

Výsledky skúšok dilatometrom PROBEX

1. Úvod

Cieľom dilatometrických skúšok bolo overenie deformačných parametrov horninového masívu v trase tunela Havran a tunela Korbeľka na trase diaľnice D1 Turany – Hubová. Skúšky boli realizované v období 12.9.2018 až 24.4.2019 v 12 štruktúrnych prieskumných vrtoch s celkovým počtom skúšok 135 ks. Uvedený rozsah tvoril podstatnú časť geotechnických terénnych skúšok počas prieskumných prác. Všetky skúšky vykonali pracovníci spoločnosti CAD-ECO a.s. Bratislava M. Borovský, M. Kuvik, M. Šimek a Š. Konkolovský.



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

2. 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 22476-4.

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 -

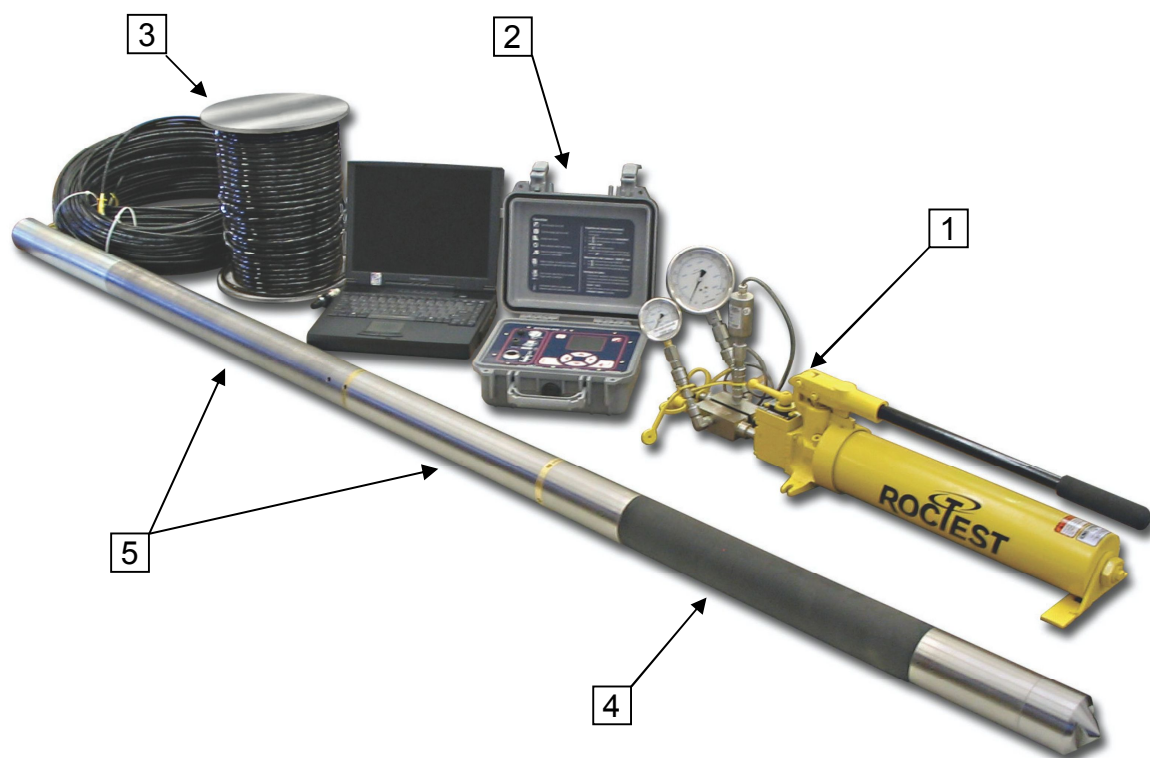
50 m, dilatometer PROBEX max. 500 m) sledovaním objemových zmien kvapaliny v meracej bunke pri súčasnom sledovaní vyvodzovaného tlaku.

Na predmetnej úlohe bol použitý dilatometer PROBEX kanadsko-francúzskej spoločnosti TELEMAT-ROCTEST. Skúšobné zariadenie pozostáva z dilatometrickej sondy (meracej bunky, analógového prevodníka objemu - posuvného potenciometra a hydraulického dvojčinného piestu), hydraulického a elektrického obvodu, meracej aparatury (datalogger) a hydraulického 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 návrh priemeru NQ (76 mm). Dĺžka návrhu zodpovedala požiadavkám geotechnika na otestovanie horninového masívu, pričom minimálna dĺžka návrhu 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

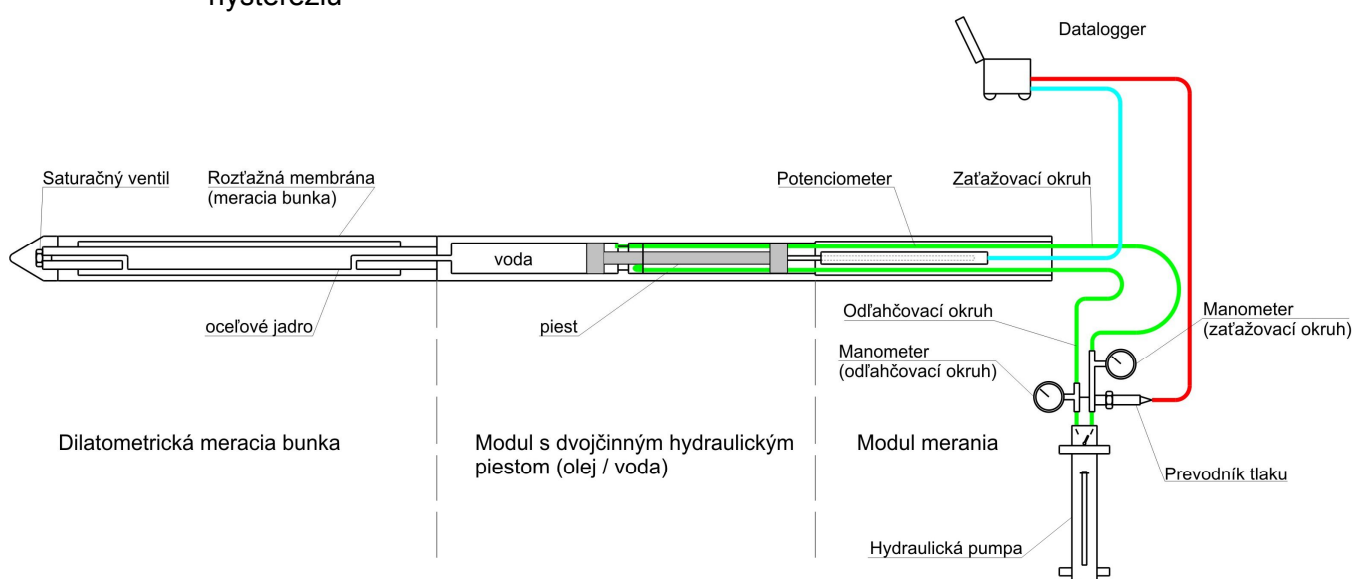
1. Hydraulická pumpa s prevodníkom tlaku a kontrolnými manometrami; 2. Datalogger pre sledovanie a záznam nameraných údajov; 3. Hydraulický a elektrický obvod; 4. Meracia bunka; 5. Dvojčinný hydraulický piest a analógový prevodník objemu (potenciometer)

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

3. 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 cm³). Dosiahnutou 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:

ν_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 $V_m = \frac{V_1 + V_2}{2}$

ΔV - rozdiel tlakov $\Delta V = V_2 - V_1$

Δp_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 135 realizovaných dilatometrických skúšok realizovaných v 30 až 354 m hlbokých jadrových vrtoch. Súhrnné výsledky deformačno-pevnostných charakteristík vo vrtoch poskytujú reálny obraz o stave a kvalite horninového masívu v oblasti plánovaných tunelov Havran a Korbefka na trase diaľnice D1 Turany - Hubová, čo dokumentuje aj tabuľka 1.

Pracovné diagramy skúšok, číselné hodnoty objemových zmien pri jednotlivých tlakových stupňoch a vypočítané moduly pretvárnosti E_{def} sú uvedené v prílohách 12.3.1 až 12.3.135.

Tabuľka 1 Prehľad výsledkov dilatometrických skúšok

Prieskumné dielo	Označenie skúšky	Dátum realizácie	Hĺbka skúšky [m]	Poissonovo číslo [ν]	Obor zaťaženia [MPa]		Modul pretvárnosti E_{def} [MPa]	Obor zaťaženia [MPa]		Modul pružnosti E [MPa]	RQD [%]	Litologický typ horniny
					od	do		od	do			
H-4	DS-001	12.9.2018	123,0	0,23	1,84	3,74	768,97				24-40	kalový vápenec so slienitou zložkou, slabo až stredne zvetraný (rozpukavý)
	DS-002		114,0	0,25	0,78	2,16	351,50				35-40	kalový vápenec so slienitou zložkou, tektonicky porušený s ílovitou výplňou
	DS-003		105,0	0,25	1,91	4,04	391,72				80-90	kalový vápenec so slienitou zložkou, zdravý (rozpukavý)
	DS-004		96,0	0,20	2,78	7,63	2 287,57				50-61	kalový vápenec so slienitou zložkou, zdravý, (kompaktný)
	DS-005		87,0	0,23	0,44	2,64	387,86				25-55	kalový vápenec, tektonicky porušený (rozpukavý)
	DS-006		78,0	0,17	3,79	8,64	9 054,58				59-66	kalový vápenec, zdravý (kompaktný)
	DS-007		72,0	0,30	0,66	1,65	128,26				14-25	kalový vápenec, tektonicky porušený (úlokovitá poloha)
	DS-008		66,0	0,30	0,54	1,31	86,00				0-23	kalový vápenec, zvetraný, silne tektonicky porušený (úl. poloha)
	DS-009		57,0	0,20	1,85	8,64	2 423,78				0-10	kalový vápenec, zdravý až slabo zvetraný, (rozpukavý)
	DS-010		48,0	0,20	1,28	6,30	2 356,06				14-45	kalový vápenec, zdravý až slabo zvetraný, (rozpukavý)
	DS-011		33,0	0,30	0,35	0,76	66,95				0-10	kalový vápenec, zvetraný, silne tektonicky porušený (úlokovitý)
	DS-012		30,0	0,30	0,40	0,91	83,71				0-13	kalový vápenec, zvetraný, silne tektonicky porušený (úlokovitý)

Prieskumné dielo	Označenie skúšky	Dátum realizácie	Hĺbka skúšky [m]	Poissonove číslo [ν]	Obor zaťaženia [MPa]		Modul pretvárnosti E _{def} [MPa]	Obor zaťaženia [MPa]		Modul pružnosti E [MPa]	RQD [%]	Litologický typ horniny
					od	do		od	do			
THV-5	DS-013	14.9.2018	68,5	0,20	3,11	9,68	3 478,64				28-38	kalový vápenec, s laminami slieňovca, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-014		66,5	0,30	1,04	3,11	1 400,58				30-45	slieňité vápence s polohami slieňovcov, tektonicky porušený
	DS-015		62,5	0,25	1,02	2,04	140,17				20-30	slieňitý vápenec s polohami slieňovcov, rozpučaný
	DS-016		60,0	0,30	3,45	6,92	786,81				20-24	slieňitý vápenec s polohami slieňovcov, tektonicky porušený
	DS-017		58,0	0,25	0,97	1,75	160,72				0-20	slieňitý vápenec s polohami slieňovcov, tektonicky porušený
	DS-018		56,5	0,20	1,59	4,29	482,84				14-66	slieňitý vápenec s polohami slieňovcov, (úlomkovitá poloha)
	DS-019		54,5	0,15	3,17	12,60	5 128,16				79-82	slieňitý vápenec, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-020		52,5	0,15	0,88	3,17	1 838,00				43-86	slieňitý vápenec, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-021		50,5	0,15	5,93	16,73	21 373,14				54-58	slieňitý vápenec, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-022		48,5	0,14	1,77	5,93	6 650,97				33-94	slieňitý vápenec, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-023		46,5	0,15	6,20	16,54	20 671,53				66-69	slieňitý vápenec, s laminami slieňovca, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-024		44,5	0,20	2,35	6,20	8 289,75				49-74	slieňitý vápenec, s laminami slieňovca, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-025		43,0	0,25	8,10	16,93	14 904,87				26-49	slieňitý vápenec, s laminami slieňovca, tektonicky porušený
					1,49	5,79	5 289,77					
					6,16	16,26	25 672,12					
					8,74	17,75	13 669,35					
THV-4	DS-026	21.9.2018	69,5	0,20	2,06	6,57	5 464,57				34-47	slieňitý vápenec, s polohami slieňovcov, zvrásnený, rozpučaný
	DS-027		65,5	0,16	4,59	12,78	5 635,14				54-66	slieňitý vápenec, s laminami slieňovca, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-028		61,5	0,16	0,31	2,17	355,09				84-88	slieňitý vápenec, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-029		57,5	0,20	4,88	14,65	2018,41				64-82	slieňitý vápenec, s laminami slieňovca, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-030		53,5	0,14	2,10	4,88	1 080,95				52-87	slieňitý vápenec, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-031		50,5	0,20	5,42	15,88	20 973,72				70-76	slieňitý vápenec, s laminami slieňovca, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-032		47,5	0,25	1,64	5,42	4 112,31				51-76	slieňitý vápenec s polohami slieňovcov, rozpučaný
	DS-033		44,5	0,15	8,09	17,33	35 276,98				65-71	slieňitý vápenec, s laminami slieňovca, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-034		41,5	0,15	2,36	5,81	5 474,51				70-80	slieňitý vápenec, zdravý, s 10 cm kalcitovou žilou (kompaktná poloha)
	DS-035		40,0	0,20	7,46	16,93	10 930,51				51-70	slieňitý vápenec, s laminami slieňovca, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-036		38,5	0,20	1,53	4,17	2 492,86				68-71	slieňitý vápenec, s laminami slieňovca, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-037		35,5	0,20	6,23	17,19	27 412,92				60-75	slieňitý vápenec, s laminami slieňovca, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-038		32,5	0,25	1,92	4,70	4 791,63				65-80	slieňité vápence s laminami slieňovcov, zdravý, rozpučaný
					5,92	16,93	9 206,21					
					1,93	4,47	3 542,93					
					6,05	9,73	1 919,66					
THV-2a	DS-039	8.10.2018	329,0	0,20	1,82	4,32	858,27				59-85	slieňovec, s polohami slieňitých vápencov, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-040		327,0	0,20	5,82	16,76	13 082,03				70-99	slieňovec, s polohami slieňitých vápencov, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-041		325,0	0,14	2,37	5,82	5 330,23				50-70	slieňovec, s polohami slieňovca, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-042		323,0	0,20	6,05	16,90	16 341,11				37-62	slieňovec, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-043		319,0	0,20	2,09	6,05	5 526,41				60-87	slieňovec, s polohami slieňitých vápencov, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-044		317,0	0,20	7,23	17,01	4 832,66				33-67	slieňovec, s polohami slieňitých vápencov, rozpučaný
	DS-045		314,0	0,15	2,35	7,23	2 129,59				75-94	slieňovec, s polohami slieňitých vápencov, zdravý (kompaktná poloha)
					2,64	5,54	2 686,01					

Prieskumné dielo	Označenie skúšky	Dátum realizácie	Hĺbka skúšky [m]	Poissonove číslo [ν]	Obor zaťaženia [MPa]		Modul pretvárnosti E _{def} [MPa]	Obor zaťaženia [MPa]		Modul pružnosti E [MPa]	RQD [%]	Litologický typ horniny
					od	do		od	do			
	DS-046		311,0	0,20	1,68	6,45	5 007,63				59-72	slieňovec, s polohami slienitých vápencov, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-047		308,0	0,25	1,09	2,80	2 070,91				59-81	slieňovec, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-048		305,0	0,25	1,41	2,30	1 027,40				52-81	slieňovec, zdravý (kompaktná poloha)
H-2	DS-049	26.10.2018	145,0	0,30	0,96	2,57	181,91				28-35	slieňovec, subhorizontálne tektonicky porušený s ílovitou výplňou puklín
	DS-050		142,0	0,25	3,39	9,24	1 897,67				38-69	slieňovec, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-051		136,0	0,25	4,55	11,21	2 165,70				74-81	slieňovec, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-052		133,0	0,20	6,92	19,24	5 315,05				46-56	slieňovec, s polohami slienitého vápenca
	DS-053		123,0	0,20	7,68	24,26	6 862,14				50-80	slieňovec, s polohami slienitých vápencov, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-054		119,0	0,20	4,74	23,72	10 033,54				78-91	slieňovec, s polohami slienitých vápencov, zdravý (kompaktná poloha)
	DS-055		115,0	0,20	5,32	26,07	13 285,55				80-100	slieňovec, s polohami slienitých vápencov, zdravý (kompaktná poloha)
TKB-8	DS-056	8. - 9.11.2018	354,0	0,16	3,35	11,44	18 526,50				10	Dolomit, slabo zvetraný
	DS-057		351,0	0,16	6,12	18,44	16 470,77				10	Dolomit, slabo zvetraný
	DS-058		347,0	0,20	2,75	5,69	5 816,31				0	Dolomit, zdravý (slabo rozpukávaný)
	DS-059		345,5	0,20	3,08	12,72	4 382,71				0	Dolomit, zdravý (slabo rozpukávaný)
	DS-060		344,0	0,14	3,96	15,30	36 463,83				0	Extrémne pevný dolomit (na hranici možností prístroja)
	DS-061		341,0	0,18	3,49	9,33	7 898,42				0	Dolomit, zdravý
	DS-062		339,5	0,14	4,05	14,15	28 137,92				10	Dolomit, zdravý
	DS-063		338,0	0,16	6,92	14,23	12 875,06				14	Dolomit, zdravý
	DS-064		335,0	0,16	4,30	15,19	19 047,40				15	Dolomit, zdravý
H-3	DS-065	28.11.2018	35,5	0,25	1,51	3,87	1 253,57				45-70	slienitý vápenec s polohami slieňovcov, slabo až stredne zvetraný
	DS-066		37,0	0,30	0,45	1,63	251,66				15	slieňovec s polohami slienitých vápencov, tektonicky porušený
	DS-067		52,0	0,30	0,57	1,25	128,89				15-34	slieňovec s polohami slienitých vápencov, tektonicky porušený
	DS-068		55,0	0,30	0,58	1,26	243,63				11-35	siltovec s polohami slienitých vápencov, tektonicky porušený
	DS-069		58,0	0,20	5,09	14,93	3 672,51				61-77	slienitý vápenec, s polohami slieňovcov až siltovcov, slabo zvetraný
	DS-070		59,5	0,20	3,58	13,63	2 345,33				47	slienitý váp., s polohami slieňovcov až siltovcov, slabo zvetraný
	DS-071		61,0	0,25	1,47	3,67	455,50				25-55	siltovec až slieňovec, slabo zvetraný (rozpukávaný)
	DS-072		72,0	0,20	2,27	7,72	3 742,81				72	slien. vápenec s polohami slieňovcov (slabo rozpukávaný až kompaktný)
	DS-073		88,0	0,25	2,77	5,72	609,45				11-26	slieňovec s polohami slienitých vápencov (rozpukávaná poloha)
	DS-074		91,0	0,30	1,41	2,53	247,67				51-61	slieňovec, s polohami slienitých vápencov, tektonicky porušený
	DS-075		94,0	0,30	1,06	2,31	175,79				0	slieňovec, s polohami slienitých vápencov, tektonicky porušený
	DS-076		105,0	0,30	0,47	1,24	205,69				17-31	slieňovec, s polohami slienitých vápencov, tektonicky porušený

Prieskumné dielo	Označenie skúšky	Dátum realizácie	Hĺbka skúšky [m]	Poissonove číslo [ν]	Obor zaťaženia [MPa]		Modul pretvárnosti E _{def} [MPa]	Obor zaťaženia [MPa]		Modul pružnosti E [MPa]	RQD [%]	Litologický typ horniny
					od	do		od	do			
H-1	DS-109	12.4.2019	88,0	0,15	7,02	19,05	25 985,70				86-92	slienité vápence, s lokálnymi polohami slieňovcov (10%), zdravé (kompaktné)
	DS-110		86,0	0,25	2,69	7,02	7 711,00				67	slieňovce, zbridlčnené, s polohami slienitých vápencov
	DS-111		84,0	0,16	4,35	12,21	1 937,54				65-69	slienité vápence, s lokálnymi polohami slieňovcov (10%), zdravé, kompaktné
	DS-112		82,0	0,16	1,15	4,35	1 289,73				68-75	slienité vápence, s polohami slieňovcov (30-35%), zdravé komp.
	DS-113		80,0	0,20	4,58	15,96	18 499,19				34-68	slienité vápence, so zbridlčnenými polohami slieňovcov (20-25%)
	DS-114		78,0	0,18	4,46	16,26	12 427,93				42-55	slienité váp., s polohami slieňovcov (10-15%), zdravé (slabo rozpukané)
	DS-115		75,0	0,15	3,02	9,81	2 888,79				92-97	slienité vápence, s lokálnymi polohami slieňovcov (10%), zdravé (kompaktné)
H-1	DS-116	12.4.2019	123,0	0,25	7,39	16,89	8 861,59				13	slieňové vápence, brekciovité, so slienitou výplňou
	DS-117		121,0	0,30	1,89	5,60	3 749,14				12	slieňové vápence s polohami slieňovcov, brekciovité, tect. porušené
	DS-118		119,0	0,25	6,16	15,89	24 502,57				28	slieňové vápence, brekciovité, so slienitou výplňou
	DS-119		117,0	0,30	2,41	6,16	4 188,80				15-42	slieňové vápence s polohami slieňovcov, brekciovité
	DS-120		115,0	0,30	4,22	8,11	1 012,02				0	slieňové vápence s polohami slieňovcov, tektonicky porušené
	DS-121		70,0	0,30	2,46	4,98	298,24				22-44	slieňové vápence s polohami tektonických brekcií
	DS-122		68,0	0,33	5,33	12,38	1 320,91				20	slieňovcovo-karbonatické brekcie, tektonicky porušené
	DS-123		50,0	0,35	1,64	3,03	204,21				10	hyaloklastity (vulkanické brekcie), tektonicky porušené
	DS-124		45,0	0,35	1,38	2,56	170,64				13-30	slieňovcovo-karbonatické brekcie, tektonicky porušené
	DS-124		45,0	0,35	0,67	1,86	189,49					
TKB-12	DS-125	24.4.2019	194,0	0,20	0,49	1,23	91,56				54-88	slieňovec, ojedinele s polohami pieskovcov, zdravý (kompaktný)
	DS-126		191,0	0,20	0,24	0,49	69,14				39-66	slieňovec, ojedinele s polohami pieskovcov, zdravý (kompaktný)
	DS-127		188,0	0,25	0,28	0,53	70,01				11-25	šľovcovo-pieskovcové brekcie, zbridlčnené
	DS-128		174,0	0,20	5,40	10,27	4 461,11				85-86	slieňovec, ojedinele s polohami pieskovcov, zdravý (kompaktný)
	DS-129		171,0	0,20	3,95	12,48	5 255,46				65-80	slieňovec, ojedinele s polohami pieskovcov, zdravý (kompaktný)
	DS-130		169,5	0,30	2,14	7,35	1 465,64				52	slieňovec, rozpukaný, poloha s šľovitou výplňou puklín
	DS-131		168,0	0,35	2,54	15,39	5 339,95				23	slieňovec, rozpukaný, poloha s šľovitou výplňou puklín
	DS-132		166,5	0,20	7,58	15,26	3 162,30				94	slieňovec, ojedinele s polohami pieskovcov, zdravý (kompaktný)
	DS-133		165,0	0,20	1,87	4,91	1 710,47				24-57	slieňovec, ojedinele s polohami pieskovcov, zdravý (kompaktný)
	DS-134		159,0	0,20	1,07	2,54	237,27				58-65	slieňovec, s lokálnymi polohami pieskovcov, zdravé (slabo rozpukaný)
	DS-135		157,5	0,18	0,40	1,16	48,76				27-58	slieňovec, s lokálnymi polohami pieskovcov, zdravé (kompaktný)
	DS-135		157,5	0,18	4,58	12,07	6 884,28					
	DS-135		157,5	0,18	1,38	4,58	2 357,41					

5. 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 4th Dimension of Metropolises – Barták, Hrdina, Romancov and Zlámal (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