396	184,9	4,99
26,349	218,678	25,645	187,8	5,12
28,935	224,117	28,212	190,2	5,24

**Výsledky:**

P1 = **5,85**      **MPa**  
P2 = **18,33**      **MPa**  
V1 = **168,33**      **cm<sup>3</sup>**  
V2 = **179,70**      **cm<sup>3</sup>**  
 $E_{def}$  = **5600,27**      **MPa**  
 $\rho_L$  = **353,20**      **MPa**

**Poznámky:**



Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

Realizoval: **Šimek, Stolárik, Borovský**

Vyhodnotil: **Kuvik, Bohyník**

Číslo prílohy:

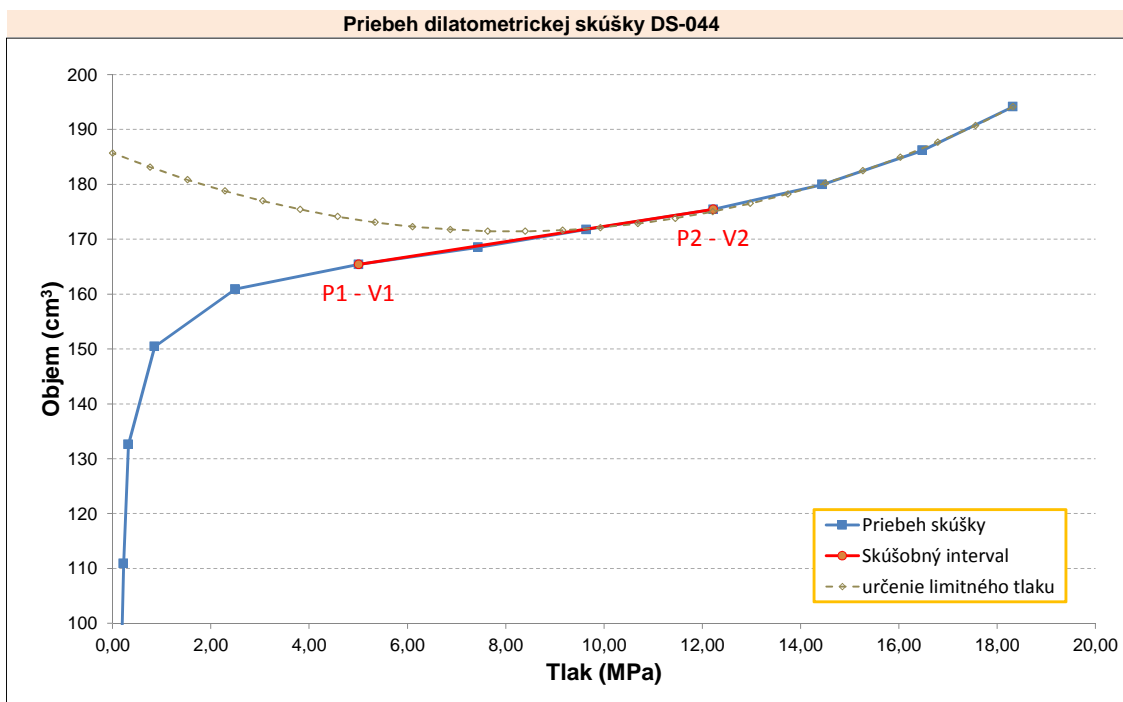
**6.2.43**

Označenie skúšky:	<b>DS-044</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-06</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,23</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>26,40</b>	Skúšaná hornina:	<b>Kompaktný zdravý ilovec až siltovec</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>15.6.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>11:57</b>

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,073	29,207	0,063	29,1	0,70
0,331	89,100	0,169	88,7	2,12
0,476	111,444	0,225	110,9	2,64
0,675	133,370	0,323	132,6	3,15
1,296	151,958	0,856	150,4	3,58
2,996	164,399	2,497	160,9	3,87
5,542	171,873	5,009	165,4	4,04
7,996	177,860	7,436	168,5	4,18
10,225	183,711	9,640	171,7	4,31
12,837	190,454	12,224	175,4	4,47
15,086	197,611	14,443	180,0	4,63
17,156	206,258	16,479	186,2	4,83
19,034	216,403	18,321	194,1	5,06

**Výsledky:**

P1 =	<b>5,01</b>	<b>MPa</b>
P2 =	<b>12,22</b>	<b>MPa</b>
V1 =	<b>165,39</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
V2 =	<b>175,43</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
$E_{def}$ =	<b>3747,12</b>	<b>MPa</b>
$\rho_L$ =	<b>109,91</b>	<b>MPa</b>

**Poznámky:**


Názov úlohy:	<b>Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa</b>
Číslo úlohy:	<b>166/2016/ZA</b>
Realizoval:	<b>Šimek, Stolárík, Borovský</b>
Vyhodnotil:	<b>Kuvik, Bohyník</b>

Označenie skúšky: **DS-045** Hladina podz. vody (m p.t.): **-**

Označenie vrtu: **NT-06** Poissonovo číslo: **0,30**

Hĺbka skúšky (m): **23,40** Skúšaná hornina: **Porušené až rozpukané siltovce**

Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **15.6.2016**

Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **12:25**

Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,119	38,172	0,073	38,0	0,91
0,470	109,372	0,210	108,8	2,59
0,628	132,626	0,263	131,9	3,13
0,827	155,652	0,352	154,7	3,67
1,409	175,188	0,843	173,5	4,12
2,659	190,280	<b>2,028</b>	<b>187,2</b>	4,47
4,286	203,237	3,603	198,2	4,76
5,952	215,925	5,223	209,0	5,05
7,533	228,686	6,760	219,9	5,34
9,081	241,689	<b>8,267</b>	<b>231,1</b>	5,64
10,397	255,005	9,544	242,8	5,94
11,726	268,701	10,837	255,0	6,25
12,943	283,116	12,017	268,0	6,58

**Výsledky:**

P1 = **2,03** MPa

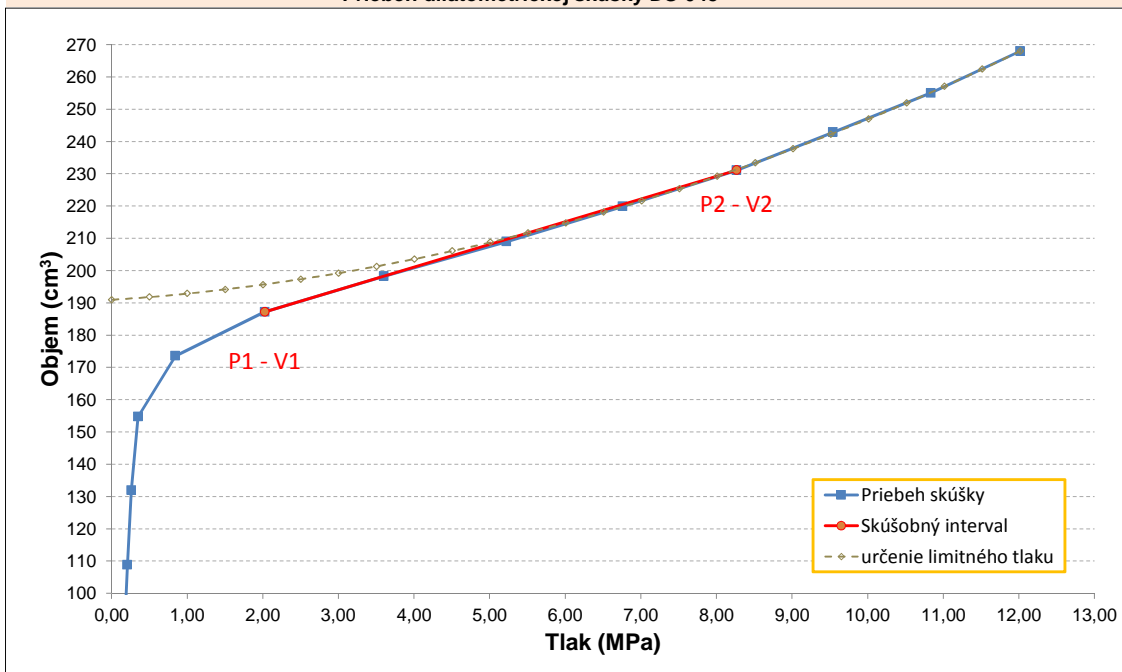
P2 = **8,27** MPa

V1 = **187,17** cm<sup>3</sup>

V2 = **231,06** cm<sup>3</sup>

E<sub>def</sub> = **797,91** MPa

$\rho_L$  = **72,87** MPa

**Poznámky:****Priebeh dilatometrickej skúšky DS-045**Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Borovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**

Číslo prílohy:

**6.2.45**

Označenie skúšky: **DS-046** Hladina podz. vody (m p.t.): -  
 Označenie vrtu: **NT-06** Poissonovo číslo: **0,25**  
 Hĺbka skúšky (m): **20,40** Skúšaná hornina: **Rozpukané siltovce**  
 Typ sondy: **PROBEX** Dátum realizácie: **15.6.2016**  
 Povlak sondy: **Nylon** Začiatok skúšky: **14:04**

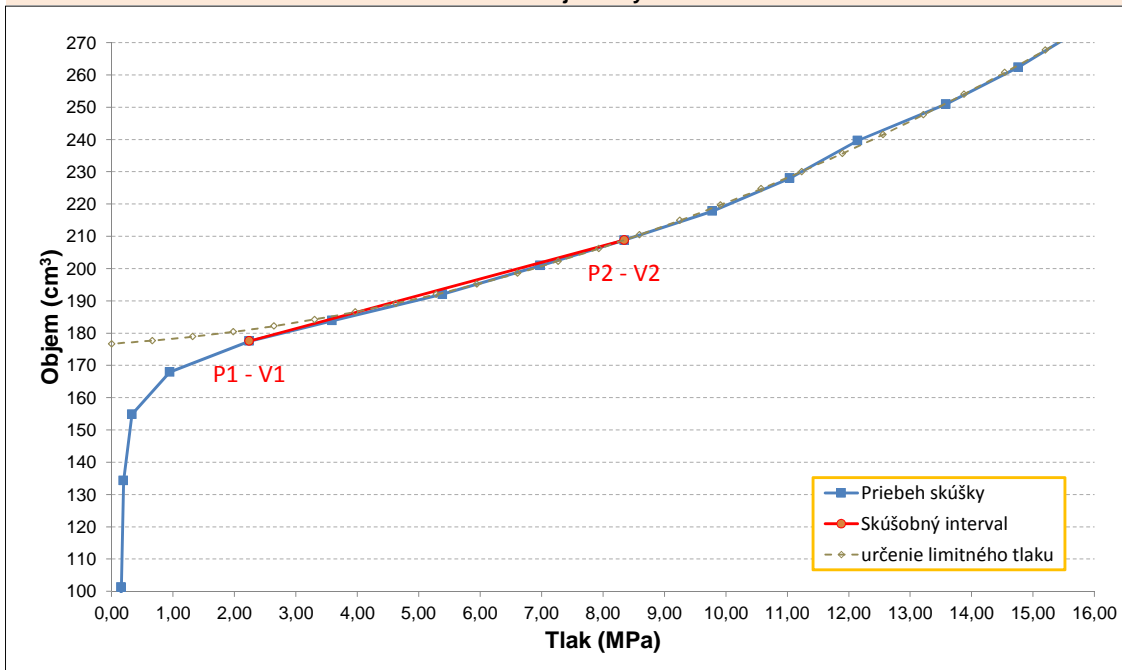
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,046	27,176	0,005	27,1	0,65
0,271	79,820	0,106	79,5	1,90
0,403	101,737	0,158	101,3	2,41
0,589	134,946	0,195	134,3	3,19
0,827	155,762	0,334	154,8	3,67
1,508	169,697	0,950	167,9	3,99
2,851	180,861	2,243	177,5	4,25
4,233	188,817	3,591	183,9	4,43
6,071	199,132	5,387	192,0	4,67
7,705	209,916	6,980	200,9	4,92
9,107	219,457	8,348	208,8	5,13
10,575	230,136	9,780	217,8	5,38
11,872	241,886	11,040	228,0	5,64
13,016	254,861	12,146	239,6	5,94
14,491	267,880	13,586	250,9	6,23
15,701	280,719	14,763	262,3	6,52
16,832	294,770	15,859	275,1	6,84

## Výsledky:

P1 = **2,24** MPa  
 P2 = **8,35** MPa  
 V1 = **177,52** cm<sup>3</sup>  
 V2 = **208,80** cm<sup>3</sup>  
 E<sub>def</sub> = **1045,96** MPa  
 p<sub>L</sub> = **83,27** MPa

## Poznámky:

Pribeh dilatometrickej skúšky DS-046

Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**Číslo úlohy: **166/2016/ZA**Realizoval: **Šimek, Stolárik, Borovský**Vyhodnotil: **Kuvik, Bohýnik**Číslo prílohy: **6.2.46**

Zhotoviteľ :



CAD-ECO a.s.  
Svätoplukova 28  
821 08, Bratislava

**VYHODNOTENIE SKÚŠKY DILATOMETROM  
PROBEX I**

Označenie skúšky:	<b>DS-047</b>	Hladina podz. vody (m p.t.):	-
Označenie vrtu:	<b>NT-06</b>	Poissonovo číslo:	<b>0,23</b>
Hĺbka skúšky (m):	<b>17,40</b>	Skúšaná hornina:	<b>Rozpukané až zdravé siltovce</b>
Typ sondy:	<b>PROBEX</b>	Dátum realizácie:	<b>15.6.2016</b>
Povlak sondy:	<b>Nylon</b>	Začiatok skúšky:	<b>14:35</b>

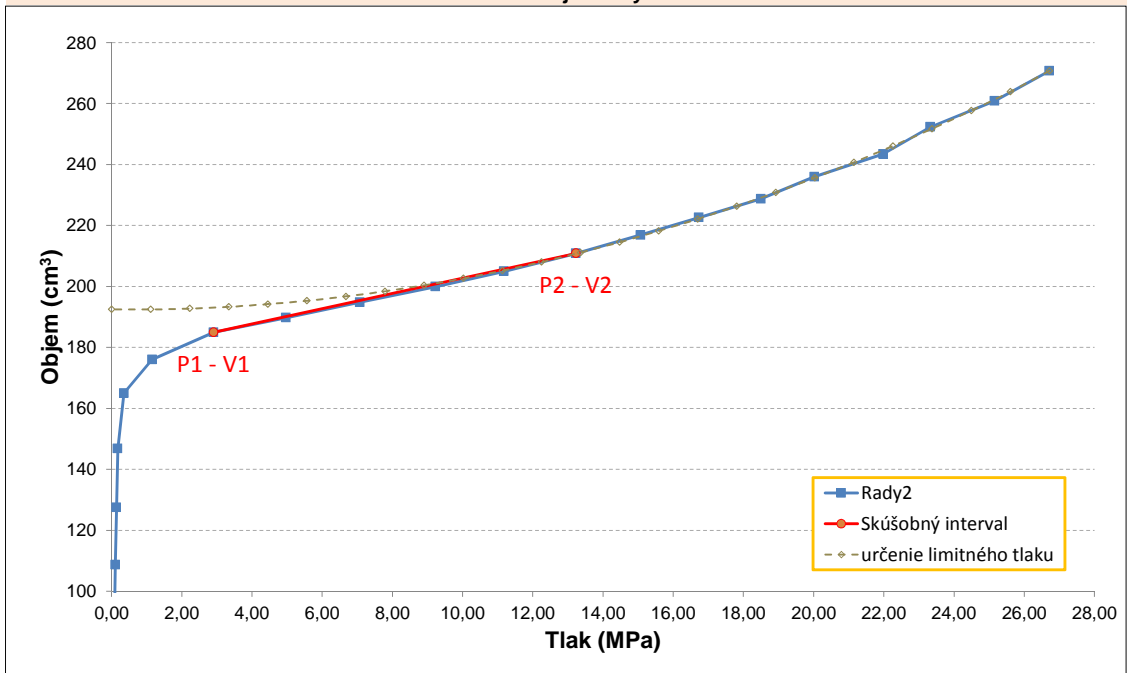
Hrubé čítanie		Korigované čítanie		
Tlak	Objem	Tlak	Objem	$\Delta R/R_0$
MPa	cm <sup>3</sup>	MPa	cm <sup>3</sup>	%
0,357	39,027	0,275	38,6	0,93
0,298	88,976	0,084	88,6	2,11
0,403	109,164	0,109	108,7	2,59
0,523	128,149	0,143	127,5	3,03
0,648	147,569	0,176	146,8	3,48
0,913	166,048	0,354	165,0	3,91
1,773	178,124	1,159	176,0	4,19
3,571	189,153	2,910	185,0	4,44
5,661	196,372	4,971	189,7	4,61
7,798	203,924	7,077	194,8	4,78
9,973	211,586	9,225	199,9	4,95
11,958	218,956	11,182	205,0	5,12
14,034	227,280	13,231	210,9	5,31
15,899	235,472	15,070	216,9	5,50
17,586	243,177	16,733	222,6	5,67
19,378	251,400	18,501	228,7	5,86
20,926	260,456	20,023	236,0	6,06
22,910	270,250	21,981	243,4	6,29
24,279	280,705	23,324	252,3	6,52
26,144	291,484	25,162	260,9	6,76
27,725	303,149	26,714	270,7	7,03

**Výsledky:**

P1 = **2,91** MPa  
 P2 = **13,23** MPa  
 V1 = **184,97** cm<sup>3</sup>  
 V2 = **210,85** cm<sup>3</sup>  
 E<sub>def</sub> = **2107,04** MPa  
 p<sub>L</sub> = **141,59** MPa

**Poznámky:**

Priebeh dilatometrickej skúšky DS-047



Názov úlohy: **Diaľnica D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa**

Číslo úlohy: **166/2016/ZA**

Realizoval: **Šimek, Stolárík, Borovský**

Vyhodnotil: **Kuvik, Bohník**

Číslo prílohy: **6.2.47**

## HYDROGEOCHEMICKÉ ZHODNOTENIE

V rámci orientačného inžinierskogeologického prieskumu v novej trase diaľnice **D1Hubová – Ivachnová** bolo potrebné zhodnotiť chemické vlastnosti podzemných vôd, zemín a overiť ich korózne účinky na betón a oceľ uloženú v pôde a vode. V prieskumných vrtoch NT-03 až NT-11 nebolo možné odobrať reprezentatívne vzorky podzemnej vody vzhľadom na použitú technológiu vŕtania Wireline s vodným výplachom. Na zhodnotenie chemických vlastností podzemných vôd a ich korozívnych účinkov na betón, oceľ a železo uložené v pôde a vode boli použité archívne chemické analýzy podzemných vôd a zemín z najbližších vrtoch v aktuálnom období. Prehľad použitých analýz vzoriek podzemných vôd a výluhov zemín je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Prehľad analyzovaných vzoriek podzemných vôd a výluhov zemín

Objekt diaľnice	Staničenie D1	Geologické dielo (druh vzorky, hĺbka)	Číslo protokolu	Dátum odberu
Most SO 204	km 1,879	M-204-04 (podzemná voda)	3109/2016	14.4.2016
		M-204-04 (výluh, 6,5m)	3169/2016	14.4.2016
	km 1,923	M-204-06 (podzemná voda)	3168/2016	15.4.2016
		M-204-06(výluh, 14,6m)	3170/2016	15.4.2016
	km 1,960	M-204-07 (podzemná voda)	3473/2016	22.4.2016
		M-204-07 (výluh, 17,0m)	3474/2016	22.4.2016
Trasa D1 km 7,100 - 12,000	km 7,690	IV-69 (podzemná voda)	31082016	14.4.205

### Metodika hydrogeochemických prác

Podľa archívnej dokumentácie vzorky podzemnej vody boli odobraté podľa odporúčaní normy STN ISO 5567-11 Kvalita vody, odber vzoriek, časť 11: Pokyny na odber vzoriek podzemných vôd. Terénne merania boli vykonávané prenosným multiparametrom prístrojom Hach Lange HQ40. Pred odberom vzorky vody boli zisťované základne parametre vody:

- elektrická vodivosť;
- reakcia vody pH;
- teplota vody.

Odobraté vzorky boli v prenosných boxoch s ochladením na 4°C transportované doakreditovaného laboratória INGEO-ENVILAB, s. r. o, Divízie chémie a mikrobiológie v Žiline.

Odobraté vzorky podzemných vôd boli analyzované v rozsahu základného fyzikálno-chemického rozboru, rozšíreného o stanovenia agresívnych vlastností vôd na ich styku so základovými betónmi a železnými materiálmi.

Odbery vzoriek zeminy na vodný výluh z realizovaných prieskumných vrtoch boli zamerané na zistenie vlastností zemín z hľadiska možných agresívnych účinkov zeminy na betón.

Vzorky vôd a zemín boli spracované v akreditovanom chemickom laboratóriu spoločnosti INGEO-ENVILAB, s.r.o., Žilina, Divízia chémie. Výsledné laboratórne stanovenia sú uvedené v protokoloch o skúške vôd a protokoloch o skúške vodných výluhov zemín.

Agresívne vlastnosti podzemnej vody a agresívne vlastnosti zemín na betón boli posudzované podľa hodnotiacej normy:

- **STN EN 206-1:2015** – Betón, Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda. Chemická charakteristika hodnotených vzoriek vôd pre posúdenie ich agresívnych chemických vlastností na betón je hodnotená podľa limitných hodnôt normy:
  - obsahu iónov  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
  - reakcie vody pH;
  - obsahu agresívneho  $\text{CO}_2$  na vápno výpočtom podľa Tillmansa alebo Heyerovou skúškou;



- obsahu iónov  $\text{NH}_4^+$ ;
- obsahu iónov  $\text{Mg}^{2+}$ .

Chemická charakteristika hodnotených vzoriek zemín pre posúdenie ich agresívnych chemických vlastností na betón je hodnotená podľa limitných hodnôt normy:

- obsahu iónov  $\text{SO}_4^{2-}$  (mg/kg);
- kyslosť (ml/kg).

Korozívne vlastnosti kvapalného prostredia na kovové potrubia, oceľ uloženú v pôde a vode boli posudzované podľa tab. 2 hodnotiacej normy:

- **STN 03 8372** – Zásady ochrany proti korózii neliniových zariadení uložených v zemi alebo vo vode zo dňa 2. 2. 1977. Chemická charakteristika hodnotených vzoriek vôd pre posúdenie agresívnych vlastností vôd na kovové potrubia je hodnotená podľa limitných hodnôt normy:
  - reakcia vody pH;
  - súčet obsahu iónov  $\text{Cl}^-$  a  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
  - obsah agresívneho  $\text{CO}_2$  na železo.

Chemická charakteristika hodnotených vzoriek vôd pre posúdenie agresívnych vlastností vôd na kovové potrubia je hodnotená podľa limitných hodnôt normy:

- obsahu celkovej síry (%);
- obsah Cl (%).

### **Klasifikácia podzemných vôd**

Chemické zloženie podzemných vôd je podmienené najmä charakterom horninového prostredia, typom priepustnosti, dĺžkou obehu podzemnej vody v horninovom prostredia zdrojovými zrážkovými vodami. Podzemné vody boli narazené v komplexe mezozoických hornín ílovcov s polohami pieskovcov porubského súvrstvia.

Podľa chemickej klasifikácie (Gazda, 1971) patria podzemné vody k základnému výraznému  $A_2$  chemickému typu. Podzemné vody sú podľa celkovej mineralizácie 471 až 517  $\text{mg.l}^{-1}$  stredne mineralizované, podľa reakcie vody pH sú slabo alkalické a svojou celkovou tvrdosťou patria k vodám mäkkým až stredne tvrdým v rozsahu celkovej tvrdosti od 5,42 – 5,78  $\text{mmo.l}^{-1}$ .z.

### **Agresívne vlastnosti podzemných vôd na železo**

Vplyv podzemných vôd na nechránené železné materiály bol posúdený podľa dvoch hodnotiacich vplyvov, hodnotením mernej elektrickej vodivosti (tabuľka 1 normy STN 03 8372) a hodnotením chemických ukazovateľov korózneho rizika (tabuľka 2 normy).

**Merná elektrická vodivosť** vôd je mierou obsahu vo vode prítomných všetkých elektrolytov, teda aj tých iónov (napr.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), ktoré nemajú korozívny vplyv na kovové materiály. Vytvárajú ale dobre vodivé prostredie pre vznik a šírenie bludných prúdov a následne elektrochemické rozpúšťanie kovov pre tie konštrukcie a zariadenia, akými sú v križovanie železníc, blízke oceľové a železobetónové mosty, nadjazdy, podjazdy alebo aj portálové steny tunelov. Vo vzorkách vôd bola analyzovaná merná elektrická vodivosť od 472 až 554  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , čo tvorí **prostredie s veľmi vysokou agresivitou s stupňom agresivity IV**. Uvedený stupeň agresivity v oblasti mostných objektov vplyvom bludných prúdov a iných vplyvov je odporúčané spresniť na základe výsledkov korózneho geofyzikálneho prieskumu.

Z výsledných stanovení hodnotiacich ukazovateľov vyplýva, že **podzemné vody tvoria kvapalné prostredie s veľmi nízkou chemickou agresivitou na železo so stupňom korózneho agresivity I**.

Laboratórne stanovené obsahy hodnotiacich ukazovateľov koróznej agresivity na železné materiály porovnané s medznými hodnotami normy sú spracované v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Prehľad stanovených ukazovateľov agresívnych vlastností podzemných vôd na ocel' podľa STN 03 8372 (tab. 1 a tab. 2 hodnotiacej normy) a na betón podľa STN EN 206-1:2015

Vrt	merná elektrická vodivosť	pH	Mg	NH <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> +Cl <sup>-</sup>	agresívny CO <sub>2</sub> na železo / betón	agresivita prostredia na železo - stupeň agresivity STN 03 8372 (tabuľka1)	agresivita prostredia na železo - stupeň agresivity STN 03 8372 (tabuľka2)	agresivita prostredia na betón - stupeň agresivity STN EN 206-1
	μS.cm <sup>-1</sup>									
Most SO 204										
M-204-04	517	7,70	19,0	0,1	26,9	33,28	0 / 0	veľmi vysoká IV. stupeň	veľmi nízka I. stupeň	bez nebezpečenstva chemického pôsobenia
M-204-06	505	7,61	19,9	0,08	25,6	28,79	0 / 0	veľmi vysoká IV. stupeň	veľmi nízka I. stupeň	bez nebezpečenstva chemického pôsobenia
M-204-07	554	7,79	22,6	0,18	30,7	40,27	0 / 0	veľmi vysoká IV. stupeň	veľmi nízka I. stupeň	bez nebezpečenstva chemického pôsobenia
Trasa D1 v km 7,100-8,500										
IV-69	472	7,78	16,8	0,03	12,4	15,59	0 / 0	veľmi vysoká IV. stupeň	veľmi nízka I. stupeň	bez nebezpečenstva chemického pôsobenia

### Agresívne vlastnosti podzemných vôd na betón

Agresívne vlastnosti podzemnej vody na betón boli posudzované podľa hodnotiacej normy STN EN 206-1:2015 – Betón, Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda. Z výsledných stanovení hodnotiacich ukazovateľov vyplýva, že v analyzovaných podzemných vodách tvoria prostredie **bez nebezpečenstva chemického pôsobenia na základový betón.**

Laboratórne stanovené obsahy hodnotiacich ukazovateľov koróznej agresivity na betón porovnané s medznými hodnotami normy sú spracované v tabuľke 2.

### Zhodnotenie agresívnych vlastností zemín

Hodnotenie stupňa korózneho pôsobenia zemín na železné materiály podľa normy STN 03 8372). Pre hodnotenie chemického pôsobenia zemín na betón bola použitá hodnotiacia norma STN EN 206-1. Analyzované obsahy hodnotiacich ukazovateľov agresivity zemín sú spracované v tabuľke 3.

Z výsledkov stanovení hodnotiacich ukazovateľov agresívnych vlastností zemín (tabuľka 4) vyplýva, že **výluhy zeminy sú bez nebezpečenstva chemického pôsobenia na základový betón.**

Na základe laboratórnych obsahov percentuálneho zastúpenia chloridov a celkovej síry (tabuľka 3) boli zeminy z vrtu M-204-06 **prostredím s veľmi nízkou agresivitou prostredia na ocel' so stupňom agresivity prostredia I.** Vo vzorkách zeminy odobratých z vrtov **M-204-04 a M-204-07** boli analyzované mierne vyššie percentuálne obsahy celkovej síry nad 0,1% resp. od 0,12 do 0,14%, preto sú hodnotené zeminy **prostredím so strednou agresivitou prostredia so stupňom II.** Na ochranu kovových materiálov norma odporúča použiť normálnu izoláciu.

Tabuľka 3 Stupeň chemického pôsobenia zemín na betón a korózneho pôsobenia na kovové materiály

Geologické dielo (hlbka odberu)	obsah Cl <sup>-</sup>	obsah celk. síry	obsah SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	kyslosť zemín	STN EN 206-1 (chemický účinok na betón)	STN 03 8372 (agresivita na kovové materiály)
	%	%	mg/kg	ml/kg		
M-204-04	<0,01	0,12	12,5	<2	bez chemického pôsobenia	stredná II. stupeň
M-204-06 (14,8 m)	<0,01	0,09	8,2	11,4	bez chemického pôsobenia	veľmi nízka I. stupeň
M-204-07 (17,0m)	<0,01	0,14	22,2	<2	bez chemického pôsobenia	stredná II. stupeň

Vypracoval : Mgr. Marián Coplák

**ZOZNAM LITERATÚRY:**

- Gazda, S.: Chemizmus podzemných vôd Západných Karpát a jeho genetická klasifikácia. Materiály z III. celoslovenskej konferencie, II. časť. GÚDŠ Bratislava, 1974
- Gazda, S.: Modifikácia Palmerovho klasifikačného systému. Hydrogeologická ročenka 1970/1971
- Národná príloha STN EN 206-1: 2015 Betón, časť 1, Špecifikácia, vlastnosti, výroba, zhoda.
- STN ISO 5667-6: 2007 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 6: Pokyny na odber vzoriek z riek a potokov
- STN ISO 5567-11 Kvalita vody, odber vzoriek, časť 11: Pokyny na odber vzoriek podzemných vôd.
- STN 03 8372 Zásady ochrany proti korózii nelineových zariadení uložených v zemi alebo vo vode zo dňa 2. 2. 1977



INGEO-ENVILAB

**I N G E O - E N V I L A B, s. r. o.**  
B y t ě i c k á 1 6, 0 1 0 0 1 Ž i l i n a

---

**VÝSLEDKY LABORATÓRNYCH SKÚŠOK**  
**Z MECHANIKY HORNÍN**

**Názov úlohy: D1 Hubová – Ivachnová, nová trasa OHL**

**Číslo úlohy: L09/ 218**

**V Žiline 21. júla 2016**

INGEO-ENVILAB, s.r.o.  
Bytčická 16 ©  
010 01 ŽILINA

**Ing. Stanislav Janiš**  
**riaditeľ DMZH**

Správa divízie mechaniky zemín a hornín k výsledkom laboratórnych skúšok z úlohy:

## **D1 Hubová – Ivachnová, nová trasa OHL**

### **číslo úlohy L09/218**

Do laboratória mechaniky hornín bolo dodaných na spracovanie 12 ks neporušených vzoriek /vrtné jadrá/. Na základe požiadaviek objednávateľa CAD-ECO a.s. Žilina boli všetky vzorky spracované a vykonané skúšky na zistenie fyzikálnych a mechanických vlastností hornín v zmysle nasledujúcich noriem:

**Vlhkosť** STN EN 1097-5 (72 1187) bola stanovená váhovo na 5-tich telieskach nepravidelného tvaru .....tab.č.1

**Objemová hmotnosť** STN EN 1936 (72 1154) bola stanovená váhovo na 5-tich telieskach nepravidelného tvaru .....tab.č.1

**Merná hmotnosť** STN EN 1936 (72 1154) bola stanovená pyknometricky, váhovo na rozomletej a vysušenej hornine zdrobnenej pod 0,063 mm. Výsledná hodnota je aritmetickým priemerom 3 súdežných stanovení .....tab.č.1

**Nasiakavosť do ustálenej hmotnosti** STN EN 13 755 (72 1149) bola stanovená váhovo na 5-tich telieskach nepravidelného tvaru .....tab.č.1

**Hutnosť a pórovitosť** STN EN 1936 (72 1154) boli vypočítané zo stanovenia objemovej a mernej hmotnosti horniny .....tab.č.1

**Stupeň nasýtenia** bol vypočítaný zo stanovení vlhkosti, objemovej a mernej hmotnosti horniny .....tab.č.1

**Pevnosť horniny v prostom tlaku** (STN 72 1163, STN EN 1926) bola zisťovaná v jednoosom zaťažovacom zariadení na skúšobných telieskach u horniny v okamžitom stave ..... tab.č.2

**Pretvárne vlastnosti horniny** - hodnoty modulu pretvárnosti, pružnosti a Poissonovho čísla (STN 72 1165) boli stanovené cyklickým zaťažovaním skúšobných telies v okamžitom stave. Hodnoty pretvárnych vlastností horniny sú vyjadrené z oblasti cca 30-70% pevnosti v tlaku po deformačnej skúške ..... tab.č.2,3  
Grafické znázornenie priebehu deformačných skúšok je na prílohách č. 1 - 10.

Jednotlivé výsledky laboratórnych skúšok sú uložené ako prvotná dokumentácia u spracovateľa. Dosiahnuté výsledky sú uvedené v tabuľkách a v grafických prílohách.

**PREHLADNÁ TABUĽKA VÝSLEDKOV LABORATÓRNYCH SKÚŠOK**  
**- FYZIKÁLNE VLASTNOSTI**

tab.č. 1

Labor. číslo vzorky	Odber vzorky		Vlhkosť [%]	Objemová hmotnosť [gcm <sup>-3</sup> ]	Merná hmotnosť [gcm <sup>-3</sup> ]	Nasiakavosť [%]	Hutnosť [%]	Pórovitosť [%]	Stupeň nasýtenia [%]
	prieskumné dielo	hĺbka [m]							
428	230-01	13,20-20,0	0,15	2,69	2,723	0,20	98,79	1,21	33,29
454	NT-01	4,0-23,0	0,18	2,69	2,725	0,26	98,72	1,28	37,70
455	NT-01	31,0-40,0	0,32	2,68	2,727	0,73	98,28	1,72	49,76
705	NT-04	18,5-25,0	0,63	2,65	2,734	1,36	96,93	3,07	54,34
1020	NT-06	16,0-20,0	1,54	2,56	2,697	2,58	94,92	5,08	77,61
1021	NT-06	25,0-32,0	1,06	2,61	2,721	1,98	95,92	4,08	67,82
1013	NT-07	26,0-39,0	1,08	2,59	2,699	2,36	95,96	4,04	69,26
991	NT-08	27,0-29,0	0,59	2,66	2,737	0,81	97,19	2,81	55,79
860	NT-09	25,0-29,0	1,54	2,56	2,706	2,56	94,60	5,40	73,07
975	NT-10	9,0-11,0	1,48	2,58	2,707	2,13	95,31	4,69	81,39
1061	NT-11	25,0-45,0	1,23	2,60	2,719	1,92	95,62	4,38	73,07
1062	NT-11	31,0-41,0	6,44	2,27	2,686	-	84,51	15,49	94,39

**PREHLADNÁ TABUĽKA VÝSLEDKOV LABORATÓRNYCH SKÚŠOK**  
**- MECHANICKÉ VLASTNOSTI**

tab.č. 2

Labor. číslo vzorky	Odber vzorky		Modul deformácie [MPa]	Modul pružnosti [MPa]	Poissonovo číslo [-]	Prostý tlak okamžitý stav [MPa]
	prieskumné dielo	hĺbka [m]				
428	230-01	13,20-20,0	12 743	12 809	0,147	109,90
454	NT-01	4,0-23,0	-	-	-	78,89
455	NT-01	31,0-40,0	7 249	9 039	0,183	48,10
705	NT-04	18,5-25,0	2 808	4 624	0,244	12,48
1020	NT-06	16,0-20,0	2 847	5 134	0,242	8,14
1021	NT-06	25,0-32,0	4 720	6 766	0,240	13,25
1013	NT-07	26,0-39,0	2 755	4 321	0,243	13,78
991	NT-08	27,0-29,0	7 241	8 594	0,187	30,57
860	NT-09	25,0-29,0	4 674	6 731	0,238	10,54
975	NT-10	9,0-11,0	2 241	3 668	0,247	15,64
1061	NT-11	25,0-45,0	3 296	5 420	0,243	9,86
1062	NT-11	31,0-41,0	-	-	-	0,26

## PRETVÁRNE VLASTNOSTI HORNINY

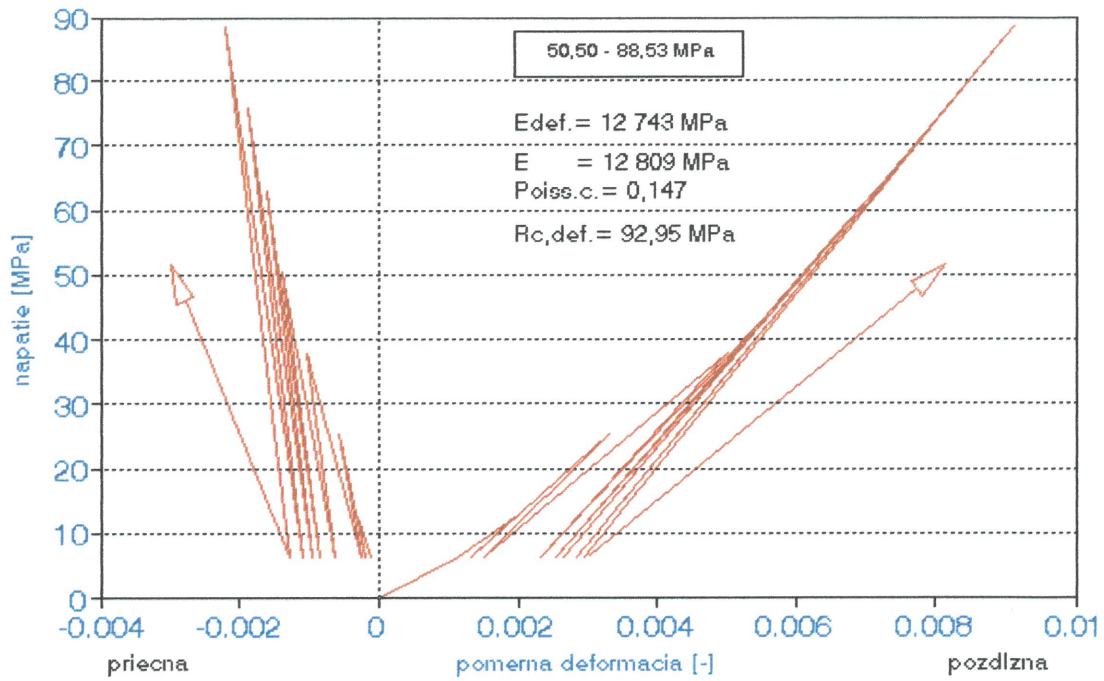
tab.č. 3

Labor. číslo vzorky	Odber vzorky		Obor napätia [MPa]	Modul deformácie [MPa]	Modul pružnosti [MPa]	Poissonove číslo [-]	Pevnosť v tlaku po deform. skúške [MPa]	Príloha číslo
	prieskumné dielo	hĺbka [m]						
428	230-01	13,20-20,0	50,59-88,53	12 743	12 809	0,147	92,95	1
455	NT-01	31,0-40,0	19,02-38,04	7 249	9 039	0,183	47,86	2
705	NT-04	18,5-25,0	6,97-10,45	2 808	4 624	0,244	14,52	3
1020	NT-06	16,0-20,0	3,46-6,92	2 847	5 134	0,242	8,65	4
1021	NT-06	25,0-32,0	8,73-17,46	4 720	6 766	0,240	18,33	5
1013	NT-07	26,0-39,0	5,15-10,31	2 755	4 321	0,243	12,89	6
991	NT-08	27,0-29,0	11,37-22,74	7 241	8 594	0,187	30,69	7
860	NT-09	25,0-29,0	6,88-10,32	4 674	6 731	0,238	12,62	8
975	NT-10	9,0-11,0	8,17-16,34	2 241	3 668	0,247	19,48	9
1061	NT-11	25,0-45,0	8,67-17,34	3 296	5 420	0,243	17,91	10



# PRETVARNE VLASTNOSTI HORNINY

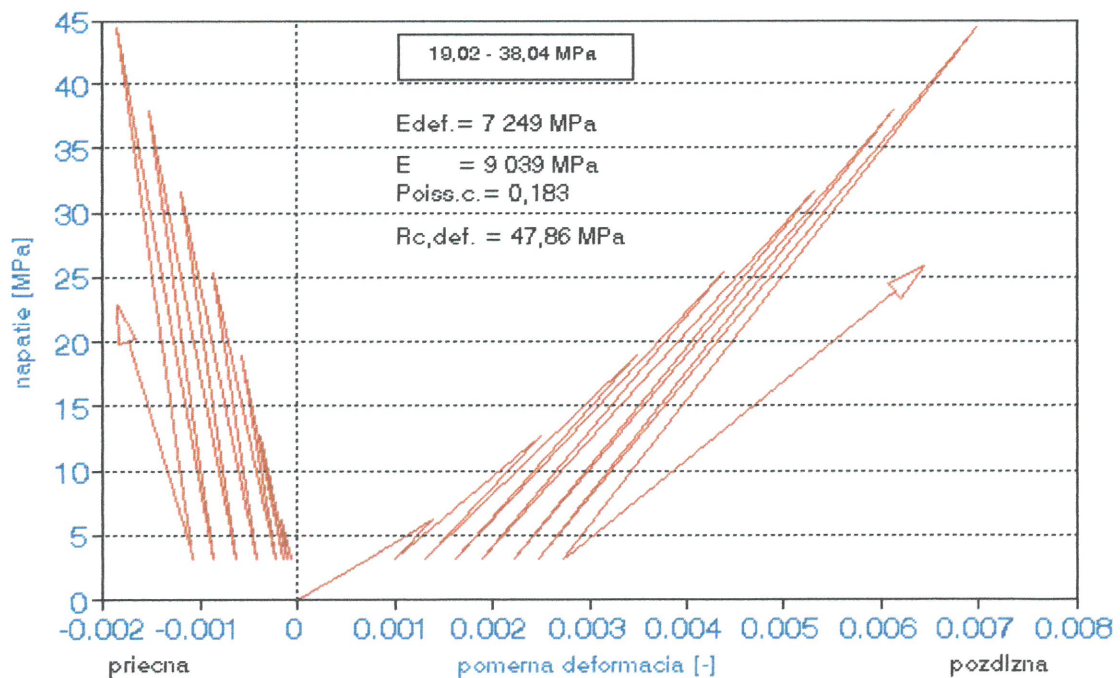
lab.c: 428 230-01 13,20-20,0m



príloha c. 1

# PRETVARNE VLASTNOSTI HORNINY

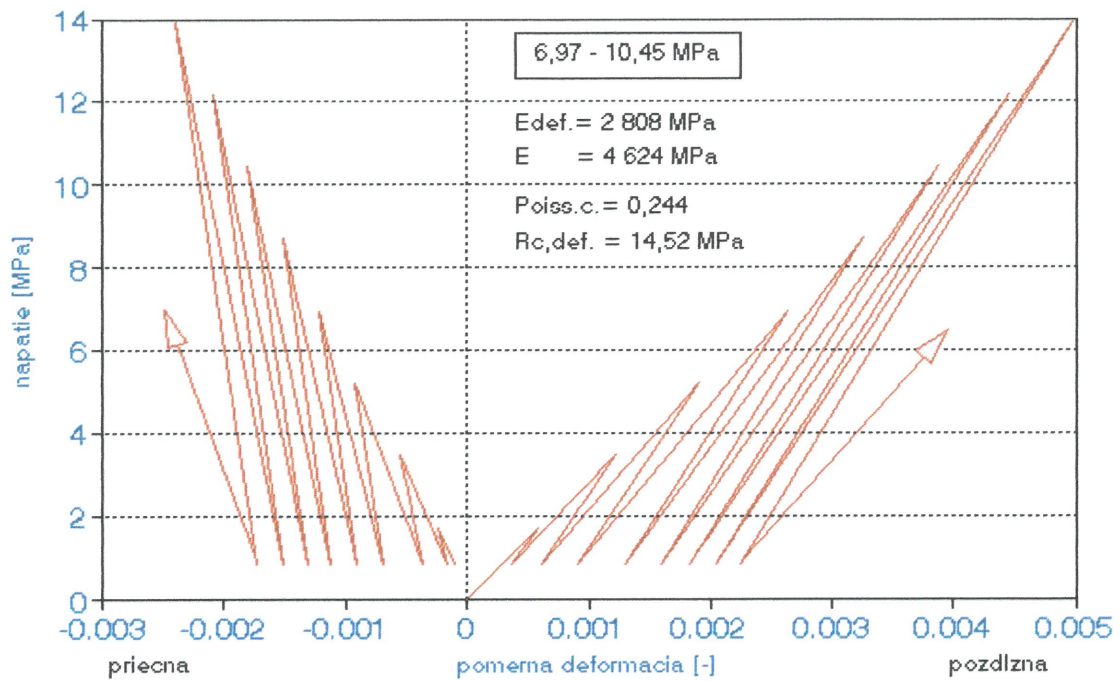
lab.c: 455 NT-01 31,0-40,0m



príloha c. 2

# PRETVARNE VLASTNOSTI HORNINY

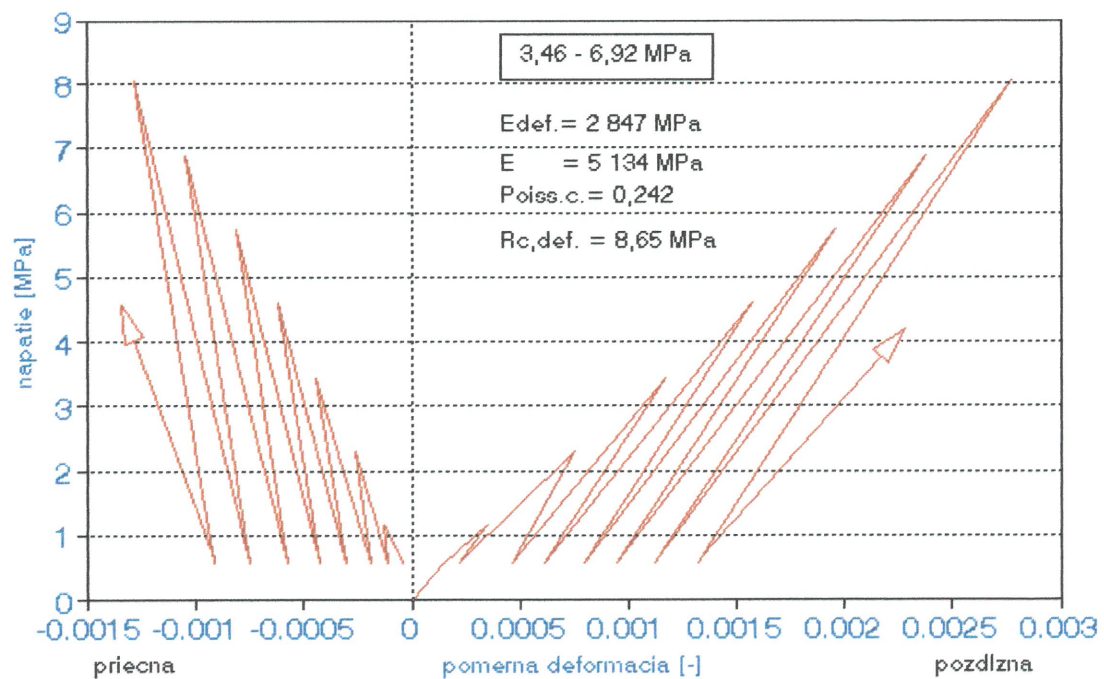
lab.c: 705 NT-04 18,50-25,0m



priloha c. 3

# PRETVARNE VLASTNOSTI HORNINY

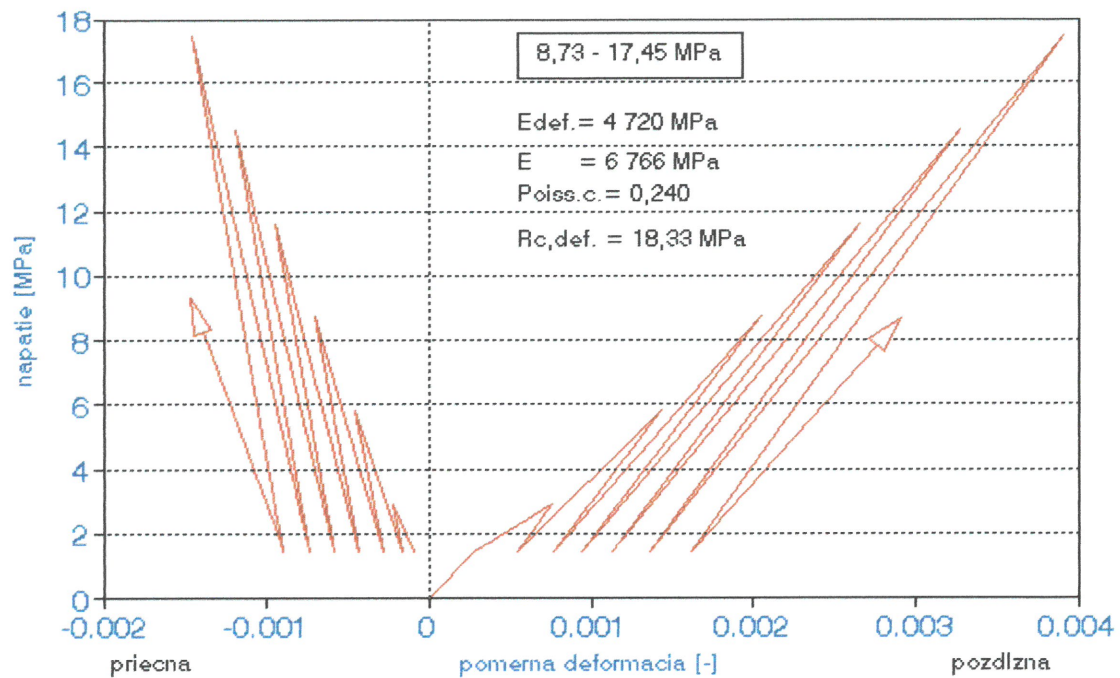
lab.c: 1020 NT-06 16,0-20,0m



priloha c. 4

## PRETVARNE VLASTNOSTI HORNINY

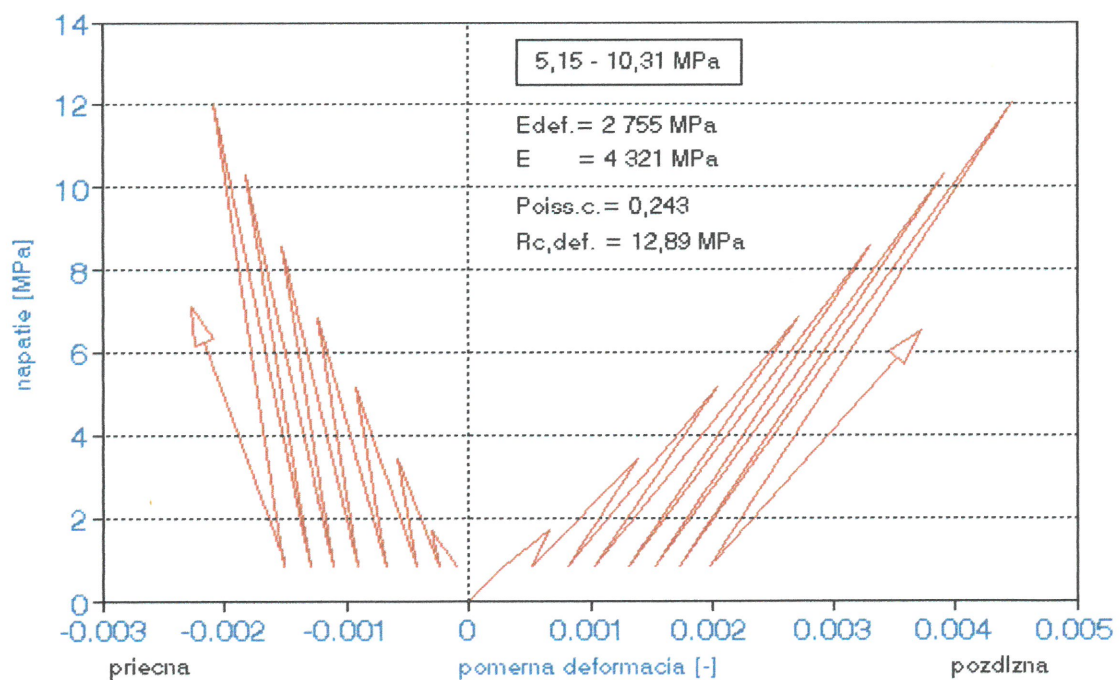
lab.c: 1021 NT-06 25,0-32,0m



priloha c. 5

## PRETVARNE VLASTNOSTI HORNINY

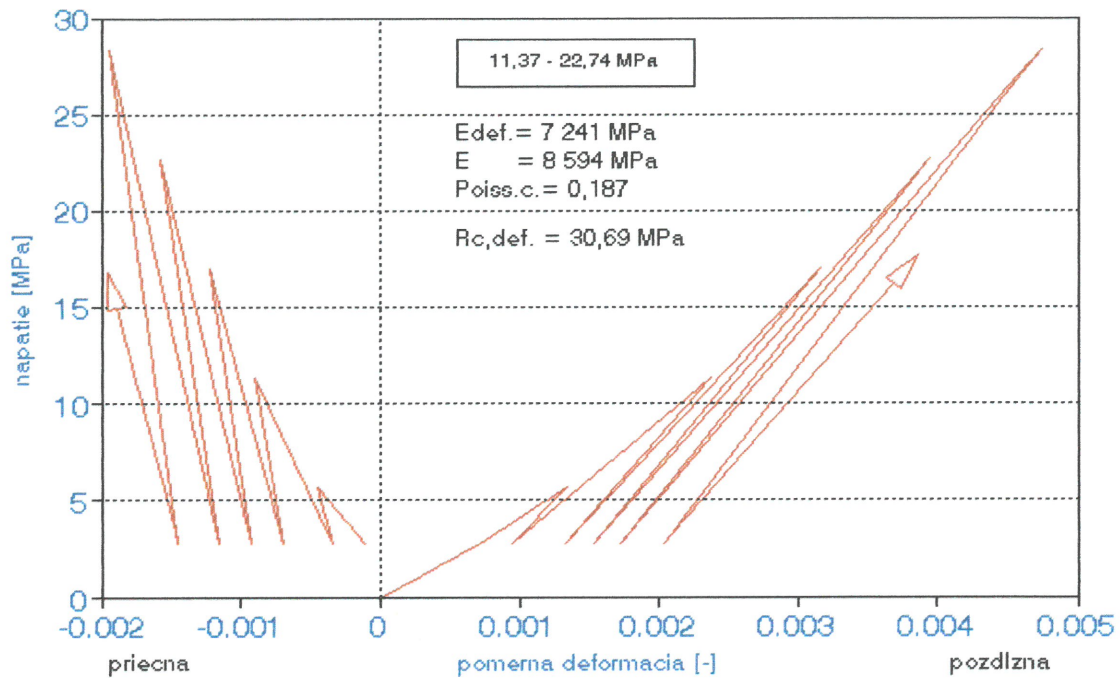
lab.c: 1013 NT-07 26,0-39,0m



priloha c. 6

# PRETVARNE VLASTNOSTI HORNINY

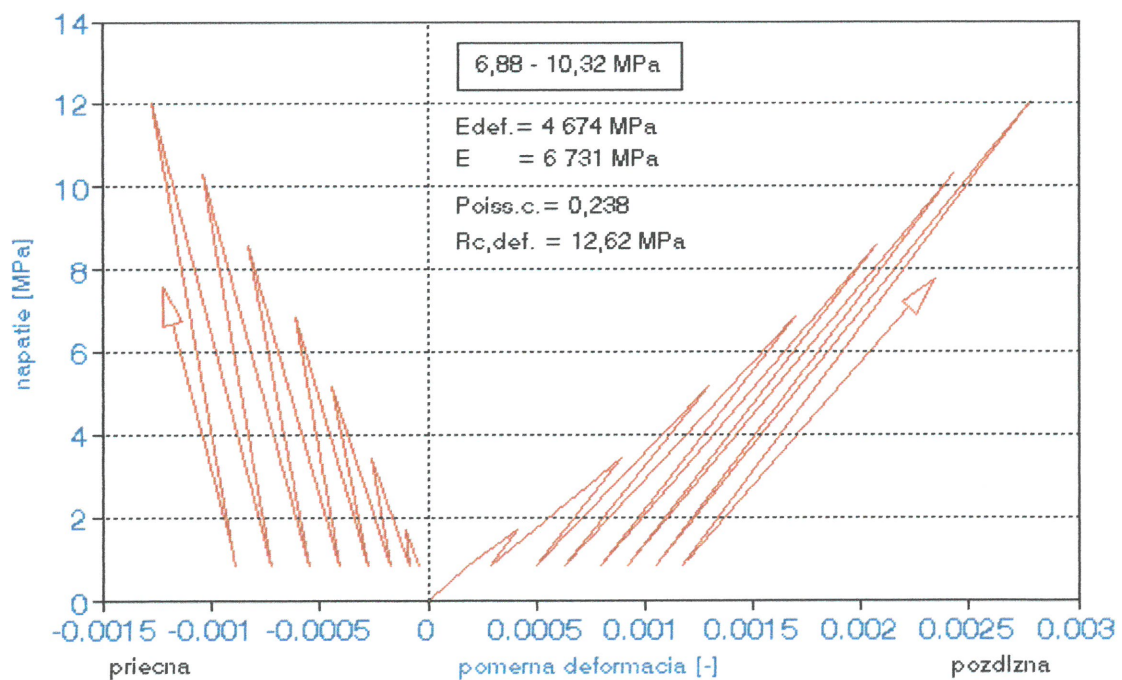
lab.c: 991 NT-08 27,0-29,0m



priloha c. 7

# PRETVARNE VLASTNOSTI HORNINY

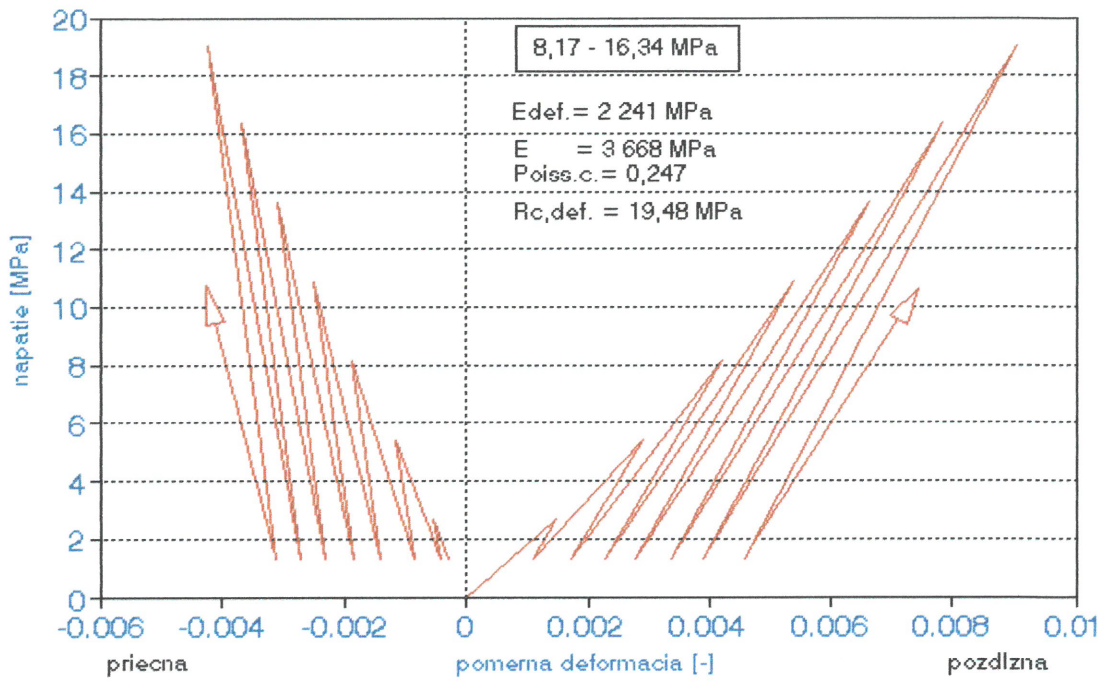
lab.c: 860 NT-09 25,0-29,0m



priloha c. 8

# PRETVARNE VLASTNOSTI HORNINY

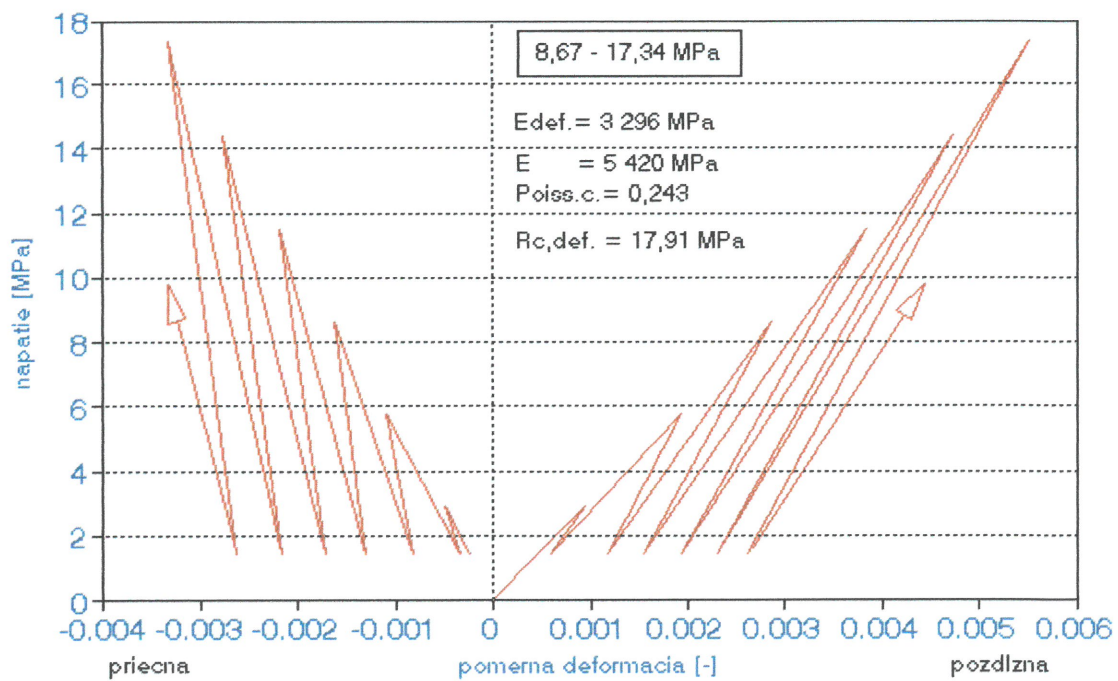
lab.c: 975 NT-10 9,0-11,0m



priloha c. 9

# PRETVARNE VLASTNOSTI HORNINY

lab.c: 1061 NT-11 25,0-45,0m



priloha c. 10



**I N G E O – E N V I L A B, s. r. o.**  
**B y t ě i c k á 1 6 , 0 1 0 0 1 Ž i l i n a**

---

**VÝSLEDKY LABORATÓRNYCH SKÚŠOK**  
**Z MECHANIKY ZEMÍN**

**Názov úlohy: Diaľnica D1 Hubová-Ivachnová, nová trasa, podrobný  
inžinierskogeologický prieskum, č.ú.166/2016/ZA**

**Číslo úlohy : L09/218**

**V Žiline, 28. júla 2016**

**Ing. Stanislav Janiš**  
**riaditeľ DMZH**

**SPRÁVA LABORATÓRIA MECHANIKY ZEMÍN K VÝSLEDKOM LABORATÓRNYCH SKÚŠOK Z ÚLOHY Diaľnica D1 Hubová-Ivachnová, nová trasa, podrobný inžinierskogeologický prieskum, č.ú.166/2016/ZA, číslo úlohy L09/218.**

Do laboratória mechaniky zemín bolo dodaných na spracovanie 65 vzoriek zeminy, z toho 28 neporušených /jadrá/ a 37 porušených /vrecká/. Na základe požiadaviek objednávateľa CAD-ECO a.s. Žilina boli všetky vzorky spracované a boli vykonané skúšky na zistenie fyzikálnych a mechanických vlastností zemín v zmysle nasledujúcich noriem:

- 1. Granulometrický rozbor** - podľa Mechanika zemín - metodiky, ČGÚ Praha 1987, 3.1.B, postup II. podiel frakcií nad 0,125 mm zistený osievaním na sítach, frakcie pod 0,125 mm odskúšané hustotnou metódou /Cassagrande/. Krivky zrnitosti s pomenovaním zemín sú na samostatných prílohách. Pomenovanie zemín je vykonané podľa STN 72 1001.
- 2. Konzistenčné medze :**  
medza tekutosti - stanovená štvorbodovou metódou pomocou Atterbergovej misky - metóda A - podľa STN 72 1014, medza plasticity metódou valčekovania zeminy - podľa STN 72 1013. Hodnoty  $w_L$  a  $w_p$  sú uvedené v tabuľke výsledkov laboratórnych skúšok.
- 3. Vlhkosť** - prirodzená vlhkosť stanovená pomocou vysušania zeminy - metóda A - podľa STN 72 1012. Hodnoty  $w$  sú uvedené v tabuľke výsledkov laboratórnych skúšok.
- 4. Objemová hmotnosť** - stanovená pomocou vyrezávacieho krúžku známeho objemu - metóda A a pomocou objemu vytlačenej vody - metóda C - podľa STN 72 1010. Objemová hmotnosť metódou A bola stanovená z valčekov určených na skúšku pevnosti v prostom tlaku a triaxiálovú skúšku. Hodnoty  $\rho_n$  a  $\rho_d$  sú uvedené v tabuľke výsledkov laboratórnych skúšok.
- 5. Zdanlivá hustota** - podľa STN 72 1011 - pyknometricky. Hodnoty  $\rho_s$  sú uvedené v tabuľke výsledkov laboratórnych skúšok.
- 6. Obsah organických látok** - podľa STN 72 1021 - chemicky. Hodnoty  $I_{om}$  sú uvedené v tabuľke výsledkov laboratórnych skúšok.
- 7. Zhutiteľnosť zeminy** - skúška Proctor štandard - podľa STN 72 1015. Hodnoty  $w_{opt}$  a  $\rho_{d max}$  sú uvedené v tabuľke výsledkov laboratórnych skúšok.
- 8. Kalifornský pomer únosnosti - skúška CBR** - skúška vykonaná podľa STN 72 1016. Hodnoty pomeru únosnosti sú uvedené v tabuľke výsledkov laboratórnych skúšok.
- 9. Šmyková pevnosť zeminy skúškou v prostom tlaku** - podľa STN 72 1025 - rýchlosť stláčania vzorky 1 mm/min. Skúška bola vykonaná v triaxiálnej komore univerzálneho zaťažovacieho systému. Hodnoty pevnosti v prostom tlaku  $q_u$  sú uvedené v tabuľke výsledkov laboratórnych skúšok.
- 10. Nekonsolidovaná neodvodnená šmyková pevnosť / triaxiál/** - podľa STN 72 1031 - vykonaná v triaxiálnej komore univerzálneho zaťažovacieho systému pri rýchlosti stláčania vzorky 1 mm/min. Hodnoty šmykových parametrov  $\phi_u$  a  $c_u$  sú uvedené v tabuľke výsledkov laboratórnych skúšok.
- 11. Konsolidovaná odvodnená šmyková pevnosť** - podľa STN 72 1030 - vykonaná v šmykovom prístroji pri navrhnutých zaťaženiach 0,1 - 0,2 - 0,3 - 0,4 MPa, rýchlosť posunu čeluste 0,01 mm/min., pri reziduálnej šmykovej pevnosti je rýchlosť posunu čeluste 0,05 mm/min. Hodnoty šmykových parametrov  $\phi_{ef,r}$  a  $c_{ef,r}$  sú uvedené v tabuľke výsledkov laboratórnych skúšok.

Počet dodaných vzoriek 19 / 11 neporušených a 8 porušených /  
Počet spracovaných vzoriek 19

Počet vykonaných skúšok :

granulometrický rozbor	19
medza tekutosti	19
medza plasticity	19
vlhkosť	19
objemová hmotnosť	15
zdanlivá hustota	12
obsah organických látok	1
Proctor štandard	1
CBR	1
prostý tlak	6
nekonsolidovaná neodvodnená šmyková pevnosť / triaxiál /	2
konsolidovaná odvodnená šmyková pevnosť	3 / z toho 3 reziduálna/

Vypracovala : Ing. Tojčíková Mária  
VLMZ

Schválil : Ing. Janiš Stanislav  
riaditeľ DMZH

V Žiline ,28. júla 2016.





## Evidencia vykonaných laboratórných skúšok

Názov úlohy: D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL

Číslo úlohy: L09/218

Odberateľ: CAD-ECO a.s.

Laboratórne číslo vzorky	Druh obalu	Číslo sondy	Hĺbka [m]		Vlhkosť	Zrnitosť	Objemová hmotnosť	Zdaniľivá hustota	Konzist. medze	Obsah org.látok	Obsah uhlíčanov	Stlačiteľnosť	Stlačiteľnosť s rek.	Čas.priebeh stlač.	Presadavosť	Bobtnavosť	Proctor standard	CBR	Čelúst.šmyk.sk.	Čelúst.šmyk.sk.-rez.	Triaxiálna skúška	Prostý tlak	Priepustnosť	Kamenivo	Poznámka
			Od	Do																					
698	NV	NT-03	11,40	11,60	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	-	-	
697	NV	NT-03	19,00	23,00	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	
702	NV	NT-04	0,50	1,00	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	V	-	-	
703	PV	NT-04	2,00	4,00	V	V	V	V	-	V	-	-	-	-	-	-	V	V	-	-	-	-	-	-	
704	NV	NT-04	8,00	8,50	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	-	
856	NV	NT-04	27,50	33,50	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	
857	PV	NT-04	33,50	38,00	V	V	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1016	PV	NT-06	1,00	1,30	V	V	V	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1017	PV	NT-06	5,00	5,50	V	V	V	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1018	NV	NT-06	6,70	7,00	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1019	PV	NT-06	38,00	40,00	V	V	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1011	NV	NT-07	3,00	3,30	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0*	-	-	-	*vylúčená skúška, veľké úlomky
1012	PV	NT-07	7,00	10,00	V	V	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	
992	NV	NT-08	1,00	1,50	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
993	NV	NT-08	4,00	4,50	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	
859	PV	NT-09	2,10	2,20	V	V	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
858	NV	NT-09	6,70	7,40	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
976	PV	NT-10	1,00	1,80	V	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	
977	NV	NT-10	9,00	11,00	V	V	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Počet vyhodnotených skúšok			SPOLU		19	19	15	12	19	1							1	1	0	3	2	6			



INGEO – ENVILAB, s.r.o.

Divízia mechaniky zemín a hornín, Bytčická 16,

010 01 Žilina

Telefón:041/7635097



 **SNAS**

Reg. No. 103/S-008

## Protokol o skúškach č.106/2016

**Názov úlohy:** Diaľnica D1 Hubová-Ivachnová, nová trasa, podrobný inžinierskogeologický prieskum, č.ú.166/2016/ZA

**Dodávateľ:** INGEO - ENVILAB, s.r.o., Bytčická 16, 010 01 Žilina

**Odberateľ:** CAD - ECO, s.r.o., stredisko Žilina, Bytčická 2, 011 06 Žilina

**Predmet skúšky:** vzorky zemín

**Dátum prevzatia vzoriek:** 14.4.- 13.6.2016

**Dátum vykonania skúšok:** 14.4.- 28.6.2016

Typ skúšky :	Norma :	Rozmer :	Označenie :
Vlhkosť	STN 72 1012	%	w
Objem.hmotnosť vlhkej zeminy	STN 72 1010	g.cm <sup>-3</sup>	ρ <sub>a</sub>
Zdanlivá hustota	STN 72 1011	g.cm <sup>-3</sup>	ρ <sub>s</sub>
Zrinitosť	Mechanika zemín-metodiky, ČGÚ 1987	-	-
Medza tekutosti	STN 72 1014	%	w <sub>L</sub>
Medza plasticity	STN 72 1013	%	w <sub>P</sub>
Prostý tlak :			
.pevnosť v prostom tlaku	STN 72 1025	MPa	q <sub>u</sub>
Obsah organických látok *	STN 72 1021	%	I <sub>om</sub>
Proctor standard :			
. optimálna vlhkosť	STN 72 1015	%	w <sub>opt</sub>
. max.objemová hmotnosť	STN 72 1015	g.cm <sup>-3</sup>	ρ <sub>dmax</sub>
CBR *	STN 72 1016	-	-
Triaxiálna skúška:			
. súdržnosť	STN 72 1031	MPa	c <sub>u</sub>
. uhol vnútorného trenia	STN 72 1031	°	φ <sub>u</sub>
Čefusť.šmyk.sk. - vrcholová :			
. súdržnosť	STN 72 1030	MPa	c <sub>ef</sub>
. uhol vnútorného trenia	STN 72 1030	°	φ <sub>ef</sub>
Čefusť.šmyk.sk.- reziduálna :			
. súdržnosť	STN 72 1030	MPa	c <sub>r</sub>
. uhol vnútorného trenia	STN 72 1030	°	φ <sub>r</sub>

\* neakreditovaná skúška

**Poznámka :**

Výsledky z akreditovaných laborat. skúšok sú uvedené na str. 2/3 až 3/3 v "Tabuľka výsledkov laboratórnych skúšok". Pomenovanie zemín / trieda a symbol/ v prílohe je vykonané výpočtom podľa normy STN 72 1001 na základe výsledkov akreditovaných skúšok zrinitosť, medza tekutosti a medza plasticity.

Dátum: 28.7.2016

Vypracoval: Ing. Tojčíková Mária

Schválil:

Ing. Janiš Stanislav  
riaditeľ DMZH

Uvedené výsledky sa týkajú dodaných vzoriek.

Protokol o skúške môže byť reprodukován len kompletný a žiadna jeho časť nesmie byť použitá bez súhlasu laboratória k propagačným alebo publikačným účelom .



## Tabuľka výsledkov laboratórnych skúšok

Názov úlohy: D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL

Číslo úlohy: L09/218

Odberateľ: CAD-ECO a.s.

Laboratórne číslo vzorky	Číslo sondy	Hĺbka [m]		Vlhkosť [%]		Obj. hmot. [g/cm <sup>3</sup> ]		Zdanl. hustota [g/cm <sup>3</sup> ]	Objem pórov [%]	Stupeň nasýtenia [%]	Obsah org. látok [%]	Konzistenčné medze				Krabicová šmyková skúška				Triaxiálna šmyková skúška		Prostý tlak [MPa]	CBR [%]	Proctor štandard		Trieda a symbol STN 72 1001		
		Od	Do	hm. suš.	obj. suš.	vlh. z.	such. z.					medza tek. [%]	medza plast. [%]	číslo plast. [%]	číslo konzist.	$\phi_{ef}$ [°]	$C_{ef}$ [MPa]	$\phi_r$ [°]	$C_r$ [MPa]	$\phi$ [°]	C [MPa]			Opt. vlhkosť [%]	Max. obj.hm. [gcm <sup>-3</sup> ]			
698	NT-03	11,40	11,60	13,6	26,2	2,19	1,93	2,73	29,4	89,2		38	18	20	1,22	18,3	0,014	13,9	0,005									F2 CG
697	NT-03	19,00	23,00	12,1	24,1	2,23	1,99	2,74	27,4	87,9		36	19	17								0,094						G5 GC
702	NT-04	0,50	1,00	30,6	44,3	1,89	1,45	2,70	46,4	95,4		73	31	42	1,01						9,5	0,071	0,153					F8 CV
703	NT-04	2,00	4,00	14,5	27,0	2,13	1,86					33	17	16	1,16								4,0	12,4	1,95			F2 CG
704	NT-04	8,00	8,50	15,6	28,9	2,14	1,85	2,73	32,2	89,7		35	20	15	1,29	19,9	0,010	16,0	0,003									F2 CG
856	NT-04	27,50	33,50	4,8	11,2	2,44	2,33	2,67	12,8	87,3		30	17	13	1,94							0,193						F2 CG
857	NT-04	33,50	38,00	5,9								29	17	12	1,92													F4 CS
1016	NT-06	1,00	1,30	12,0	23,5	2,19	1,96					39	18	21	1,29													F2 CG
1017	NT-06	5,00	5,50	13,8	26,1	2,15	1,89					36	17	19	1,17													F2 CG
1018	NT-06	6,70	7,00	13,7	26,3	2,18	1,92	2,70	29,0	90,6		36	20	16	1,39	22,9	0,003	18,5	0,001									F2 CG
1019	NT-06	38,00	40,00	12,6								30	16	14														G5 GC
1011	NT-07	3,00	3,30	13,0	24,2	2,10	1,86	2,73	31,9	75,7		35	16	19	1,16													F2 CG
1012	NT-07	7,00	10,00	12,6	25,2	2,25	2,00					35	20	15								0,109						G5 GC
992	NT-08	1,00	1,50	12,9	24,7	2,16	1,91	2,75	30,4	81,1		38	20	18	1,39													F2 CG
993	NT-08	4,00	4,50	15,8	29,2	2,14	1,85	2,73	32,3	90,4		38	21	17	1,31						11,2	0,084						F6 CI
859	NT-09	2,10	2,20	10,4								34	18	16	1,48													F2 CG
858	NT-09	6,70	7,40	10,3	21,4	2,29	2,08	2,68	22,5	94,9		34	17	17	1,39													F2 CG
976	NT-10	1,00	1,80	24,0	36,4	1,88	1,52	2,66	43,0	84,6	3,0	80	36	44	1,27							0,186						F8 CV
977	NT-10	9,00	11,00	6,2	14,0	2,39	2,25	2,76	18,5	75,6		32	17	15	1,72							0,225						F2 CG



## ZRNITOSŤ

Názov úlohy: D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL  
Číslo úlohy: L09/218

Odberateľ: CAD-ECO a.s.

Vzorka	Sonda	Zatriedenie zeminy podľa STN 72 1001		Názov zeminy	Symbol	Obsah frakcie [%]					
		Hĺbka [m]				cl	si	sa	gr	cb	bo
		Od	Do								
698	NT-03	11,40	11,60	íl štrkovitý	CG	14,3	37,5	12,9	35,4	0,0	0,0
697	NT-03	19,00	23,00	štrk ílovitý	GC	7,2	21,9	18,2	52,7	0,0	0,0
702	NT-04	0,50	1,00	íl s veľmi vysokou plasticitou	CV	52,1	37,7	9,5	0,7	0,0	0,0
703	NT-04	2,00	4,00	íl štrkovitý	CG	10,5	36,7	19,5	33,3	0,0	0,0
704	NT-04	8,00	8,50	íl štrkovitý	CG	14,0	50,7	13,4	21,9	0,0	0,0
856	NT-04	27,50	33,50	íl štrkovitý	CG	4,6	32,2	23,7	39,5	0,0	0,0
857	NT-04	33,50	38,00	íl piesčitý	CS	4,5	32,5	33,6	29,4	0,0	0,0
1016	NT-06	1,00	1,30	íl štrkovitý	CG	16,0	37,0	17,7	29,3	0,0	0,0
1017	NT-06	5,00	5,50	íl štrkovitý	CG	14,6	36,7	17,5	31,2	0,0	0,0
1018	NT-06	6,70	7,00	íl štrkovitý	CG	8,6	49,6	20,1	21,6	0,0	0,0
1019	NT-06	38,00	40,00	štrk ílovitý	GC	4,0	24,3	30,7	41,1	0,0	0,0
1011	NT-07	3,00	3,30	íl štrkovitý	CG	14,1	35,4	16,0	34,5	0,0	0,0
1012	NT-07	7,00	10,00	štrk ílovitý	GC	4,9	20,9	22,2	52,0	0,0	0,0
992	NT-08	1,00	1,50	íl štrkovitý	CG	14,7	36,5	16,3	32,5	0,0	0,0
993	NT-08	4,00	4,50	íl so strednou plasticitou	CI	24,1	54,7	12,8	8,5	0,0	0,0
859	NT-09	2,10	2,20	íl štrkovitý	CG	14,3	32,1	19,0	34,7	0,0	0,0
858	NT-09	6,70	7,40	íl štrkovitý	CG	17,1	42,5	16,2	24,2	0,0	0,0
976	NT-10	1,00	1,80	íl s veľmi vysokou plasticitou	CV	40,2	45,5	8,7	5,7	0,0	0,0
977	NT-10	9,00	11,00	íl štrkovitý	CG	8,4	32,5	26,1	33,0	0,0	0,0



INGEO - ENVILAB, s.r.o., Divízia mechaniky zemín a hornín

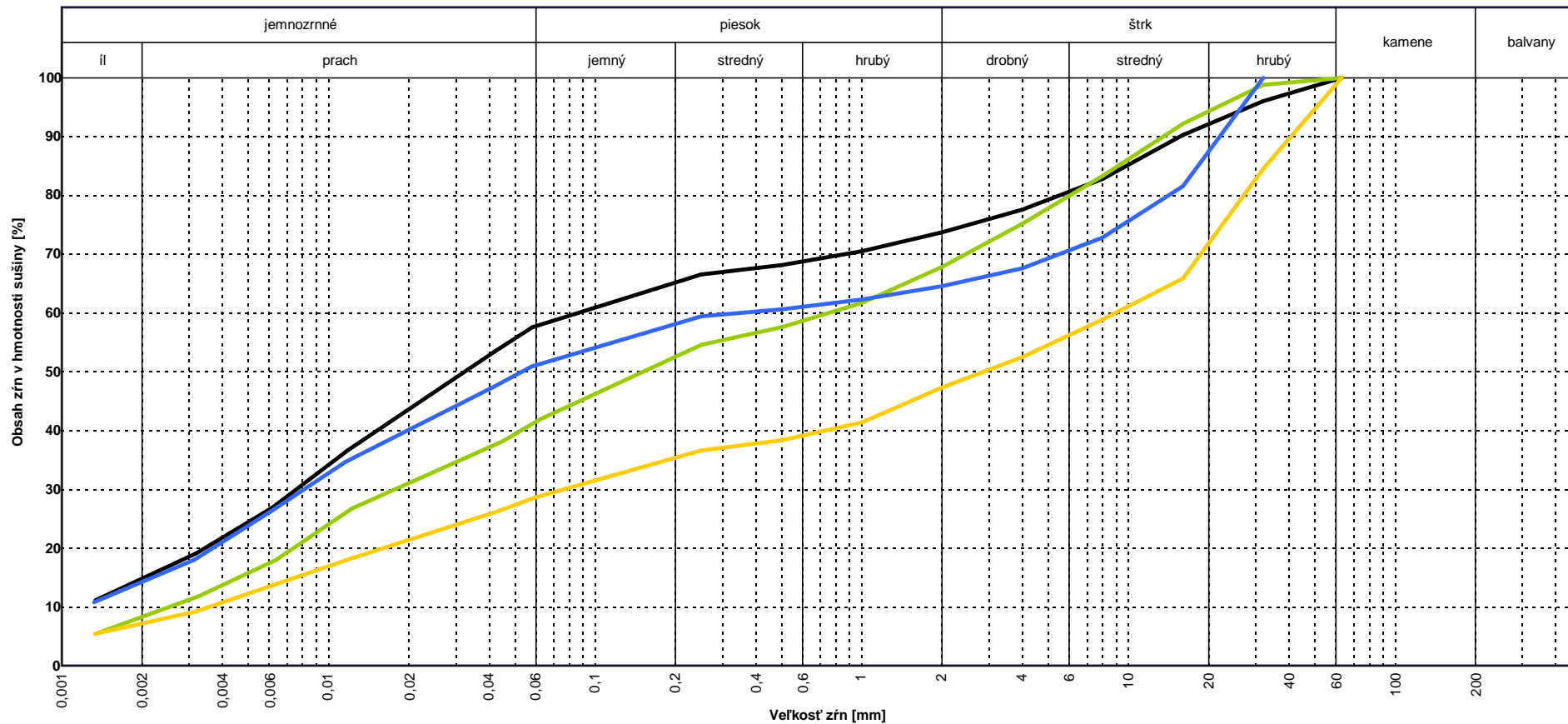
Bytčická 16, 010 01 Žilina

# Zrnitosť

Názov úlohy: D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL

Číslo úlohy: L09/218

Odberateľ: CAD-ECO a.s.



Číslo	Vzorka	Sonda	Hĺbka [m]		Zatriedenie zeminy podľa STN 72 1001										Fil. koef. [m/s]	Obsah frakcie [%]					
			Od	Do	Názov zeminy	Symbol	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>	w [%]	w <sub>L</sub> [%]	w <sub>p</sub> [%]	I <sub>p</sub> [%]	I <sub>c</sub>	cl		si	sa	gr	cb	bo	
—	621	M-204-08	7,50	7,80	íl štrkovitý	CG			14,1	35	19	16	1,31		14,8	43,5	15,4	26,3	0,0	0,0	
—	622	M-204-08	8,20	10,00	íl štrkovitý	CG			11,0	33	17	16	1,38		8,3	33,8	25,7	32,2	0,0	0,0	
—	698	NT-03	11,40	11,60	íl štrkovitý	CG			13,6	38	18	20	1,22		14,3	37,5	12,9	35,4	0,0	0,0	
—	697	NT-03	19,00	23,00	štrk ílovitý	GC			12,1	36	19	17			7,2	21,9	18,2	52,7	0,0	0,0	

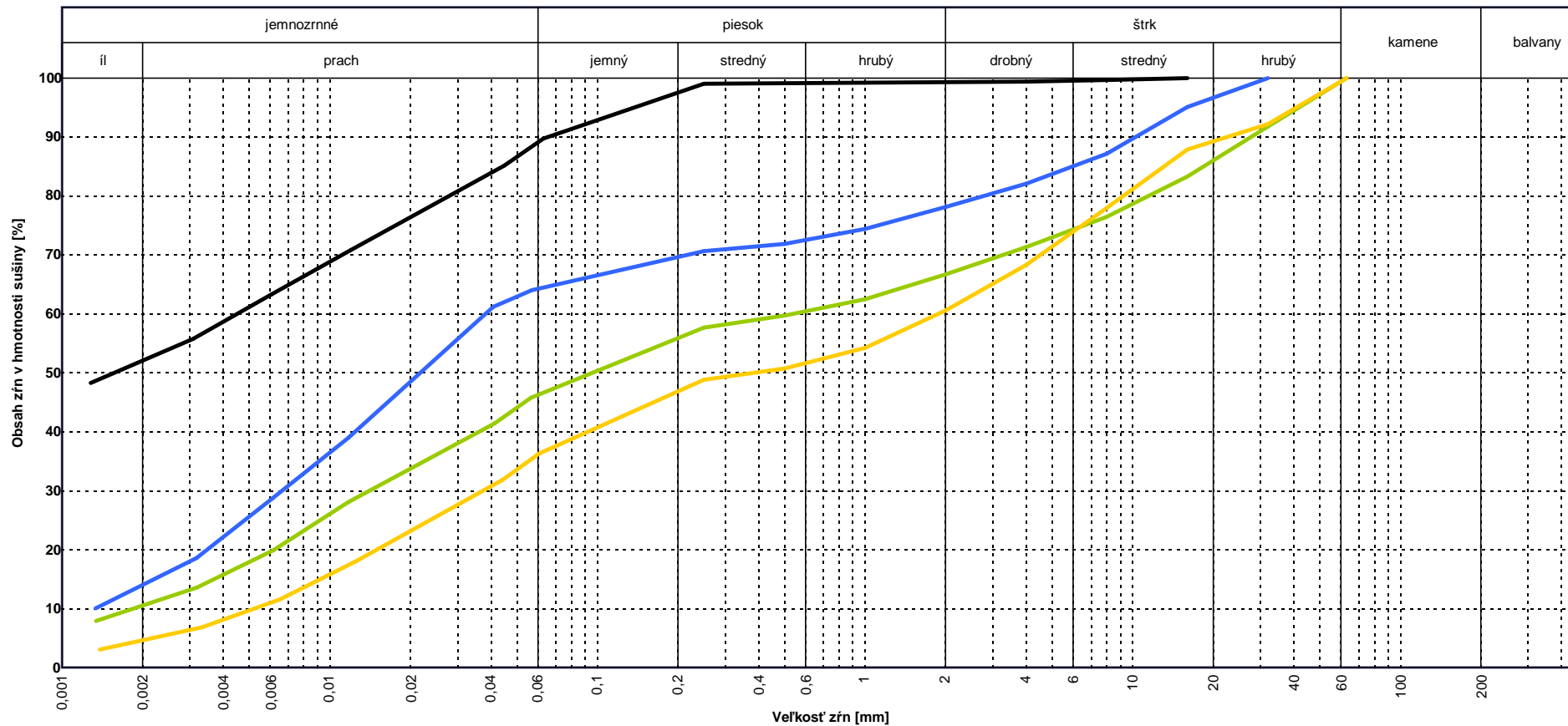


# Zrnitosť

Názov úlohy: D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL

Číslo úlohy: L09/218

Odberateľ: CAD-ECO a.s.



Číslo	Vzorka	Sonda	Hĺbka [m]		Zatriedenie zeminy podľa STN 72 1001										Fil. koef. [m/s]	Obsah frakcie [%]					
			Od	Do	Názov zeminy	Symbol	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>	w [%]	w <sub>L</sub> [%]	w <sub>p</sub> [%]	I <sub>p</sub> [%]	I <sub>c</sub>	cl		si	sa	gr	cb	bo	
—	702	NT-04	0,50	1,00	íl s veľmi vysokou plasticitou	CV			30,6	73	31	42	1,01		52,1	37,7	9,5	0,7	0,0	0,0	
—	703	NT-04	2,00	4,00	íl štrkovitý	CG			14,5	33	17	16	1,16		10,5	36,7	19,5	33,3	0,0	0,0	
—	704	NT-04	8,00	8,50	íl štrkovitý	CG			15,6	35	20	15	1,29		14,0	50,7	13,4	21,9	0,0	0,0	
—	856	NT-04	27,50	33,50	íl štrkovitý	CG			4,8	30	17	13	1,94		4,6	32,2	23,7	39,5	0,0	0,0	



INGEO - ENVILAB, s.r.o., Divízia mechaniky zemín a hornín

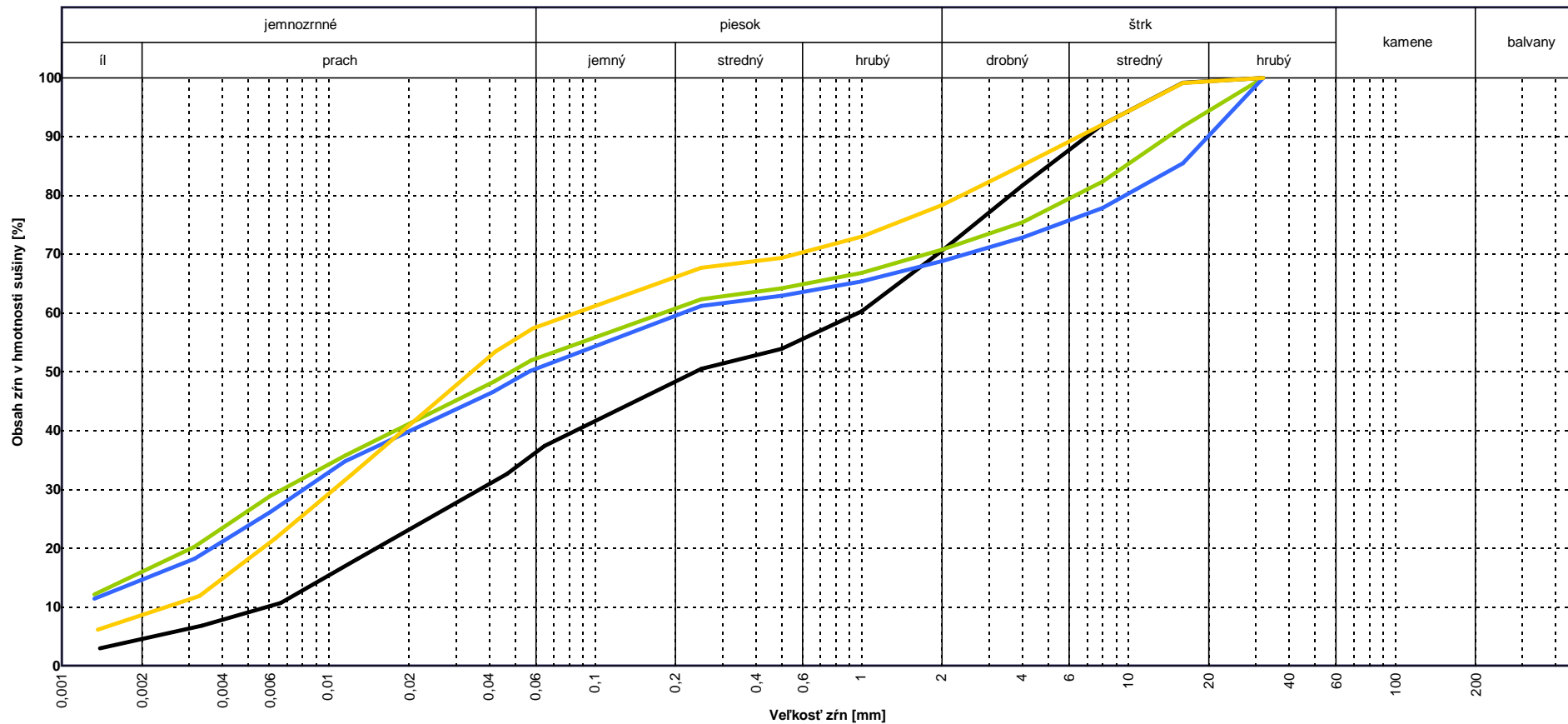
Bytčická 16, 010 01 Žilina

# Zrnitosť

Názov úlohy: D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL

Číslo úlohy: L09/218

Odberteľ: CAD-ECO a.s.



Číslo	Vzorka	Sonda	Hĺbka [m]		Zatriedenie zeminy podľa STN 72 1001										Fil. koef. [m/s]	Obsah frakcie [%]					
			Od	Do	Názov zeminy	Symbol	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>	w [%]	w <sub>L</sub> [%]	w <sub>p</sub> [%]	I <sub>p</sub> [%]	I <sub>c</sub>	cl		si	sa	gr	cb	bo	
—	857	NT-04	33,50	38,00	íl piesčitý	CS			5,9	29	17	12	1,93		4,5	32,5	33,6	29,4	0,0	0,0	
—	1016	NT-06	1,00	1,30	íl štrkovitý	CG			12,0	39	18	21	1,29		16,0	37,0	17,7	29,3	0,0	0,0	
—	1017	NT-06	5,00	5,50	íl štrkovitý	CG			13,8	36	17	19	1,17		14,6	36,7	17,5	31,2	0,0	0,0	
—	1018	NT-06	6,70	7,00	íl štrkovitý	CG			13,7	36	20	16	1,39		8,6	49,6	20,1	21,6	0,0	0,0	



INGEO - ENVILAB, s.r.o., Divízia mechaniky zemín a hornín

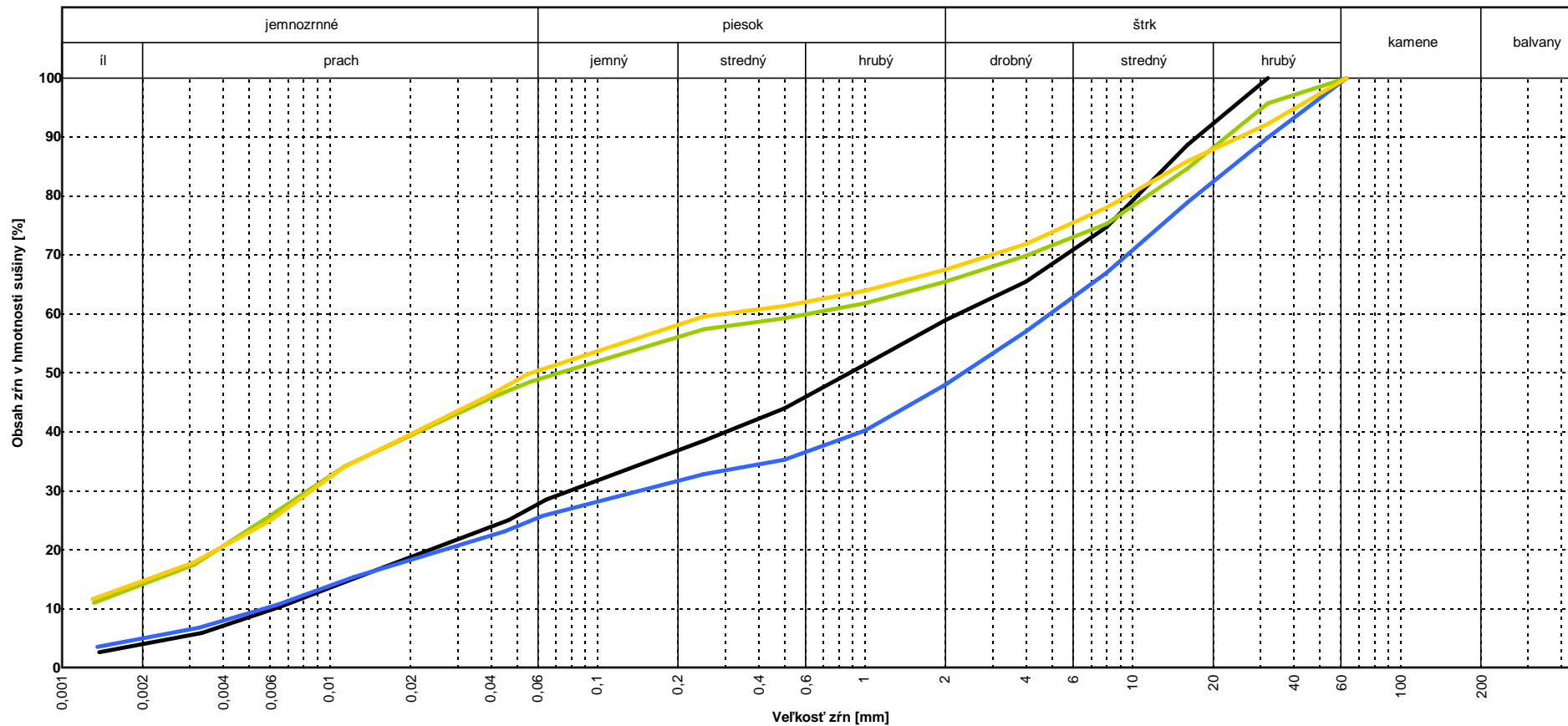
Bytčická 16, 010 01 Žilina

# Zrnitosť

Názov úlohy: D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL

Číslo úlohy: L09/218

Odberateľ: CAD-ECO a.s.



Číslo	Vzorka	Sonda	Hĺbka [m]		Zatriedenie zeminy podľa STN 72 1001										Fil. koef. [m/s]	Obsah frakcie [%]					
			Od	Do	Názov zeminy	Symbol	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>	w [%]	w <sub>L</sub> [%]	w <sub>p</sub> [%]	I <sub>p</sub> [%]	I <sub>c</sub>	cl		si	sa	gr	cb	bo	
—	1019	NT-06	38,00	40,00	štrk ílovitý	GC			12,6	30	16	14			4,0	24,3	30,7	41,1	0,0	0,0	
—	1011	NT-07	3,00	3,30	íl štrkovitý	CG			13,0	35	16	19	1,16		14,1	35,4	16,0	34,5	0,0	0,0	
—	1012	NT-07	7,00	10,00	štrk ílovitý	GC			11,8	35	20	15			4,9	20,9	22,2	52,0	0,0	0,0	
—	992	NT-08	1,00	1,50	íl štrkovitý	CG			12,9	38	20	18	1,39		14,7	36,5	16,3	32,5	0,0	0,0	





INGEO - ENVILAB, s.r.o., Divízia mechaniky zemín a hornín

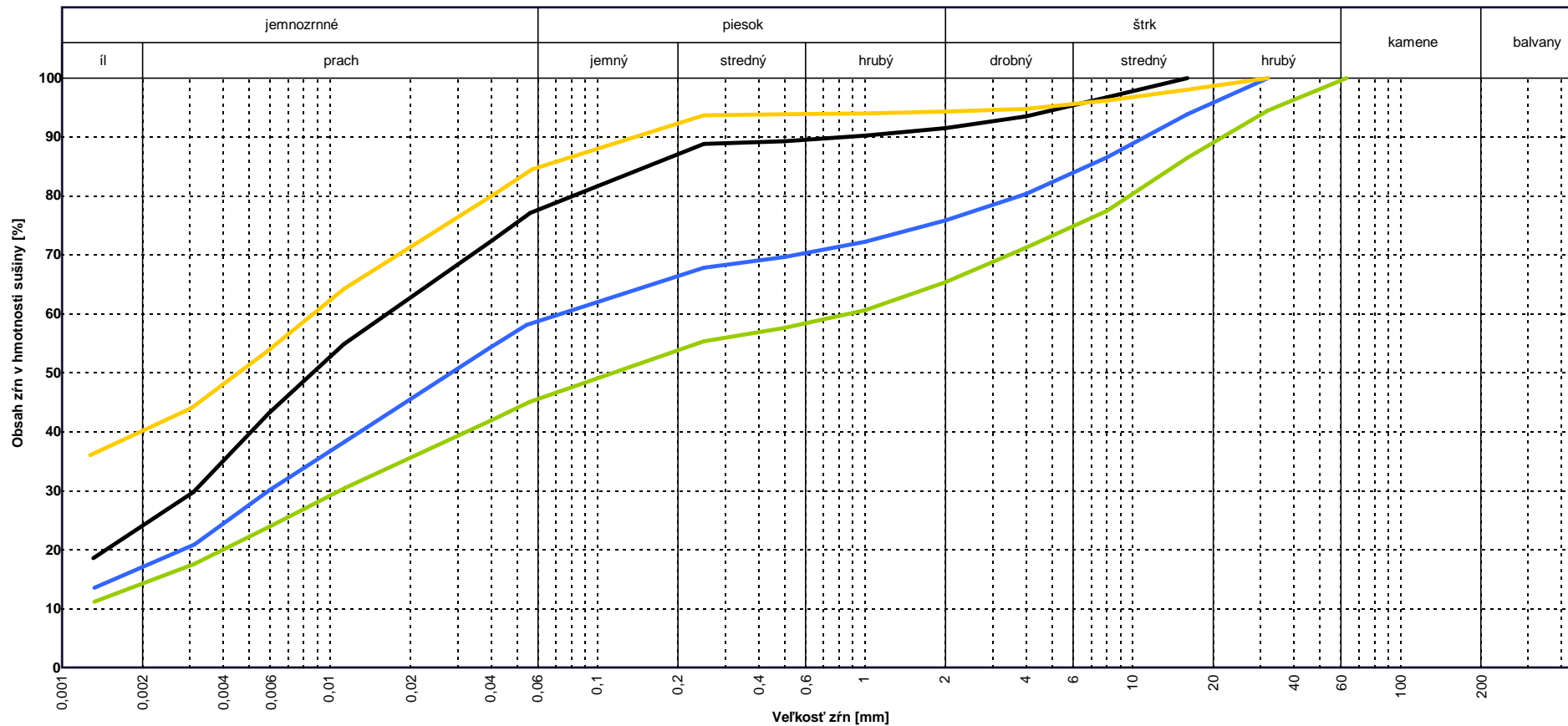
Bytčická 16, 010 01 Žilina

# Zrnitosť

Názov úlohy: D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL

Číslo úlohy: L09/218

Odberateľ: CAD-ECO a.s.



Číslo	Vzorka	Sonda	Hĺbka [m]		Zatriedenie zeminy podľa STN 72 1001										Fil. koef. [m/s]	Obsah frakcie [%]					
			Od	Do	Názov zeminy	Symbol	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>	w [%]	w <sub>L</sub> [%]	w <sub>p</sub> [%]	I <sub>p</sub> [%]	I <sub>c</sub>	cl		si	sa	gr	cb	bo	
993	NT-08		4,00	4,50	íl so strednou plasticitou	CI			15,8	38	21	17	1,31		24,1	54,7	12,8	8,5	0,0	0,0	
859	NT-09		2,10	2,20	íl štrkovitý	CG			10,4	34	18	16	1,48		14,3	32,1	19,0	34,7	0,0	0,0	
858	NT-09		6,70	7,40	íl štrkovitý	CG			10,3	34	17	17	1,39		17,1	42,5	16,2	24,2	0,0	0,0	
976	NT-10		1,00	1,80	íl s veľmi vysokou plasticitou	CV			24,0	80	36	44	1,27		40,2	45,5	8,7	5,7	0,0	0,0	

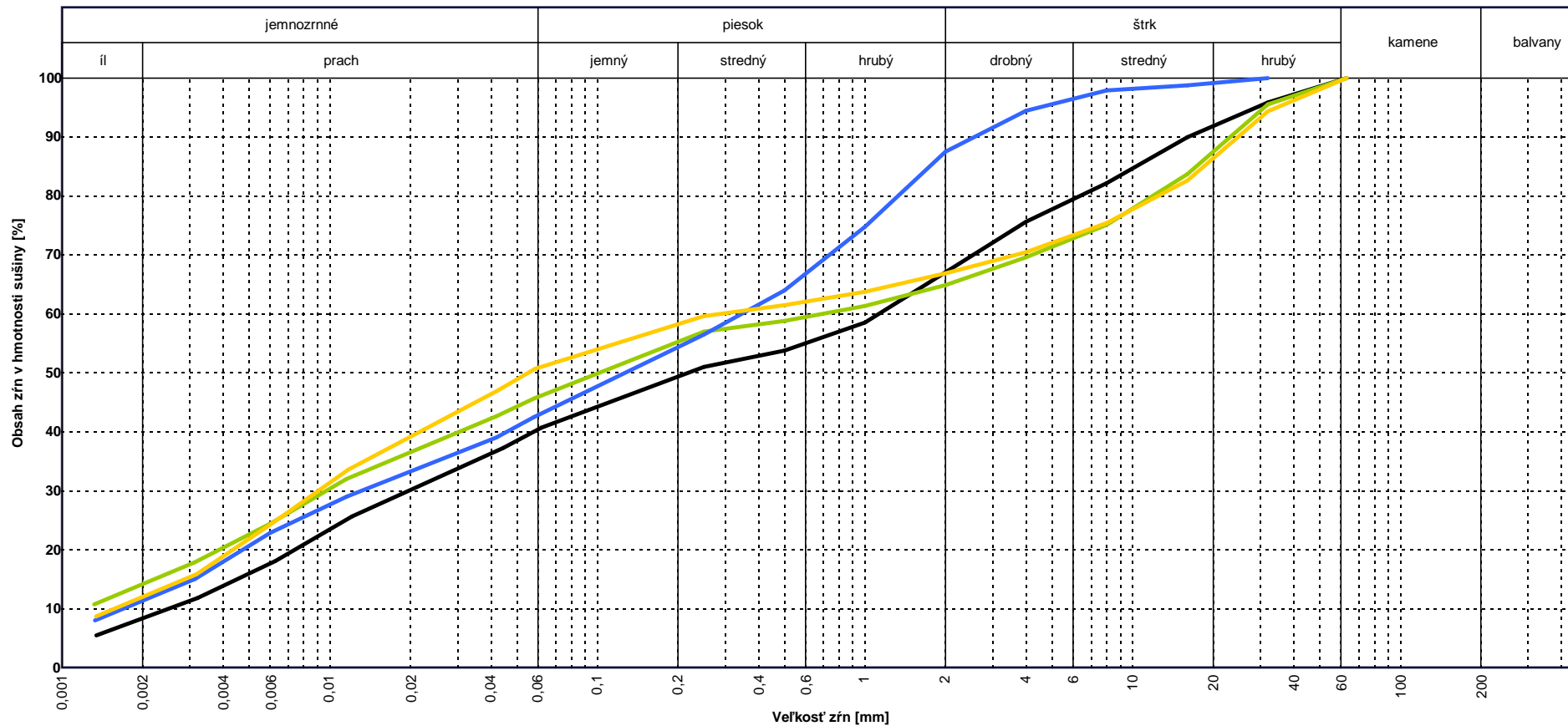


# Zrnitosť

Názov úlohy: D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL

Číslo úlohy: L09/218

Odberateľ: CAD-ECO a.s.



Číslo	Vzorka	Sonda	Hĺbka [m]		Zatriedenie zeminy podľa STN 72 1001										Fil. koef. [m/s]	Obsah frakcie [%]					
			Od	Do	Názov zeminy	Symbol	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>	w [%]	w <sub>L</sub> [%]	w <sub>p</sub> [%]	I <sub>p</sub> [%]	I <sub>c</sub>	cl		si	sa	gr	cb	bo	
—	977	NT-10	9,00	11,00	íl štrkovitý	CG			6,2	32	17	15	1,72		8,4	32,5	26,1	33,0	0,0	0,0	
—	545	NT-18	3,40	3,80	íl štrkovitý	CG			12,9	38	17	21	1,20		14,1	32,6	18,2	35,1	0,0	0,0	
—	546	NT-18	9,00	9,40	íl piesčitý	CS			8,9	34	17	17	1,48		11,3	32,2	43,9	12,5	0,0	0,0	
—	547	NT-19	2,00	4,00	íl štrkovitý	CG			12,6	33	17	16	1,27		12,0	39,4	15,5	33,1	0,0	0,0	



INGEO - ENVILAB, s.r.o., Divízia mechaniky zemín a hornín  
Bytčická 16, 010 01 Žilina

## ZHUTNITEĽNOSŤ

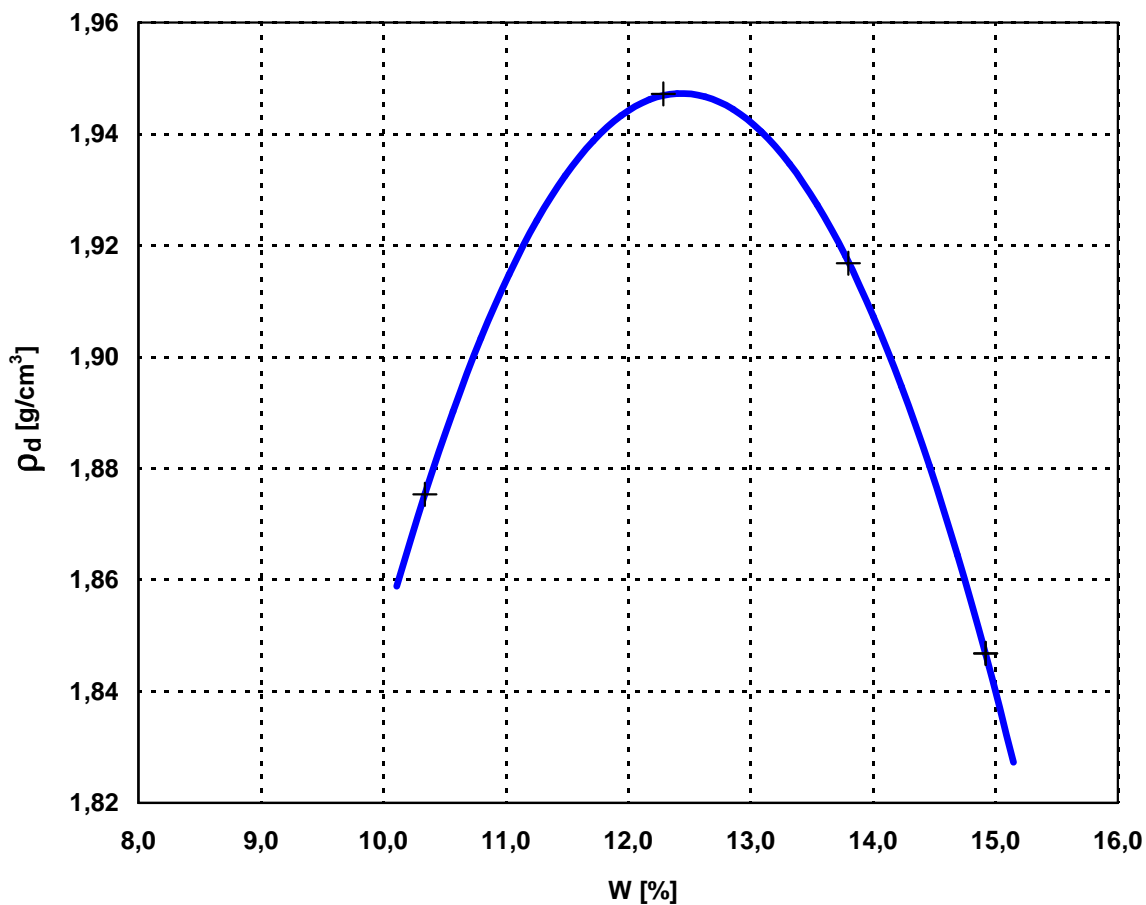
Úloha: **D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL**  
Číslo úlohy: **L09/218**  
Odberateľ: **CAD-ECO a.s.**

Číslo vzorky: **703**  
Sonda: **NT-04**  
Hĺbka odberu [m]: **2 - 4**

Vyhodnotenie skúšky podľa STN 72 1015, typ Proctor standard, met. A.

$W_{opt}$ :	<b>12,4 %</b>
$\rho_{d,max}$ :	<b>1,95 g/cm<sup>3</sup></b>

### Proctorova skúška zhutniteľnosti





## Protokol o skúške CBR STN 72 1016

**Názov úlohy :** D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL  
**Číslo úlohy :** L09/218  
**Odberateľ:** CAD-ECO a.s.

**Typ prístroja :** Triaxiálny prístroj WF 10t

**Číslo vzorky :** 703

**Hĺbka odberu :** 2,00-4,00 m

**Sonda:** NT-04

**Priemer trňa :** 50,000 mm

**Rýchlosť :** 1,000 mm/min

**Koeficient CBR v bode 1 :** 4 %

**w :** 15,3 %

**Koeficient CBR v bode 2 :** 3 %

**$\rho_d$  :** 1,95 g.cm<sup>-3</sup>

**Koeficient CBR = 4%**





Ingeo - Envilab s.r.o.  
Bytčická 16 Žilina

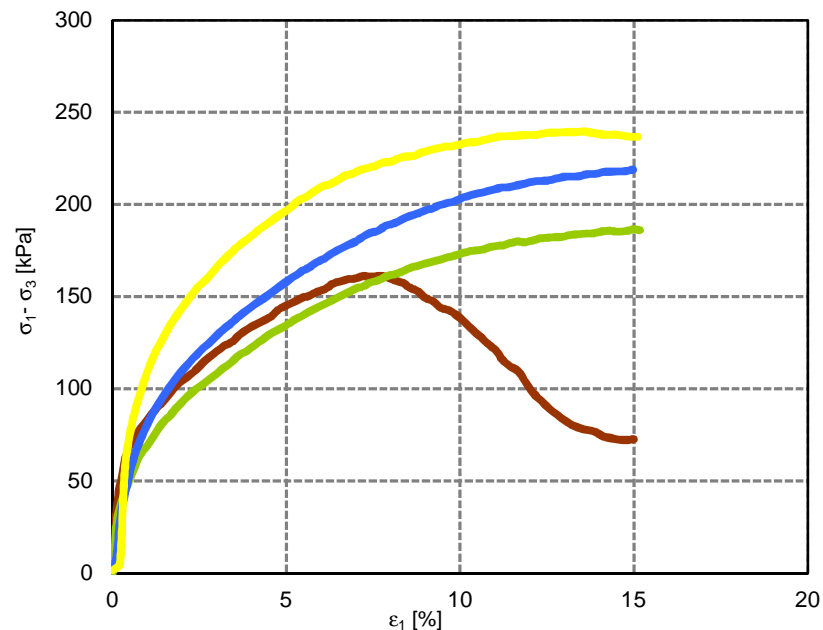
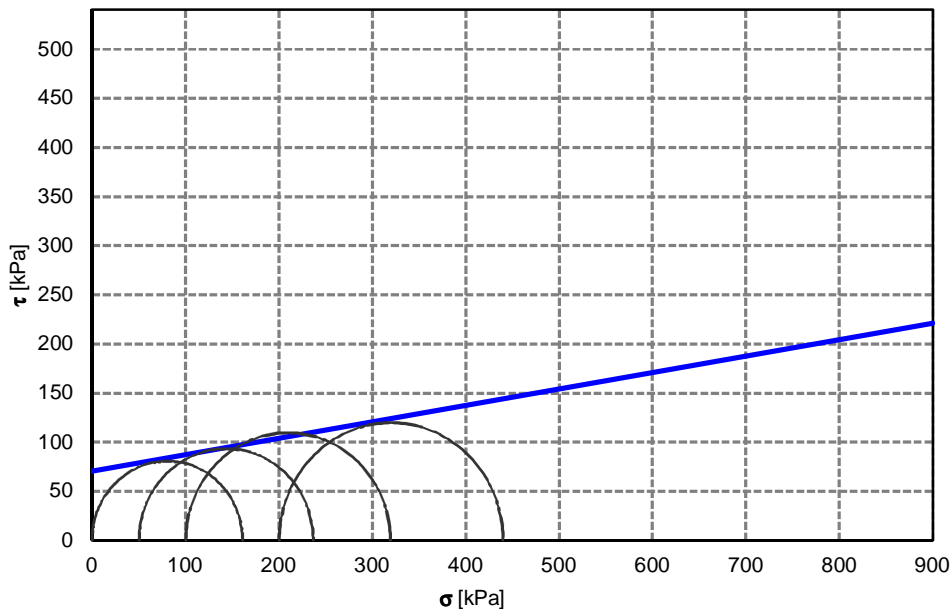
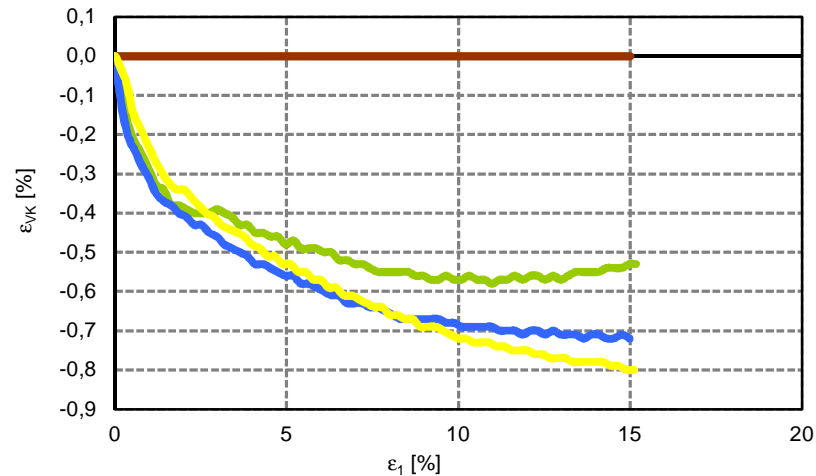
## Triaxiálna skúška UU

Názov úlohy : **D1 Hubová - Ivachnová, I**      Dátum: **1.8.2016**  
 Číslo úlohy : **L09/218**      Sonda : **NT-04**  
 Číslo vzorky: **702**      Hĺbka : **0,50-1,00 m**  
 Odberateľ : **CAD-ECO a.s.**

	$\sigma_{3f}$ [kPa]	$\sigma_{1f}$ [kPa]	$\varepsilon_1$ [%]	$\Delta_{ef}^2$ [kPa <sup>2</sup> ]	$w$ [%]
●	0	161	7,2	5	32,1
●	50	237	15,0	0	31,0
●	100	319	15,0	27	31,3
●	200	440	13,6	8	31,2

Obor platnosti šmykovej pevnosti: 67 - 300 kPa

$\phi_u = 9,5^\circ$   
 $c_u = 71$  kPa





Ingeo - Envilab s.r.o.  
Bytčická 16 Žilina

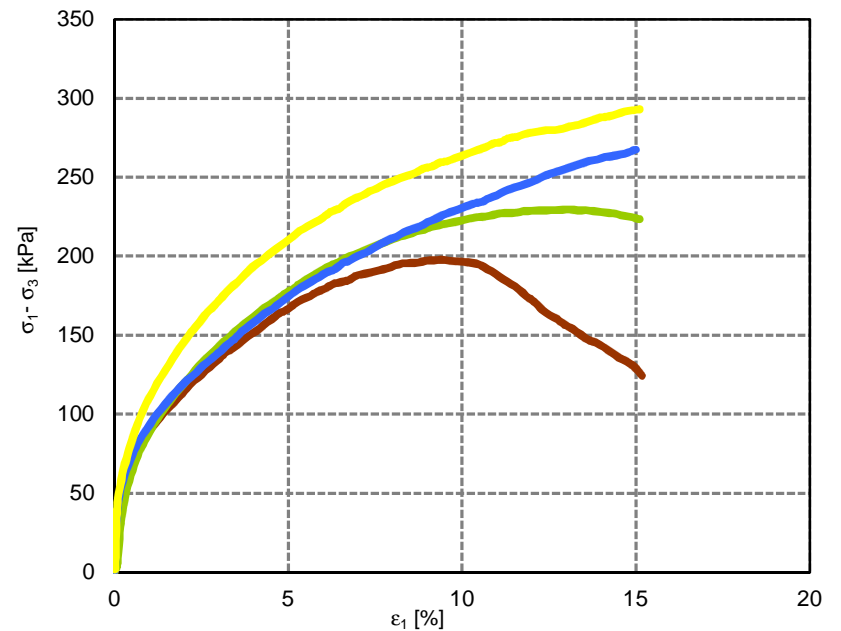
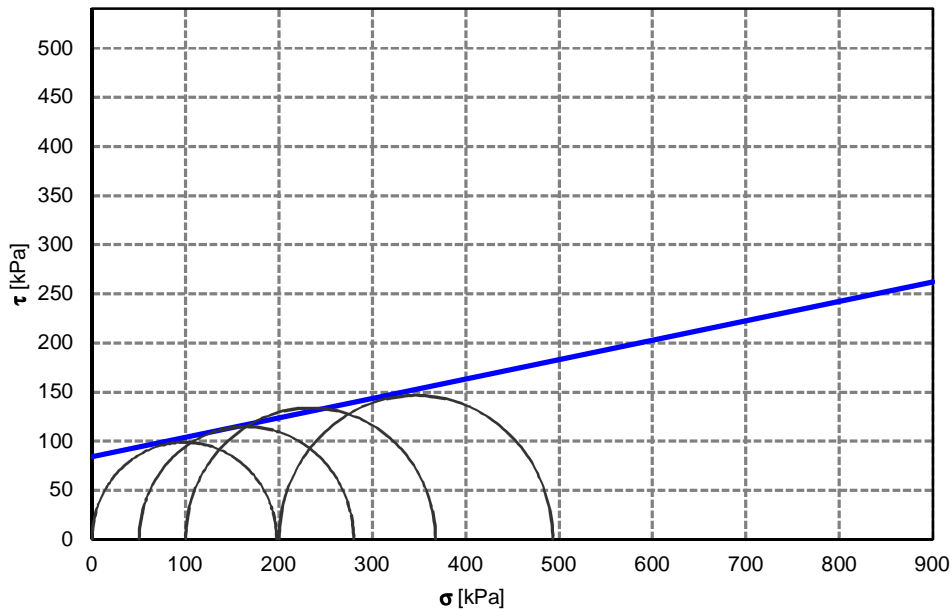
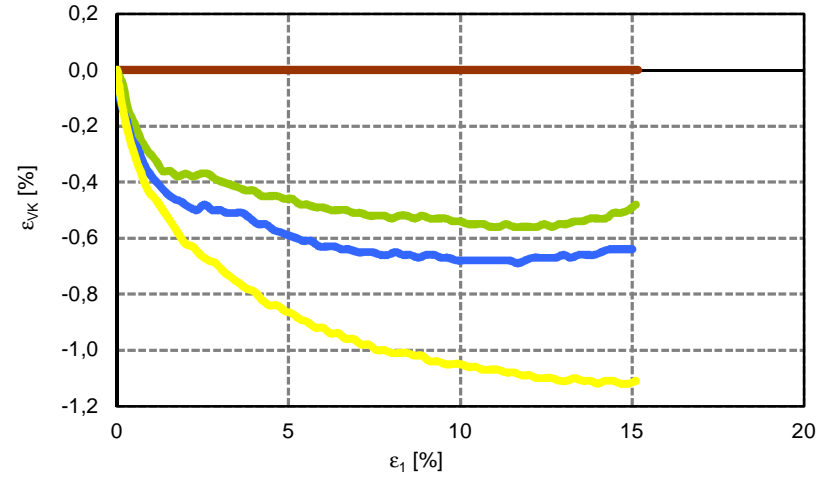
## Triaxiálna skúška UU

Názov úlohy : **D1 Hubová - Ivachnová, I**      Dátum: **1.8.2016**  
 Číslo úlohy : **L09/218**                              Sonda : **NT-08**  
 Číslo vzorky: **993**                                      Hĺbka : **4,00-4,50 m**  
 Odberateľ : **CAD-ECO a.s.**

	$\sigma_{3f}$ [kPa]	$\sigma_{1f}$ [kPa]	$\varepsilon_1$ [%]	$\Delta_{ef}^2$ [kPa <sup>2</sup> ]	$w$ [%]
●	0	198	9,4	8	17,2
●	50	280	13,1	0	17,5
●	100	368	15,0	34	16,9
●	200	493	15,1	11	17,1

Obor platnosti šmykovej pevnosti: 80 - 319 kPa

$\phi_u = 11,2^\circ$   
 $c_u = 84 \text{ kPa}$





**Ingeo - Envilab s.r.o.**  
Bytčická 16 Žilina

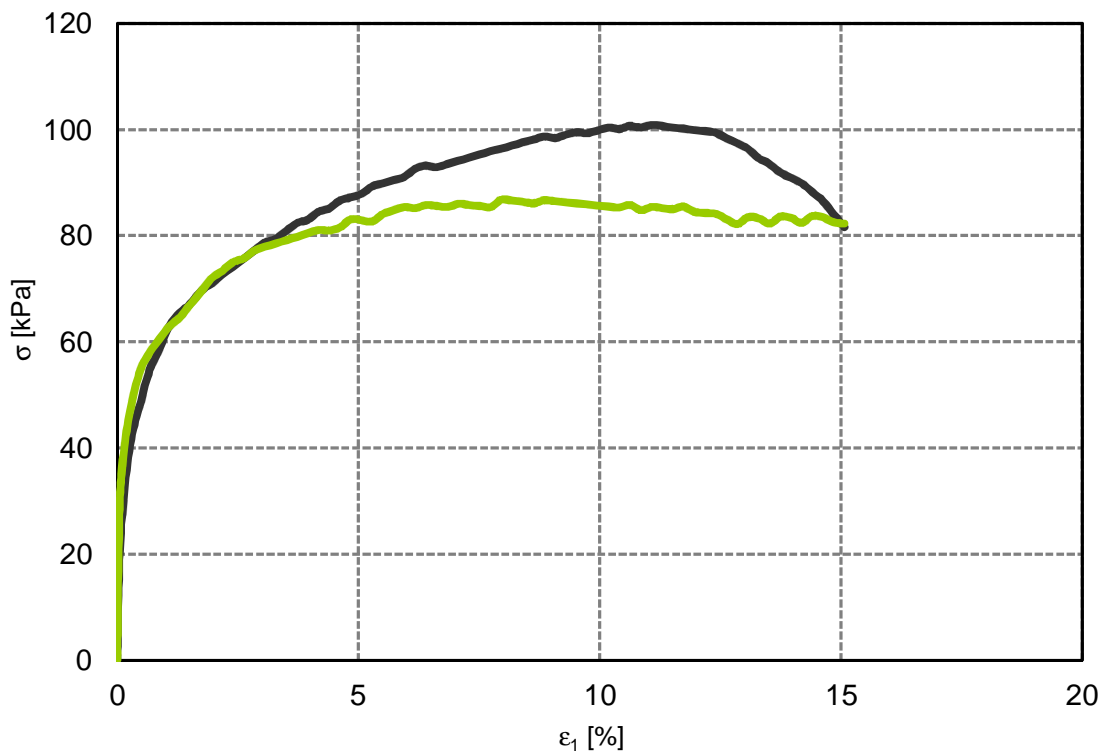
## Protokol o skúške Pevnosť v prostom tlaku - STN 72 1025

Axial loading test

Názov úlohy : **D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL**  
Číslo úlohy : **L09/218** Sonda : **NT-03**  
Číslo vzorky: **697** Hĺbka : **19,00-23,00 m**  
Typ prístroja : **UZZ** Dátum: **1.8.2016**  
Odberateľ: **CAD-ECO a.s.**

	Valček	Priemer [mm]	Výška [mm]	w [%]	$\sigma$ [kPa]
●	č.1	38,0	75,0	12,2	87
●	č.2	38,0	75,0	12,2	101

**Pevnosť v prostom tlaku  $q_u = 94$  kPa**





**Ingeo - Envilab s.r.o.**  
Bytčická 16 Žilina

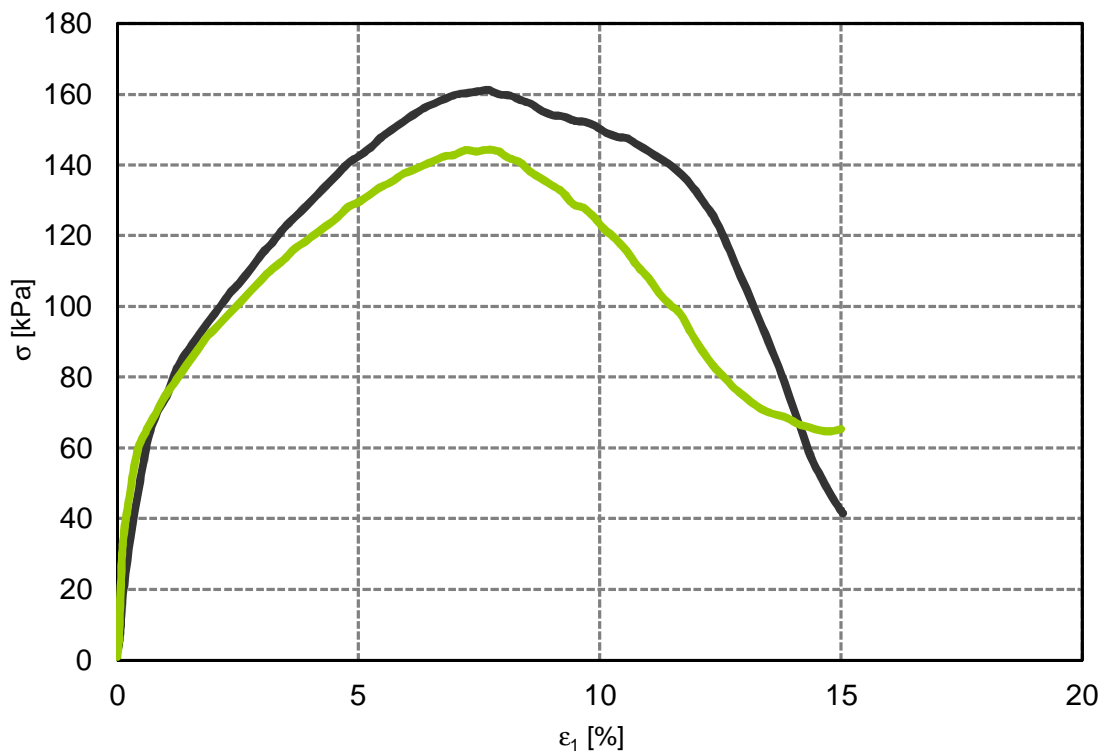
## Protokol o skúške Pevnosť v prostom tlaku - STN 72 1025

Axial loading test

Názov úlohy : **D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL**  
Číslo úlohy : **L09/218** Sonda : **NT-04**  
Číslo vzorky: **702** Hĺbka : **0,50-1,00 m**  
Typ prístroja : **UZZ** Dátum: **1.8.2016**  
Odberateľ: **CAD-ECO a.s.**

	Valček	Priemer [mm]	Výška [mm]	w [%]	$\sigma$ [kPa]
●	č.1	38,0	75,0	32,0	144
●	č.2	38,0	75,0	33,9	161

**Pevnosť v prostom tlaku  $q_u = 153$  kPa**







INGEO – ENVILAB, s.r.o.

Divízia mechaniky zemín a hornín

Bytčická 16

010 01 Žilina

Telefón: 041/7635097

## Protokol o skúške Pevnosť v prostom tlaku - STN 72 1025

Názov úlohy : D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL

Číslo úlohy : L09/218

Odberateľ: CAD-ECO a.s.

Predmet skúšania: zemina

Typ prístroja : Triaxiálny prístroj WF 10t

Číslo vzorky : 856

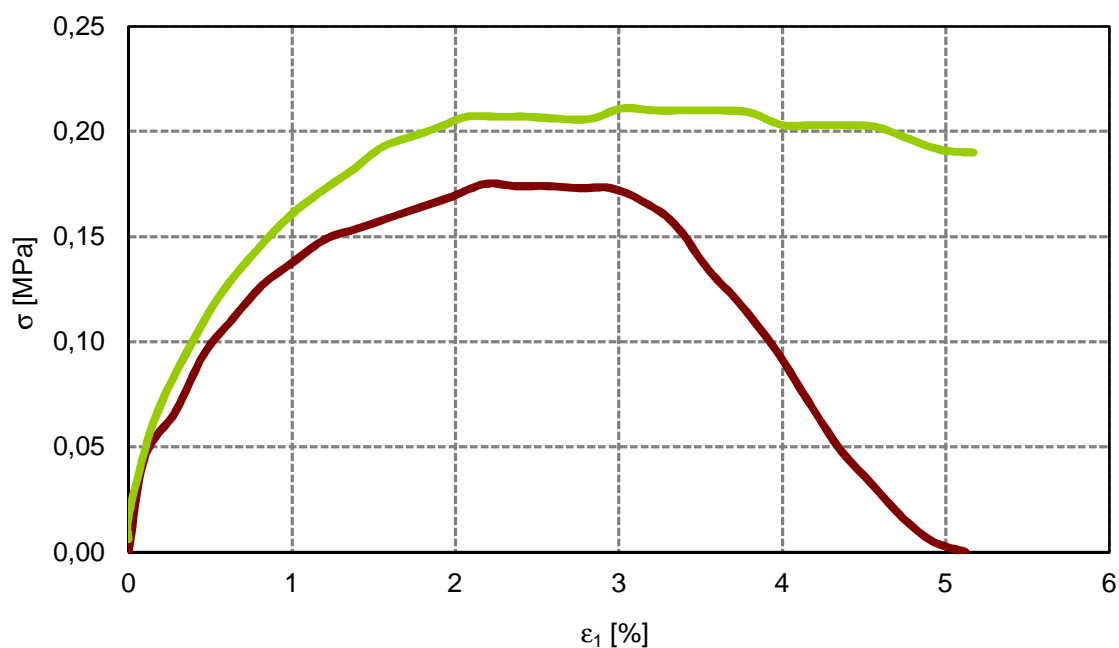
Miesto odberu : NT-04

Hĺbka odberu : 27,0-33,50

Dátum skúšania : 1.8.2016

	Valček	Priemer [mm]	Výška [mm]	$\sigma$ [MPa]	$\epsilon_1$ [%]
●	č.1	47,8	91,0	0,175	2,2
●	č.2	47,8	89,0	0,211	3,0

**Pevnosť v prostom tlaku  $q_u = 0,193$  MPa**





Ingeo - Envilab s.r.o.  
Bytčická 16 Žilina

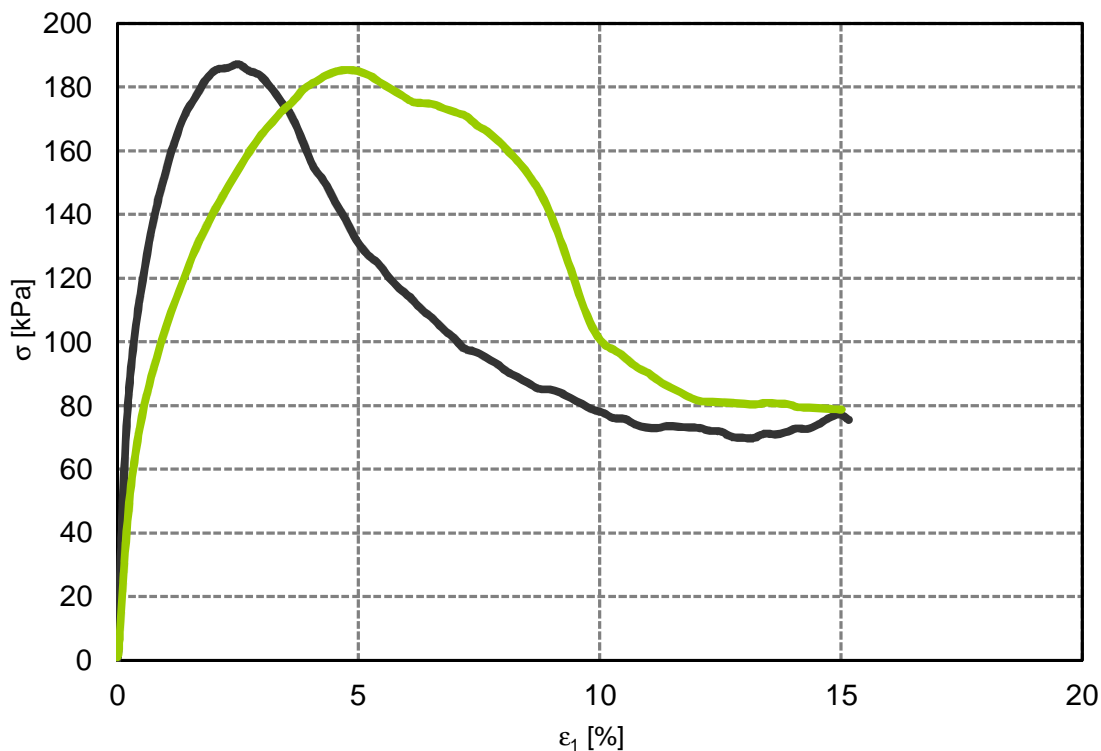
## Protokol o skúške Pevnosť v prostom tlaku - STN 72 1025

Axial loading test

Názov úlohy : **D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL**  
Číslo úlohy : **L09/218** Sonda : **NT-10**  
Číslo vzorky: **976** Hĺbka : **1,00-1,80 m**  
Typ prístroja : **UZS** Dátum: **1.8.2016**  
Odberateľ: **CAD-ECO a.s.**

	Valček	Priemer [mm]	Výška [mm]	w [%]	$\sigma$ [kPa]
●	č.1	38,0	75,0	24,4	185
●	č.2	38,0	75,0	23,6	187

**Pevnosť v prostom tlaku  $q_u = 186$  kPa**





INGEO – ENVILAB, s.r.o.

Divízia mechaniky zemín a hornín

Bytčická 16

010 01 Žilina

Telefón: 041/7635097

## Protokol o skúške Pevnosť v prostom tlaku - STN 72 1025

Názov úlohy : D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL

Číslo úlohy : L09/218

Odberateľ: CAD-ECO a.s.

Predmet skúšania: zemina

Typ prístroja : Triaxiálny prístroj WF 10t

Číslo vzorky : 977

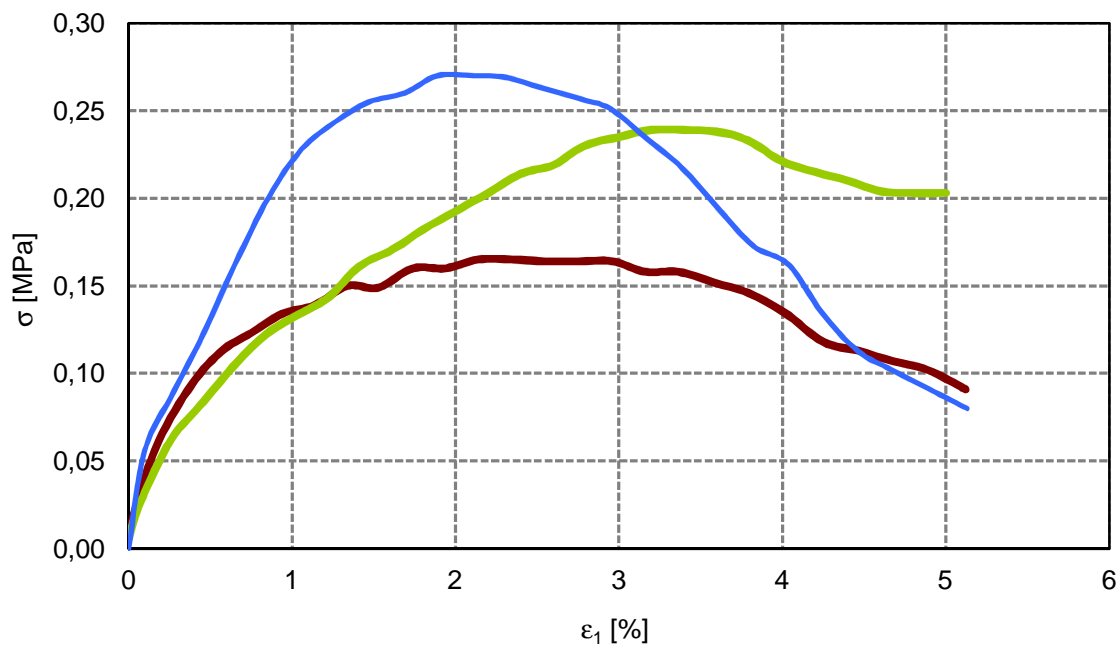
Miesto odberu : NT-10

Hĺbka odberu :

Dátum skúšania : 1.8.2016

	Valček	Priemer [mm]	Výška [mm]	$\sigma$ [MPa]	$\epsilon_1$ [%]
●	č.1	47,6	85,0	0,165	2,1
●	č.2	47,6	83,0	0,239	3,2
●	č.3	47,6	47,6	0,270	1,9

**Pevnosť v prostom tlaku  $q_u = 0,225$  MPa**





Ingeo - Envilab s.r.o.  
Bytčická 16 Žilina

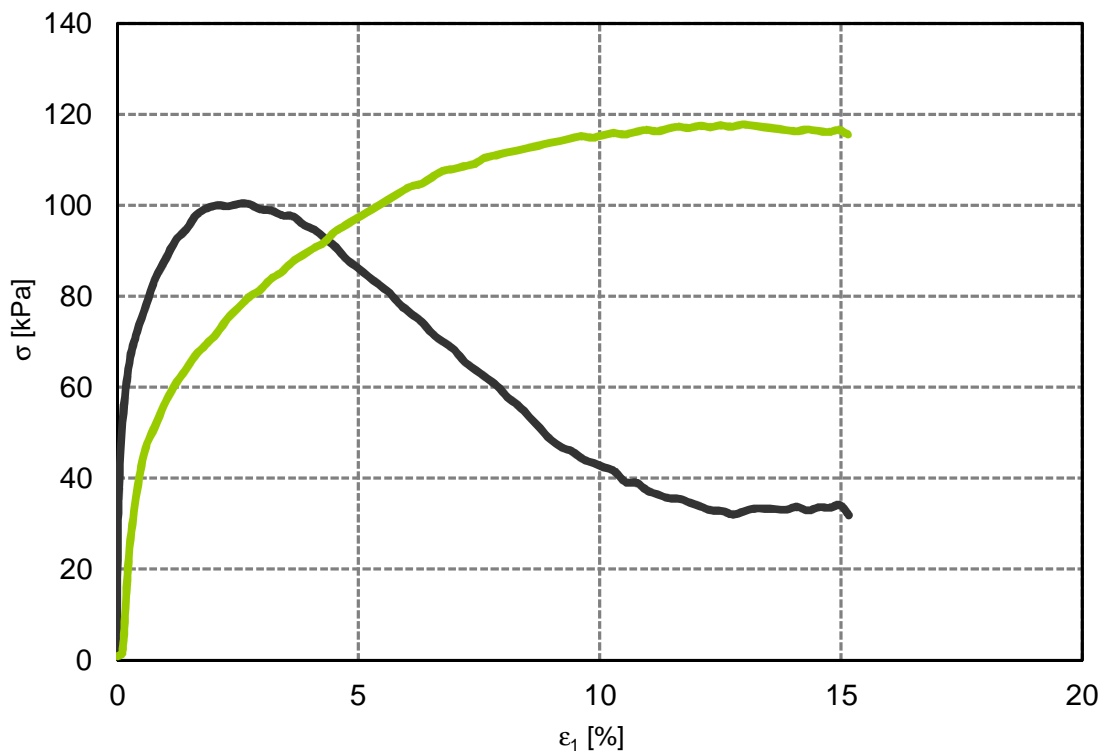
## Protokol o skúške Pevnosť v prostom tlaku - STN 72 1025

Axial loading test

Názov úlohy : **D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL**  
Číslo úlohy : **L09/218** Sonda : **NT-07**  
Číslo vzorky : **1012** Hĺbka : **7,00-10,00 m**  
Typ prístroja : **UZZ** Dátum: **1.8.2016**  
Odberateľ: **CAD-ECO a.s.**

	Valček	Priemer [mm]	Výška [mm]	w [%]	$\sigma$ [kPa]
●	č.1	38,0	75,0	14,4	100
●	č.2	38,0	75,0	10,8	118

**Pevnosť v prostom tlaku  $q_u = 109$  kPa**





Ingeo - Envilab, s.r.o.

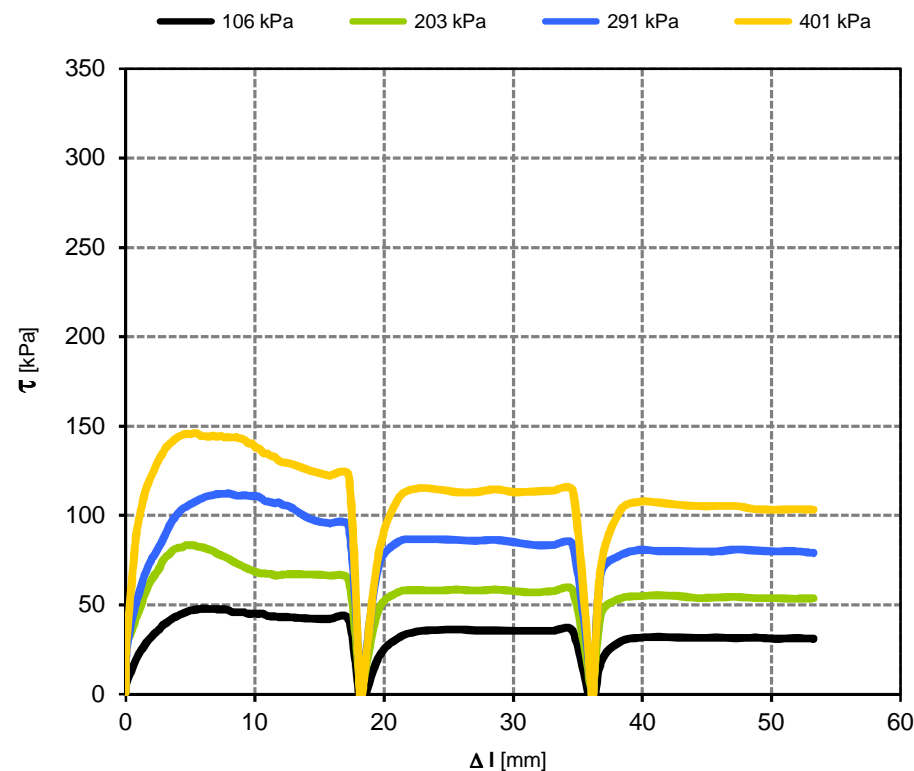
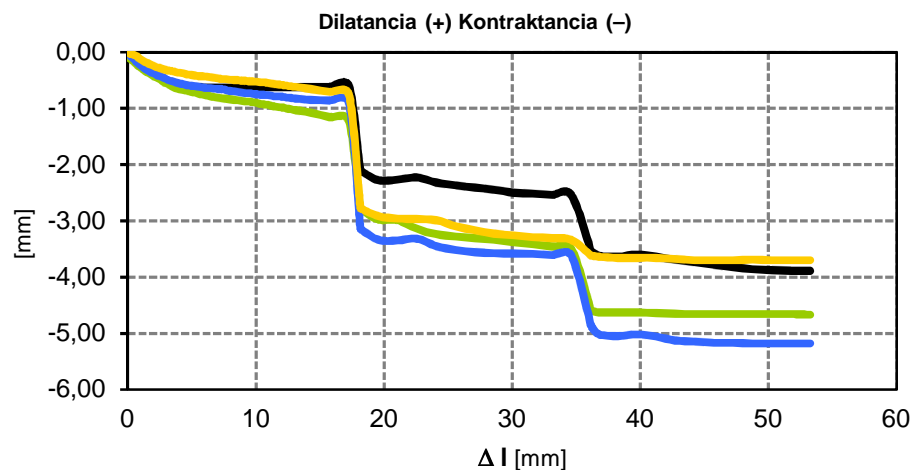
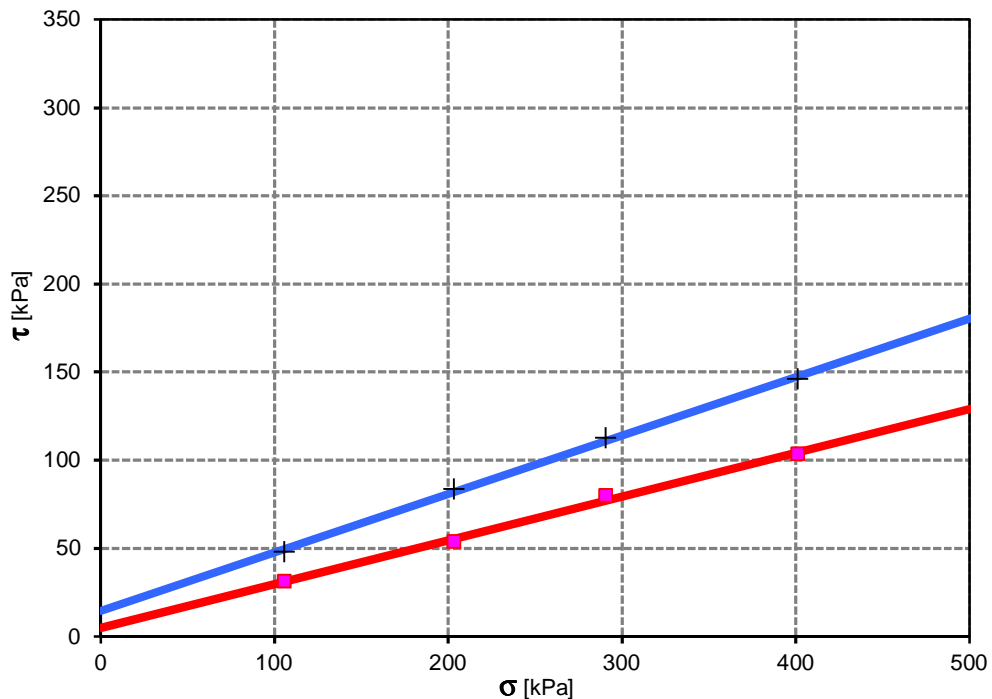
Bytčická 16 Žilina

## Čelust'ová šmyková skúška - reziduálna

Názov úlohy : **D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL**  
 Číslo úlohy : **L09/218** Sonda : **NT-03**  
 Číslo vzorky : **698** Hĺbka : **11,40-11,60 m**  
 Odberateľ : **CAD-ECO a.s.** Dátum : **1.8.2016**  
 Doba konsolidácie : 24 hod. Typ prístroja: Šmykač 3  
 Rýchlosť šmykania : 0,010 mm/min Po maxime: 0,050 mm/min  
 Obor platnosti : 105,58 - 401, kPa Rozmery vz.: 84x84x18 mm

$\sigma$ [kPa]	$\tau_{max}$ [kPa]	$\tau_{min}$ [kPa]	$l_f$ [mm]	$\Delta_{ef}^2$ [kPa <sup>2</sup> ]	$\Delta_r^2$ [kPa <sup>2</sup> ]	w [%]
105,584	47,900	31,200	5,8	2,5	0,0	15,6
203,373	83,400	53,600	4,7	2,2	3,0	15,3
290,533	112,400	79,700	8,0	2,5	7,3	13,3
401,361	146,100	103,400	5,3	2,2	1,3	14,9

$\phi_{ef} = 18,3^\circ$      $c_{ef} = 14 \text{ kPa}$      $r = 0,9991$   
 $\phi_r = 13,9^\circ$      $c_r = 5 \text{ kPa}$      $r = 0,9980$





Ingeo - Envilab, s.r.o.

Bytčická 16 Žilina

# Čelust'ová šmyková skúška - reziduálna

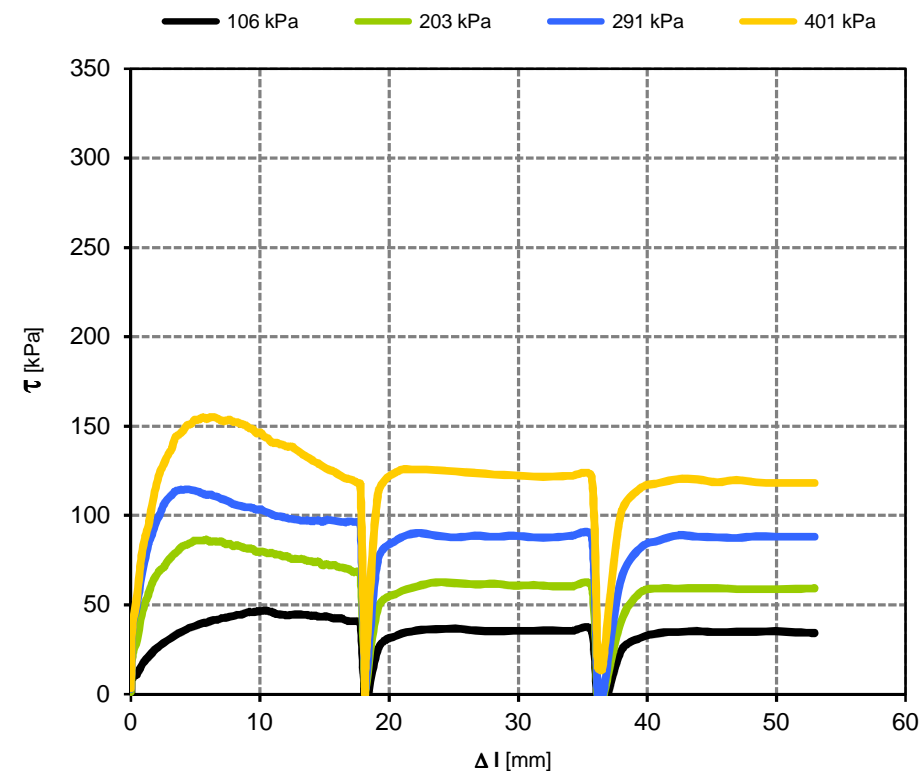
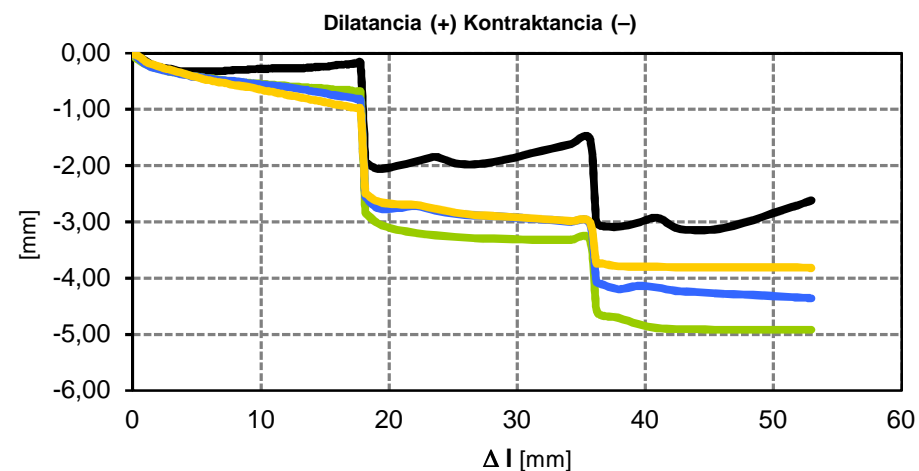
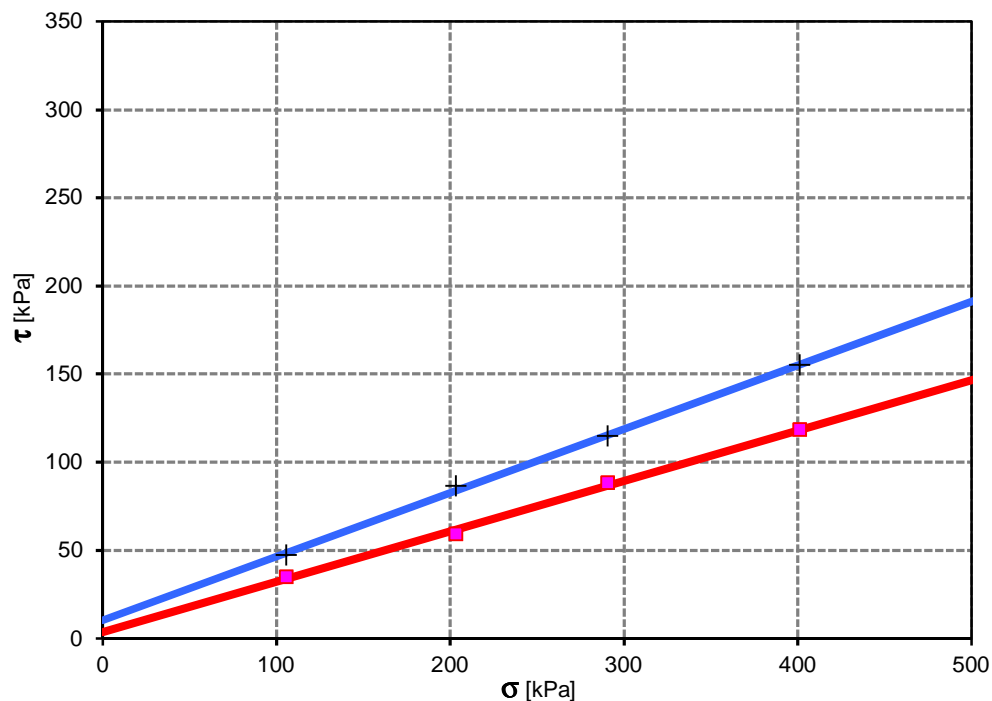
Názov úlohy : **D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL**  
 Číslo úlohy : **L09/218** Sonda : **NT-04**  
 Číslo vzorky : **704** Hĺbka : **8,00-8,50 m**  
 Odberateľ : **CAD-ECO a.s.** Dátum : **1.8.2016**

---

Doba konsolidácie : 24 hod. Typ prístroja: Šmykač 3  
 Rýchlosť šmykania : 0,010 mm/min Po maxime: 0,050 mm/min  
 Obor platnosti : 105,58 - 401,3 kPa Rozmery vz.: 84x84x18 mm

$\sigma$ [kPa]	$\tau_{max}$ [kPa]	$\tau_{min}$ [kPa]	$l_f$ [mm]	$\Delta_{ef}^2$ [kPa <sup>2</sup> ]	$\Delta_r^2$ [kPa <sup>2</sup> ]	w [%]
105,584	47,000	34,800	10,3	2,3	1,3	14,2
203,373	86,500	59,100	5,9	6,9	6,5	14,6
290,533	114,700	88,100	4,3	0,5	2,3	15,3
401,361	155,000	118,200	5,6	0,2	0,0	18,7

—  $\phi_{ef} = 19,9^\circ$      $c_{ef} = 10$  kPa     $r = 0,9992$   
 —  $\phi_r = 16,0^\circ$      $c_r = 3$  kPa     $r = 0,9987$





Ingeo - Envilab, s.r.o.

Bytčická 16 Žilina

## Čelust'ová šmyková skúška - reziduálna

Názov úlohy : **D1 Hubová - Ivachnová, nová trasa, OHL**  
 Číslo úlohy : **L09/218** Sonda : **NT-06**  
 Číslo vzorky : **1018** Hĺbka : **6,70-7,00 m**  
 Odberateľ : **CAD-ECO a.s.** Dátum : **1.8.2016**  
 Doba konsolidácie : 24 hod. Typ prístroja: Šmykač 3  
 Rýchlosť šmykania : 0,010 mm/min Po maxime: 0,050 mm/min  
 Obor platnosti : 105,58 - 401, kPa Rozmery vz.: 84x84x18 mm

$\sigma$ [kPa]	$\tau_{max}$ [kPa]	$\tau_{min}$ [kPa]	$l_f$ [mm]	$\Delta_{ef}^2$ [kPa <sup>2</sup> ]	$\Delta_r^2$ [kPa <sup>2</sup> ]	w [%]
105,584	44,900	38,100	8,3	7,7	3,6	12,6
203,373	91,600	66,300	9,4	6,9	6,5	13,1
290,533	128,500	97,400	7,9	7,4	0,3	11,6
401,361	170,000	136,100	9,4	6,6	1,4	11,9

$\phi_{ef} = 22,9^\circ$      $c_{ef} = 3 \text{ kPa}$      $r = 0,9983$   
 $\phi_r = 18,5^\circ$      $c_r = 1 \text{ kPa}$      $r = 0,9989$

