



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

VODNÉ TLAKOVÉ SKÚŠKY

Názov geologickej úlohy:	Diaľnica D1 Turany – Hubová, Podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum
Číslo geologickej úlohy:	273/2018/ZA
Okres:	Dolný Kubín (503), Martin (506), Ružomberok (508)
Objednávateľ:	DPP Žilina, s.r.o., Kominárska 2, 831 04 Bratislava
Zhotoviteľ:	CAD-ECO a.s. Svätoplukova 28 821 08 Bratislava
Riešitelia úlohy:	Mgr. Marian Coplák Štefan Konkolovský
Dátum vyhotovenia:	25.7.2019
Exemplár číslo:	1
Za objednávateľa schválil:	Ing. Rozália Gergelyová predseda predstavenstva

1. ÚVOD

Vodné tlakové skúšky boli realizované na základe Zmluvy o dielo č. 57-1/-2018 – CAD-ECO zo dňa 6.11.2018 objednávateľa DPP Žilina, s.r.o., Kominárka 2, Bratislava.

Úloha bola u zhotoviteľa prác, spoločnosti CAD-ECO a.s. Bratislava, zaregistrovaná pod číslom 273/2018/ZA.

Požiadavkou objednávateľa bol overiť terénnymi skúškami vlastnosti horninového masívu na tuneloch Havran a Korbeľka v rámci podrobného inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu stavby „Diaľnica D1 Turany – Hubová“. Vodné tlakové skúšky boli realizované podľa technickej normy STN EN ISO 22282-3, podľa ktorej je odporúčané testovať priepustnosť skalného horninového masívu v nasýtenej i nenasýtenej zóne vodnými tlakovými skúškami.

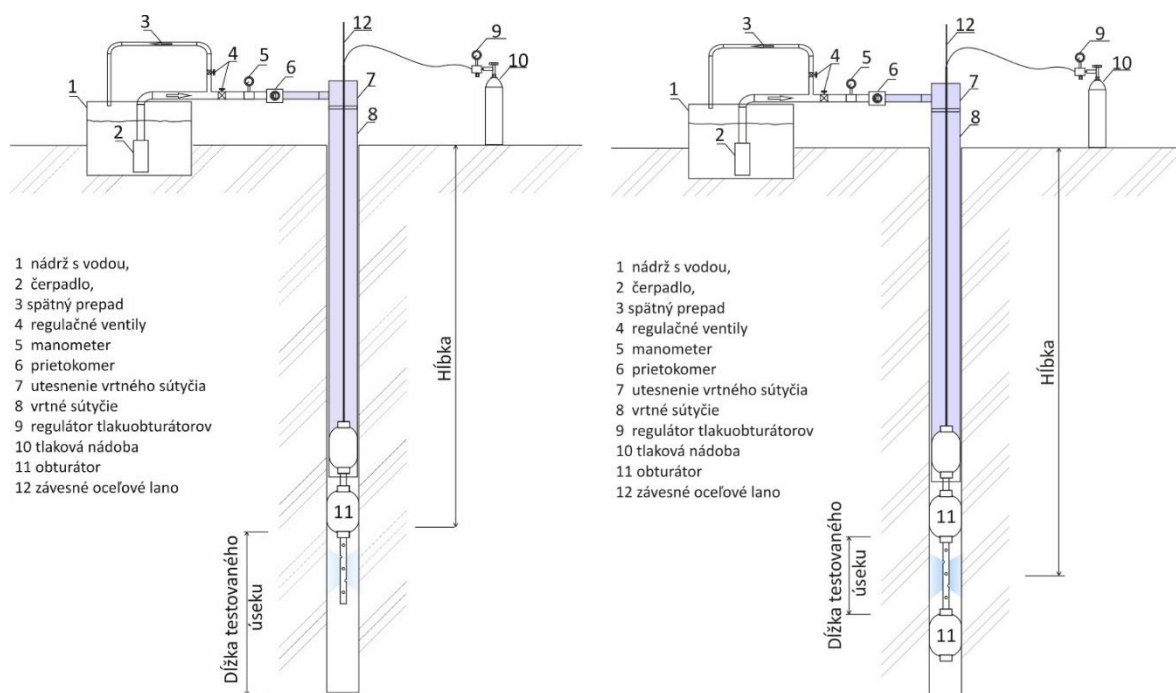
2. ROZSAH A METODIKA

Na predmetnej úlohe bola použitá zostava obturátorov WirelineSystemPacker spoločnosti BIMBAR priemeru HQ (96 mm) a priemeru NQ (78 mm). Na realizáciu skúšok vo vrtoch bol použitý jednoduchý a dvojité obturátor (obrázok 1). Dvojité obturátor bol použitý pre testovanie skúšobného úseku s dĺžkou 2 m, jednoduchý obturátor bol použitý v skúšobnej etáži po dno vrtu.

Meranie tlaku a prietoku bolo vykonané regulačnou a meracou zostavou GEOPRO s.a. (Belgicko), pozostávajúcou z:

- prietokomeru s maximálnym prietokom 110 l/min, s digitálnym čítaním a nulovaním,
- manometrom priemeru 63 mm, s glycerínovou výplňou triedy 1.6, rozsahu 0 – 25 bar,
- dvoch regulačných ventilov a jedného uzatváracieho ventilu.

Na transport vody do skúšobného vrtu bolo použité čerpadlo E-TECH VS 4/18 s max. prietokom 100 l.min⁻¹ a max. výtlakom 114 m (1,12 MPa).



Obrázok 1 Schéma zariadenia a vykonávania vodnej tlakovej skúšky s jednoduchým (vľavo) a dvojítm (vpravo) obturátorom

Vodnej tlakovej skúške predchádzali prípravné úkony – nastavenie hĺbky vrtnej kolóny, prečistenie vrtu výplachom čistej vody, zapustenie obturátora, zistenie hladiny vody, utesnenie zhlavia vrtu.

Vodné tlakové skúšky boli realizované v troch vzostupných a dvoch zostupných tlakových stupňoch. Tlak vody vyvozený čerpadlom pri skúške bol regulovaný škrtiacou klapkou a regulačnými ventilmi. Pribeh skúšky, čítanie prietokomera a tlaku na mernej kolóne bolo vykonávané v intervale 1 minúta, dĺžka trvania každého tlakového stupňa bola 10 minút.

Vo vrte TKB-4, kde bola hladina podzemnej vody hlboko zaklesnutá resp. vodná tlaková skúška bola v nenasýtenej zóne, bol skúšobný tlak odvodený z hydrostatického tlaku vyvolaného nálevom vody do vrtu. Meranie hydrostatického tlaku bolo vykonávané automatickým záznamníkom so snímačom tlaku inštalovanom na kolóne obturátorov v strede skúšobného úseku.

Po zapustení sústavy obturátorov bolo vykonané meranie hladiny vody vo vrte. Meranie hladiny bolo vykonávané kontaktným elektrickým, opticko-akustickým hladinomerom Solinst 102 Water Level Indicator.

Na výpočet hydraulických parametrov skalného masívu z výsledkov vodnej tlakovej skúšky bol použitý software s výpočtovým postupom technickej normy STN EN ISO 22282-3 podľa rovnice (Rissler et al. 1984 in STN EN ISO 22282-3) pre skúšky s konštantným prietokom :

$$k_i = \frac{Q}{2 \cdot L \cdot h \cdot \pi} \cdot \ln \frac{R}{r_0}$$

kde L = dĺžka skúšobnej etáže (m)
 R = vypočítaný polomer dosahu vplyvu skúšky (m)
 r_0 = polomer vrtu (m)
 k_i = priepustnosť skalného masívu (m. s⁻¹)
 Q = strata vody na konci skúšky (m³ .s⁻¹)
 h = piezometrická výška (m) podľa vzťahu :

$$h = \frac{p_0}{\gamma_w}$$

kde p_0 = skúšobný tlak (MPa)
 γ_w = objemová tiaž vody

Na vyhodnotenie vodných tlakových skúšok bola stanovená hodnota Lugeon. Hodnota Lugeon je empiricky definovaná ako priepustnosť požadovaná na dosiahnutie prietoku vody 1 liter za minútu na meter skúšobného intervalu pri referenčnom tlaku vody 1 MPa a je vypočítaná podľa rovnice :

$$LUGEON = \frac{q}{L} \times \frac{P_0}{P}$$

kde q = prietok vody (l.min⁻¹)
 L = dĺžka testovaného úseku (m)
 P_0 = referenčný tlak (1 MPa)
 P = špecifický tlak vody (MPa)

Skúšobné správy z vodných tlakových skúšok boli vyhotovené pre každú skúšobnú etáž a sú uvedené v prílohách 1 až 7 za textovou časťou.

3. VYHODNOTENIE VODNÝCH TLAKOVÝCH SKÚŠOK

3.1 Tunel Havran

V trase tunela Havran boli realizované vodné tlakové skúšky vo vrtoch **THV-2A** a **THV-3** v objednávatelom určených hĺbkových intervaloch. Celkovo bolo v trase tunela Havran realizovaných 6 skúšok. Pri skúške vo vrte THV-2A v hĺbkovom úseku 245,5 – 247,5m v silno tektonicky porušenom horninovom prostredí došlo pri upevňovaní obturátorov k porušeniu pevnosti steny vrtu a následnému obtekaniu vody mimo skúšobný úsek. **Skúšku v tejto hĺbkovej úrovni tak nebolo možné vyhodnotiť.**

Prehľad realizovaných vodných tlakových skúšok v skúšobných úsekoch v trase tunela Havran je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Prehľad realizovaných vodných tlakových skúšok v trase tunela Havran

Vrt	Dátum realizácie skúšky	Skúšobný úsek	Zloženie obturátora
THV-2A	11.10.2018	131,5 – 133,5 m	dvojitý obturátor
THV-2A	11.10.2018	155,0 – 157,0 m	dvojitý obturátor
THV-2A	10.10.2018	233,5 – 235,5 m	dvojitý obturátor
THV-2A	10.11.2018	245,5 – 247,5 m	dvojitý obturátor
THV-3	4.4.2019	59,5 – 61,5 m	dvojitý obturátor
THV-3	4.4.2019	62,5 – 64,5 m	dvojitý obturátor

Podľa výsledkov vodných tlakových skúšok boli overené hodnoty koeficienta filtrácie k_f v horninovom masíve tunela Havran v rozsahu $k_f = 9,822 \cdot 10^{-8}$ až $2,731 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$. Podľa klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel. J. 1982) ide o **slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti VI až veľmi slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti VII.**

Podľa grafickej metódy interpretácie priebehu hodnôt Lugeon vypočítaných pri jednotlivých stupňoch vodnej tlakovej skúšky v oblasti tunela Havran možno interpretovať tieto procesy počas trvania vodnej tlakovej skúšky :

- **Vymývanie** (Wash-out) naznačuje zmeny v horninovom masíve vyvolané vodnou tlakovou skúškou v dôsledku vyplavovania horninovej hmoty alebo výplní diskontinuit.
- **Rozširovanie** (Dilation) naznačuje zmeny v horninovom masíve vyvolané vodnou tlakovou skúškou v dôsledku zväčšovania prierezovej plochy napr. diskontinuit, čím sa zvyšuje priepustnosť.
- **Vypĺňanie** (Void Filling) naznačuje zmeny v horninovom masíve vyvolané vodnou tlakovou skúškou vyplňaním dutín a diskontinuit najmä vodou, alebo znižovaním prierezu napučaním minerálov čoho dôsledkom je znižovanie priepustnosti.

Podľa výsledkov vodných tlakových skúšok boli vypočítané hodnoty Lugeon v horninovom masíve tunela Havran v rozsahu 1,012 – 1,815. Podľa klasifikácie (Houlsby. 1976) ide o **nízkú hodnotu**. Podľa rozsahu koeficienta filtrácie možno klasifikovať stav diskontinuit skalného masívu (Houlsby. 1976) ako tesné až veľmi tesné.

Výsledné hodnotenie priepustnosti skalného masívu v trase tunela Havran podľa vodných tlakových skúšok sú sumarizované v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Výsledky vodných tlakových skúšok v trase tunela Havran

Vrt	Skúšobný úsek [m]	Litologický typ	Lugeon	Koeficient filtrácie [m.s ⁻¹]	Výsledné hodnotenie: Klasifikácia prostredia Jetel (1982), Houlbsy (1976)
THV-2A	131,5 - 133,5	Slieňovce, tmavosivé, zdravé, laminované až tenko vrstevnaté (0,5-20 cm), strednej pevnosti (R3). V úseku 131,3-132,1m sú slieňovce tektonicky rozpukané.	1,012	9,822.10 ⁻⁸	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Veľmi slabo priepustné, trieda priepustnosti VII. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Vymývanie diskontinuit - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Nízka - Stav diskontinuit horninového masívu: Veľmi tesné
THV-2A	155,0 - 157,0	Slieňovce, tmavosivé, zdravé, laminované až tenko vrstevnaté, strednej pevnosti (R3). V úseku 155,5-156,2m sú horniny viac rozpukané, s ílovitou výplňou.	1,556	1,510.10 ⁻⁷	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Slabo priepustné, trieda priepustnosti VI. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Rozširovanie diskontinuit - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Nízka - Stav diskontinuit horninového masívu: Tesné
THV-2A	233,5 - 235,5	Slieňovce, tmavosivé, zdravé, kompaktné, strednej pevnosti (R3), stredne vrstevnaté, s hustotou diskontinuit 12-40 cm.	1,815	2,731.10 ⁻⁷	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Slabo priepustné, trieda priepustnosti VI. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Vymývanie diskontinuit - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Nízka - Stav diskontinuit horninového masívu: Tesné
THV-2A	247,5 - 249,5	Tektonická porucha (80°) do 5 cm, brekciovitého charakteru – tektonicky porušené slieňovce	-	-	-
THV-3	59,5 – 61,5	Slienité vápence zbridičnatené (59,5-61,1 m); slienité vápence, kompaktné, zdravé, s ojedinelými vrstvami slieňovcov (61,1-61,5 m)	1,337	1,297.10 ⁻⁷	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Slabo priepustné, trieda priepustnosti VI. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Vypĺňanie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Nízka - Stav diskontinuit horninového masívu: Tesné
THV-3	62,5 – 64,5	Slienité vápence, kompaktné, zdravé, s ojedinelými vrstvami slieňovcov	1,037	1,006.10 ⁻⁷	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Slabo priepustné, trieda priepustnosti VI. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Rozširovanie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Nízka - Stav diskontinuit horninového masívu: Tesné

3.1 Tunel Korbeľka

V trase tunela Korbeľka boli realizované vodné tlakové skúšky vo vrtoch **TKB-2, TKB-3, TKB-4, TKB-7 a TKB-12** v objednávateľom určených hĺbkových intervaloch. Celkovo bolo v trase tunela Korbeľka realizovaných 11 skúšok. Pri skúške vo vrte TKB-2 v hĺbkovom úseku 143,8 – 150,5m v tektonicky porušenom horninovom prostredí bola pri realizácii vodnej tlakovej skúšky zaznamenaná veľká strata vody (>308 l za 4 min) bez vyvedenia tlaku. **Skúšku v tejto hĺbkovej úrovni tak nebolo možné vyhodnotiť.**

Prehľad realizovaných vodných tlakových skúšok v skúšobných úsekoch v trase tunela Korbeľka je uvedený v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Prehľad realizovaných vodných tlakových skúšok v trase tunela Korbeľka

Vrt	Dátum realizácie skúšky	Skúšobný úsek	Zloženie obturátora
TKB-2	13.3.2019	101,2 – 103,2 m	dvojité obturátory
TKB-2	13.3.2019	107,2 – 109,2 m	dvojité obturátory
TKB-2	13.3.2019	143,8 – 150,5 m	jednoduchý obturátor
TKB-3	7.12.2018	113,4 – 115,4 m	dvojité obturátory
TKB-3	7.12.2018	125,4 – 127,4 m	dvojité obturátory
TKB-3	7.12.2018	134,4 – 136,4 m	dvojité obturátory
TKB-4	1.3.2019	153,0 – 155,0 m	dvojité obturátory
TKB-4	1.3.2019	174,0 – 180,0 m	jednoduchý obturátor
TKB-7	26.11.2018	183,9 – 188,9 m	jednoduchý obturátor
TKB-7	11.12.2018	235,4 – 237,4 m	dvojité obturátory
TKB-12	23.4.2019	175,6 – 177,6 m	dvojité obturátory

Vodnými tlakovými skúškami boli testované hydraulické vlastnosti nasledovných litologických typov :

- dolomitické pieskovce (paleogén) overené vrtom TKB-2
- karbonátické brekcie, slieňovce a slienité vápence overené vrtom TKB-3
- dolomity overené vrtmi TKB-4 a TKB-7
- ílovce overené vrtom TKB-12

Dolomitické pieskovce (paleogén)

Podľa výsledkov vodných tlakových skúšok boli overené hodnoty koeficienta filtrácie k_f dolomitických pieskovcov (paleogén) $k_f = 8,819 \cdot 10^{-8}$ a $1,025 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$. Podľa klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel. J. 1982) ide o **slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti VI až veľmi slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti VII.**

Podľa grafickej metódy interpretácie priebehu hodnôt Lugeon vypočítaných pri jednotlivých stupňoch vodnej tlakovej skúšky možno interpretovať tieto procesy počas trvania vodnej tlakovej skúšky :

- **Rozširovanie** (Dilation) naznačuje zmeny v horninovom masíve vyvolané vodnou tlakovou skúškou v dôsledku zväčšovania prierezovej plochy napr. diskontinuít, čím sa zvyšuje priepustnosť.
- **Vypĺňanie** (Void Filling) naznačuje zmeny v horninovom masíve vyvolané vodnou tlakovou skúškou vyplňaním dutín a diskontinuít najmä vodou, alebo znižovaním prierezu napučaním minerálov čoho dôsledkom je znižovanie priepustnosti.

Podľa výsledkov vodných tlakových skúšok boli vypočítané hodnoty Lugeon dolomitických pieskovcov (paleogén) s hodnotami 1,001 – 0,861. Podľa klasifikácie (Houlsby. 1976) ide o **nízkú a veľmi nízku hodnotu**. Podľa rozsahu koeficienta filtrácie možno klasifikovať stav diskontinuít skalného masívu (Houlsby. 1976) ako **tesné a veľmi tesné**.

Karbonatické brekcie, slieňovce a slienité vápence

Podľa výsledkov vodných tlakových skúšok boli overené hodnoty koeficienta filtrácie k_f karbonatických brekcií, slieňovcov a slienitých vápencov $k_f = 1,800 \cdot 10^{-8}$ a $9,424 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$. Podľa klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel. J. 1982) ide o **veľmi slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti VII**.

Podľa grafickej metódy interpretácie priebehu hodnôt Lugeon vypočítaných pri jednotlivých stupňoch vodnej tlakovej skúšky možno interpretovať tieto procesy počas trvania vodnej tlakovej skúšky :

- **Rozširovanie** (Dilation) naznačuje zmeny v horninovom masíve vyvolané vodnou tlakovou skúškou v dôsledku zväčšovania prierezovej plochy napr. diskontinuít, čím sa zvyšuje priepustnosť.
- **Vymývanie** (Wash-out) naznačuje zmeny v horninovom masíve vyvolané vodnou tlakovou skúškou v dôsledku vyplavovania horninovej hmoty alebo výplní diskontinuít.

Podľa výsledkov vodných tlakových skúšok boli vypočítané hodnoty Lugeon karbonatických brekcií, slieňovcov a slienitých vápencov s hodnotami 0,971 – 0,186. Podľa klasifikácie (Houlsby. 1976) ide o **veľmi nízku hodnotu**. Podľa rozsahu koeficienta filtrácie možno klasifikovať stav diskontinuít skalného masívu (Houlsby. 1976) ako **veľmi tesné**.

Dolomity

Podľa výsledkov vodných tlakových skúšok boli overené hodnoty koeficienta filtrácie k_f dolomitov $k_f = 3,052 \cdot 10^{-6}$ a $1,339 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$. Podľa klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel. J. 1982) ide o **mierne priepustné prostredie s triedou priepustnosti IV až dosť slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti V**.

Podľa grafickej metódy interpretácie priebehu hodnôt Lugeon vypočítaných pri jednotlivých stupňoch vodnej tlakovej skúšky možno interpretovať tieto procesy počas trvania vodnej tlakovej skúšky :

- **Vymývanie** (Wash-out) naznačuje zmeny v horninovom masíve vyvolané vodnou tlakovou skúškou v dôsledku vyplavovania horninovej hmoty alebo výplní diskontinuít.
- **Laminárne prúdenie** (Laminar flow) sa prejavuje v horninovom masíve s relatívne nízkou priepustnosťou, kde schopnosť skalného masívu prepúšťať vodu nezávisí od tlaku.
- **Turbulentné prúdenie** (Turbulent flow) sa prejavuje v horninovom masíve s čiastočne otvorenými až mierne širokými trhlinami.

Podľa výsledkov vodných tlakových skúšok boli vypočítané hodnoty Lugeon dolomitov s hodnotami 29,795 – 144,23. Podľa klasifikácie (Houlsby. 1976) ide o **strednú až veľmi vysokú hodnotu**. Podľa rozsahu koeficienta filtrácie možno klasifikovať stav diskontinuít skalného masívu (Houlsby. 1976) ako **niektoré otvorené až rovnomerne rozmiestnené alebo prázdne**.

Ílovce

Podľa výsledkov vodných tlakových skúšok boli overené hodnoty koeficienta filtrácie k_f ílovcov $k_f = 1,109 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$. Podľa klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel. J. 1982) ide o **veľmi slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti VII**.

Podľa grafickej metódy interpretácie priebehu hodnôt Lugeon vypočítaných pri jednotlivých stupňoch vodnej tlakovej skúšky možno interpretovať tieto procesy počas trvania vodnej tlakovej skúšky :

- **Rozširovanie** (Dilation) naznačuje zmeny v horninovom masíve vyvolané vodnou tlakovou skúškou v dôsledku zväčšovania prierezovej plochy napr. diskontinuít, čím sa zvyšuje priepustnosť.
- **Vypĺňanie** (Void Filling) naznačuje zmeny v horninovom masíve vyvolané vodnou tlakovou skúškou vyplňaním dutín a diskontinuít najmä vodou, alebo znižovaním prierezu napučaním minerálov čoho dôsledkom je znižovanie priepustnosti.

Podľa výsledkov vodných tlakových skúšok boli vypočítané hodnoty Lugeon ílovcov s hodnotou 0,108. Podľa klasifikácie (Houlsby. 1976) ide o **veľmi nízku hodnotu**. Podľa rozsahu koeficienta filtrácie možno klasifikovať stav diskontinuít skalného masívu (Houlsby. 1976) ako **veľmi tesné**.

Výsledné hodnotenie priepustnosti skalného masívu v trase tunela Korbeľka podľa vodných tlakových skúšok sú sumarizované v tabuľke 4.

Tabuľka 4 Výsledky vodných tlakových skúšok v trase tunela Korbeľka

Vrt	Skúšobný úsek [m]	Litologický typ		Koeficient filtrácie [m.s ⁻¹]	Priepustnosť prostredia Trieda priepustnosti
TKB-2	101,2 - 103,2	Dolomitické pieskovce (paleogén), svetlosivé, stredno až hrubozrnné, úlomkovité (5-35 cm)	1,001	$1,025 \cdot 10^{-7}$	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Slabo priepustné, trieda priepustnosti VI. - Typ procesu podľa Houlsby (1976) : Rozširovanie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Nízka - Stav diskontinuít horninového masívu: Tesné
TKB-2	107,2 - 109,2	Dolomitické pieskovce (paleogén), svetlosivé, tektonicky porušené, charakteru drobných úlomkov 0,3-5 cm	0,861	$8,819 \cdot 10^{-8}$	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Veľmi slabo priepustné, trieda priepustnosti VII. - Typ procesu podľa Houlsby (1976) : Vypĺňanie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Veľmi nízka - Stav diskontinuít horninového masívu: Veľmi tesné

Vrt	Skúšobný úsek [m]	Litologický typ		Koeficient filtrácie [m.s ⁻¹]	Priepustnosť prostredia Trieda priepustnosti
TKB-3	113,4 - 115,4	Karbonatické brekcie, tvorené ostrohrannými úlomkami slienitých vápencov (1-10 cm) v slienitej tmavosivej hmote. Pevnosť brekcie je nízka až veľmi nízka (R4-R5).	0,971	$9,424 \cdot 10^{-8}$	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Veľmi slabo priepustné, trieda priepustnosti VII. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Rozširovanie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Veľmi nízka - Stav diskontinuít horninového masívu: Veľmi tesné
TKB-3	125,4 - 127,4	Slieňovce s polohami karbonatických brekcií. Slieňovce (60%) sú tmavosivé, nízkej pevnosti (R4), s poprehýbanými a hladkými puklinami. Hustota diskontinuít je 3-10 cm.	0,186	$1,800 \cdot 10^{-8}$	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Veľmi slabo priepustné, trieda priepustnosti VII. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Rozširovanie a vymývanie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Veľmi nízka - Stav diskontinuít horninového masívu: Veľmi tesné
TKB-3	134,4 - 136,4	Slienité vápence s polohami slieňovcov (20-30%). Vápence sú sivé, strednej až vysokej pevnosti (R3-R2).	0,717	$6,960 \cdot 10^{-8}$	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Veľmi slabo priepustné, trieda priepustnosti VII. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Rozširovanie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Veľmi nízka - Stav diskontinuít horninového masívu: Veľmi tesné
TKB-4	153,0 - 155,0	Dolomity porušené, s polohami dolomitických brekcií.	29,795	$3,052 \cdot 10^{-6}$	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Dost' slabo priepustné, trieda priepustnosti V. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Turbulentné prúdenie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Stredná - Stav diskontinuít horninového masívu: Niektoré otvorené
TKB-4	174,0 - 180,0	Dolomity, zdravé, kompaktné	37,073	$4,681 \cdot 10^{-6}$	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Dost' slabo priepustné, trieda priepustnosti V. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Laminárne prúdenie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Stredná - Stav diskontinuít horninového masívu: Niektoré otvorené
TKB-7	183,9 - 188,9	Dolomity, vápnité, sivé, kompaktné, rekryštalizované hustou sieťou kalcitových žiliek a s drobnými dutinkami. Pevnosť dolomitov je stredná (R3).	34,686	$4,192 \cdot 10^{-6}$	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Dost' slabo priepustné, trieda priepustnosti V. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Laminárne prúdenie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Stredná - Stav diskontinuít horninového masívu: Niektoré otvorené

Vrt	Skúšobný úsek [m]	Litologický typ		Koeficient filtrácie [m.s ⁻¹]	Priepustnosť prostredia Trieda priepustnosti
TKB-7	235,4 - 237,4	Dolomity, sivé, tektonicky porušené, rozpukané na drobné ostrohranné úlomky (1-8 cm), s kalcitom a Fe-oxidmi na puklinách.	144,230	1,399.10 ⁻⁵	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Mierne priepustné, trieda priepustnosti IV. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Vymývanie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Veľmi vysoká - Stav diskontinuit horninového masívu: Otvorené, rovnomerne rozmiestnené alebo prázdne
TKB-12	173,6 - 175,6	Ílovce zdravé, kompaktné, s ojedinelými polohami laminovaných až veľmi tenko vrstevnatých pieskovcov (10%)	0,108	1,109.10 ⁻⁸	- Klasifikácia priepustnosti podľa Jetela (1982): Veľmi slabo priepustné, trieda priepustnosti VII. - Typ procesu podľa Houlbsy (1976) : Rozširovanie a vyplňanie - Klasifikácia priepustnosti podľa hodnoty Lugeon : Veľmi nízka - Stav diskontinuit horninového masívu: Veľmi tesné

V Žiline : 25.7.2019

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

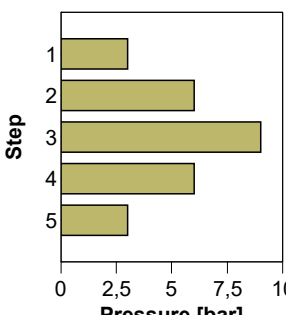
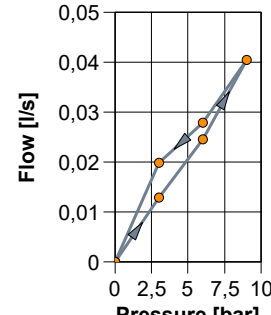
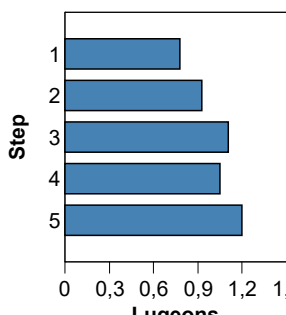
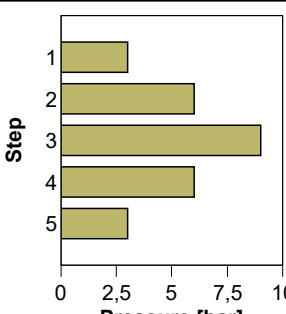
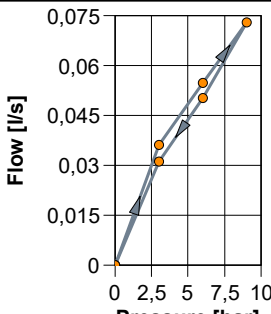
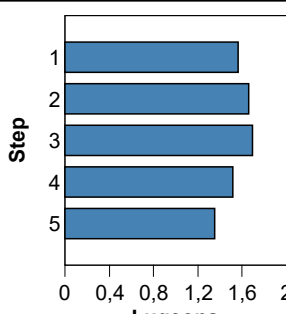
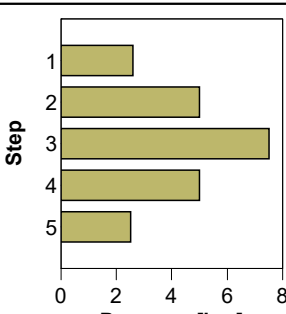
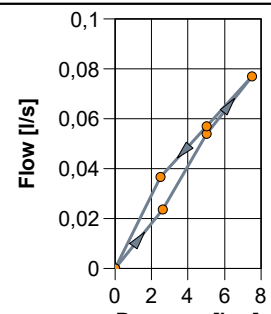
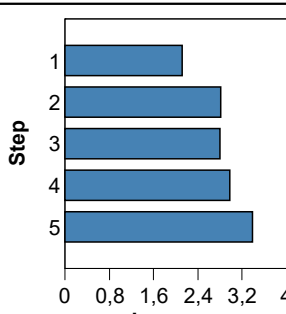
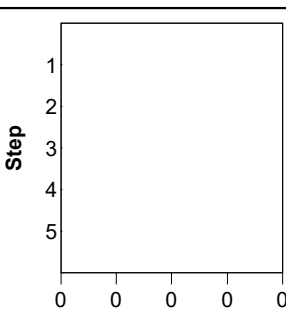
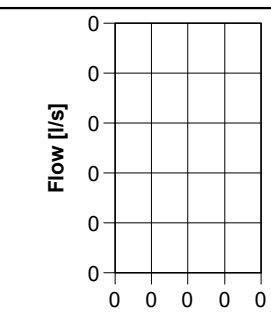
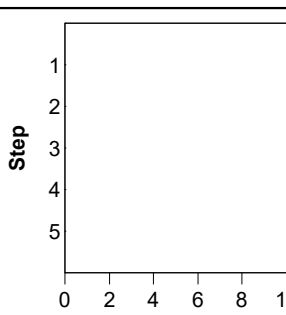
ZOZNAM LITERATÚRY:

- Ingr, M., (1978): Vodné tlakové skúšky – Metodická príručka, IGHP n.p. Žilina,
- Jetel, J., (1982): Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech, ÚÚG Praha,
- Houlsby, A., (1976): Routine Interpretation of the Lugeon Water-Test. Q. J. Eng. Geol. Vol. 9, pp. 303-313.
- 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 22282-3:2013 Geotechnický prieskum a skúšky. Hydrodynamické skúšky. Časť 3: Vodné tlakové skúšky v skalných horninách (ISO 22282-3:2012) (72 1040);

SKÚŠOBNÉ SPRÁVY VODNÝCH TLAKOVÝCH SKÚŠOK TUNEL HAVRAN

THV-2A

(skúšobný úsek : 131,5 - 133,5m
155,0 - 157,0m
233,5 - 235,5 m)

CAD-ECO, a.s. Svätoplukova 28 821 08 Bratislava		Lugeon Test Summary - THV-2A		
		Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová		
		Number: 273/2018/ZA		
		Client: DPP Žilina, s.r.o.		
Test Interval Top Bottom	Graphs			Result
131,500 m 133,500 m	 Pressure [bar]	 Flow [l/s] Pressure [bar]	 Lugeons	Typ procesu : Vymývanie Lugeon: 1,012 Koeficient filtrácie: 9,822E-8 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Nízka Stav diskontinuít horninového masívu: Veľmi tesné
155,000 m 157,000 m	 Pressure [bar]	 Flow [l/s] Pressure [bar]	 Lugeons	Typ procesu : Rozširovanie Lugeon: 1,556 Koeficient filtrácie: 1,510E-7 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Nízka Stav diskontinuít horninového masívu: Tesné
233,500 m 235,500 m	 Pressure [bar]	 Flow [l/s] Pressure [bar]	 Lugeons	Typ procesu : Vymývanie Lugeon: 1,815 Koeficient filtrácie: 2,731E-7 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Nízka Stav diskontinuít horninového masívu: Tesné
245,500 m 247,500 m	 Pressure [bar]	 Flow [l/s] Pressure [bar]	 Lugeons	Vodná tlaková skúška neúspešná, nadmerná deformácia steny vrtu pri rozopretí obturátorov

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

Lugeon Test Analysis Report

Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová

Number: 273/2018/ZA

Client: DPP Žilina, s.r.o.

Location: Tunel Havran

Lugeon Test: THV-2A (131,5-133,5m)

Tested bore: THV-2A

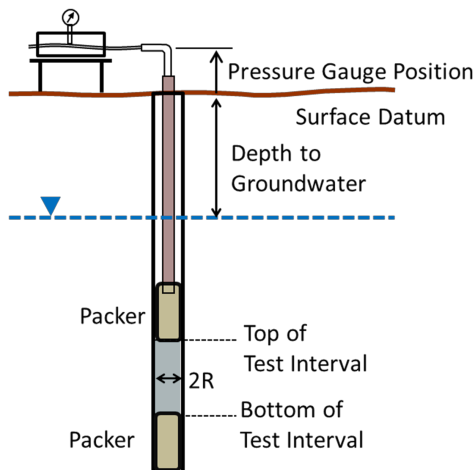
Test Conducted by: Mgr. Marián Coplák, Štefan Konkolovský

Test Date: 11. 10. 2018

Analysis Performed by: Mgr. Marián Coplák

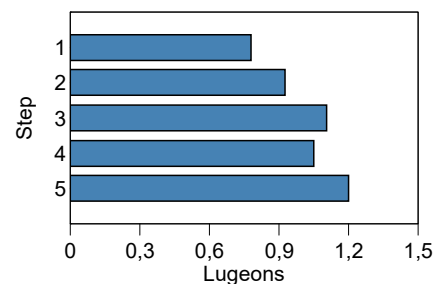
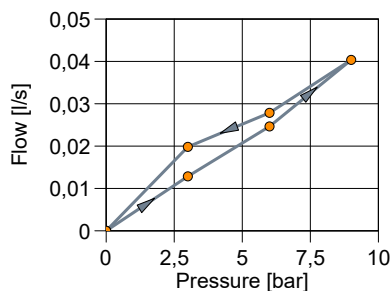
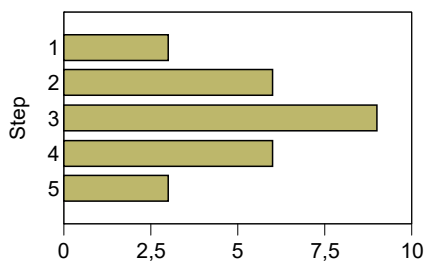
Analysis Date: 15. 10. 2018

Lithology: Slieňovce, tmavosivé, zdravé, laminované až tenko vrstevnaté (0,5-20 cm), strednej pevnosti (R3).



Top of Test Interval: 131,500 m
 Bottom of Test Interval: 133,500 m
 Length of Test Interval: 2,000 m
 Gauge Position: 0,800 m
 Depth to Groundwater: 19,100 m
 Radius of Test Section: 0,048 m

Step	Pressure [bar]	Flow Meter Readings [l/s]										Average Flow Rate [l/s]	Hydraulic Conductivity		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		[m/s]	[cm/s]	Lugeon
1	3,0	0,0131	0,0147	0,0114	0,0131	0,0114	0,0131	0,0147	0,0114	0,0131	0,0131	0,0129	$7,574 \times 10^{-8}$	$7,57 \times 10^{-6}$	0,781
2	6,0	0,0266	0,0249	0,0249	0,0232	0,0249	0,0249	0,0232	0,0249	0,0249	0,0232	0,0246	$8,995 \times 10^{-8}$	$9,00 \times 10^{-6}$	0,927
3	9,0	0,0414	0,0414	0,0414	0,0381	0,0397	0,0414	0,0397	0,0414	0,0414	0,0381	0,0404	$1,073 \times 10^{-7}$	$1,07 \times 10^{-5}$	1,106
4	6,0	0,0310	0,0260	0,0293	0,0226	0,0260	0,0293	0,0276	0,0276	0,0293	0,0293	0,0278	$1,018 \times 10^{-7}$	$1,02 \times 10^{-5}$	1,049
5	3,0	0,0189	0,0173	0,0173	0,0239	0,0206	0,0223	0,0206	0,0206	0,0189	0,0173	0,0198	$1,163 \times 10^{-7}$	$1,16 \times 10^{-5}$	1,199
Average													$9,822 \times 10^{-8}$	$9,82 \times 10^{-6}$	1,012



Typ procesu : Vymývanie
 Lugeon: 1,012
 Koeficient filtrácie: $9,822 \times 10^{-8}$ m/s
 Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Nízka
 Stav diskontinuit horninového masívu: Veľmi tesné

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

Lugeon Test Analysis Report

Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová

Number: 273/2018/ZA

Client: DPP Žilina, s.r.o.

Location: Tunel Havran

Lugeon Test: THV-2A (155,0-157,0m)

Tested bore: THV-2A

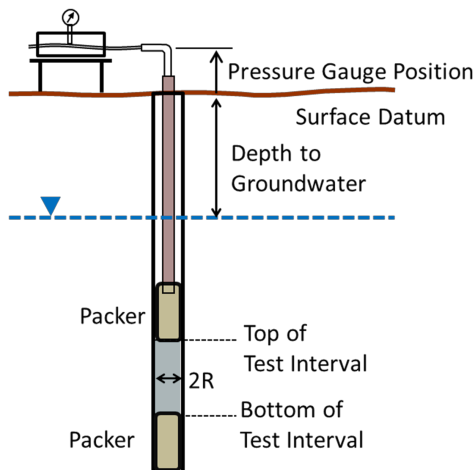
Test Conducted by: Mgr. Marián Coplák, Štefan Konkolovský

Test Date: 11. 10. 2018

Analysis Performed by: Mgr. Marián Coplák

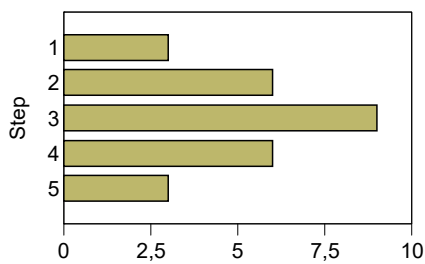
Analysis Date: 15. 10. 2018

Lithology: Slieňovce, tmavosivé, zdravé, laminované až tenko vrstevnaté, strednej pevnosti (R3).

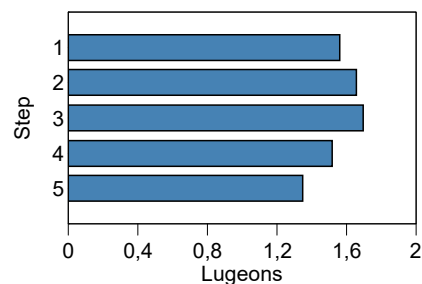
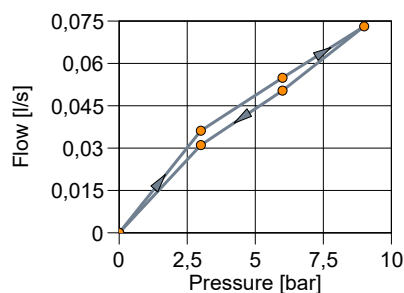


Top of Test Interval: 155,000 m
 Bottom of Test Interval: 157,000 m
 Length of Test Interval: 2,000 m
 Gauge Position: 0,800 m
 Depth to Groundwater: 39,300 m
 Radius of Test Section: 0,048 m

Step	Pressure [bar]	Flow Meter Readings [l/s]										Average Flow Rate [l/s]	Hydraulic Conductivity		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		[m/s]	[cm/s]	Lugeon
1	3,0	0,0394	0,0361	0,0361	0,0361	0,0328	0,0344	0,0361	0,0361	0,0361	0,0378	0,0361	$1,515 \times 10^{-7}$	$1,52 \times 10^{-5}$	1,562
2	6,0	0,0553	0,0537	0,0537	0,0553	0,0537	0,0553	0,0570	0,0537	0,0537	0,0570	0,0548	$1,607 \times 10^{-7}$	$1,61 \times 10^{-5}$	1,656
3	9,0	0,0737	0,0737	0,0737	0,0737	0,0737	0,0737	0,0737	0,0737	0,0720	0,0687	0,0730	$1,644 \times 10^{-7}$	$1,64 \times 10^{-5}$	1,694
4	6,0	0,0509	0,0493	0,0526	0,0526	0,0509	0,0509	0,0493	0,0493	0,0493	0,0476	0,0503	$1,473 \times 10^{-7}$	$1,47 \times 10^{-5}$	1,519
5	3,0	0,0327	0,0327	0,0310	0,0327	0,0310	0,0327	0,0293	0,0293	0,0310	0,0293	0,0312	$1,308 \times 10^{-7}$	$1,31 \times 10^{-5}$	1,348
Average													$1,510 \times 10^{-7}$	$1,51 \times 10^{-5}$	1,556



Typ procesu : Rozširovanie
 Lugeon: 1,556
 Koeficient filtrácie: $1,510 \times 10^{-7}$ m/s
 Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Nízka
 Stav diskontinuit horninového masívu: Tesné



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

Lugeon Test Analysis Report

Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová

Number: 273/2018/ZA

Client: DPP Žilina, s.r.o.

Location: Tunel Havran

Lugeon Test: THV-2A (233,5-235,5m)

Tested bore: THV-2A

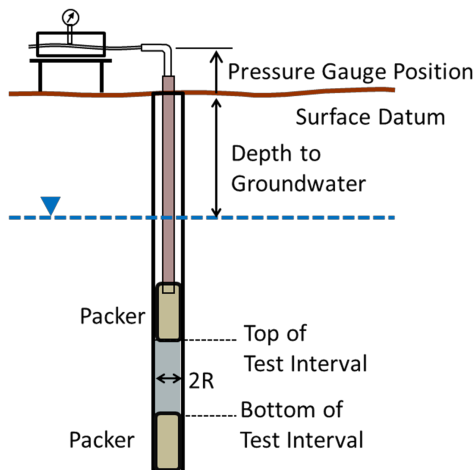
Test Conducted by: Mgr. Marián Coplák, Štefan Konkolovský

Test Date: 10. 10. 2018

Analysis Performed by: Mgr. Marián Coplák

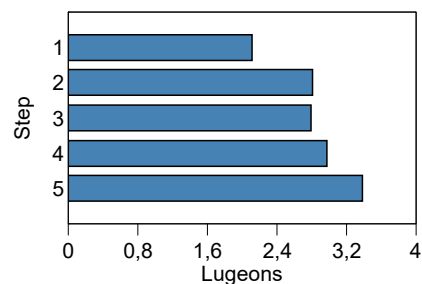
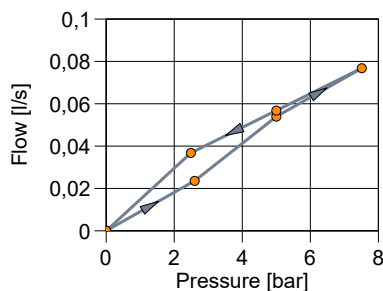
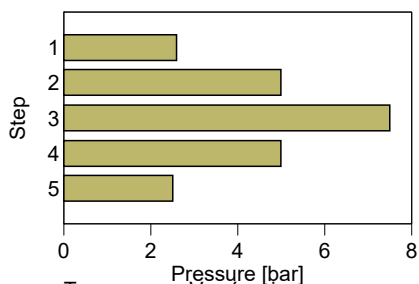
Analysis Date: 15. 10. 2018

Lithology: Slieňovce, tmavosivé, zdravé, kompaktné, strednej pevnosti (R3), stredne vrstevnaté, s hustotou diskontinuit 12-40 cm.



Top of Test Interval: 233,500 m
 Bottom of Test Interval: 235,500 m
 Length of Test Interval: 2,000 m
 Gauge Position: 0,800 m
 Depth to Groundwater: 6,800 m
 Radius of Test Section: 0,048 m

Step	Pressure [bar]	Flow Meter Readings [l/s]										Average Flow Rate [l/s]	Hydraulic Conductivity		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		[m/s]	[cm/s]	Lugeon
1	2,6	0,0264	0,0231	0,0214	0,0231	0,0197	0,0214	0,0247	0,0231	0,0264	0,0264	0,0236	$2,049 \times 10^{-7}$	$2,05 \times 10^{-5}$	2,112
2	5,0	0,0571	0,0471	0,0538	0,0505	0,0571	0,0555	0,0455	0,0605	0,0555	0,0555	0,0538	$2,725 \times 10^{-7}$	$2,73 \times 10^{-5}$	2,809
3	7,5	0,0757	0,0757	0,0740	0,0773	0,0757	0,0840	0,0757	0,0773	0,0773	0,0757	0,0768	$2,712 \times 10^{-7}$	$2,71 \times 10^{-5}$	2,795
4	5,0	0,0554	0,0604	0,0571	0,0571	0,0621	0,0521	0,0538	0,0571	0,0588	0,0554	0,0569	$2,885 \times 10^{-7}$	$2,89 \times 10^{-5}$	2,974
5	2,5	0,0364	0,0381	0,0381	0,0348	0,0348	0,0364	0,0398	0,0348	0,0364	0,0364	0,0366	$3,284 \times 10^{-7}$	$3,28 \times 10^{-5}$	3,385
Average													$2,731 \times 10^{-7}$	$2,73 \times 10^{-5}$	2,815



Typ procesu : Vymývanie
 Lugeon: 1,815
 Koeficient filtrácie: $2,731 \times 10^{-7}$ m/s
 Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Nízka
 Stav diskontinuit horninového masívu: Tesné

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

Lugeon Test Analysis Report

Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová

Number: 273/2018/ZA

Client: DPP Žilina, s.r.o.

Location: Tunel Havran

Lugeon Test: THV-2A (245,5-247,5m)

Tested bore: THV-2A

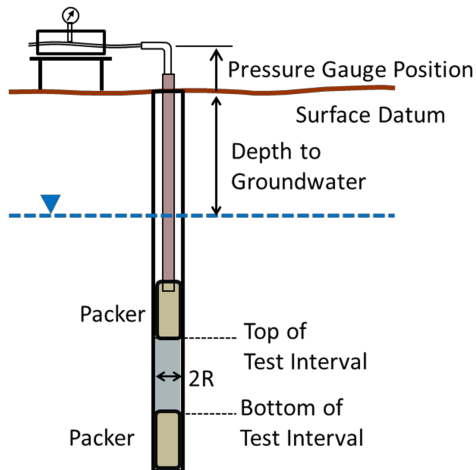
Test Conducted by: Mgr. Marián Coplák, Štefan Konkolovský

Test Date: 10. 10. 2018

Analysis Performed by: Mgr. Marián Coplák

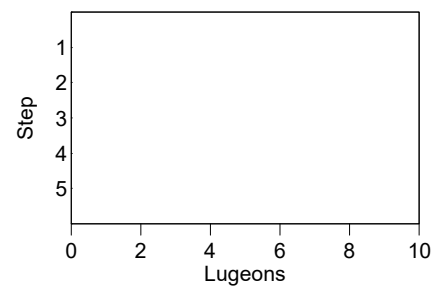
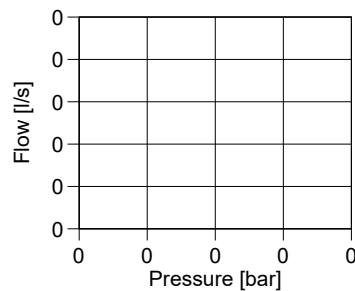
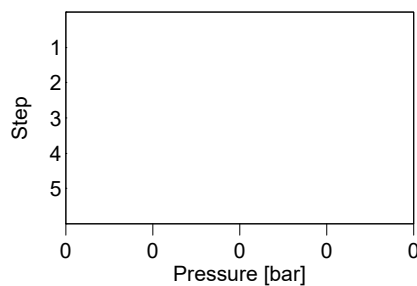
Analysis Date: 15. 10. 2018

Lithology: Tektonická porucha (80°) do 5 cm, brekciovitého charakteru – tektonicky porušené slieňovce.



Top of Test Interval: 245,500 m
 Bottom of Test Interval: 247,500 m
 Length of Test Interval: 2,000 m
 Gauge Position: 0,800 m
 Depth to Groundwater: 31,600 m
 Radius of Test Section: 0,048 m

Step	Pressure [bar]	Flow Meter Readings [l/s]										Average Flow Rate [l/s]	Hydraulic Conductivity		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		[m/s]	[cm/s]	Lugeon
1															
2															
3															
4															
5															
Average															



Vodná tlaková skúška neúspešná, nadmerná deformácia steny vrtu pri rozopretí obturátorov

SKÚŠOBNÉ SPRÁVY VODNÝCH TLAKOVÝCH SKÚŠOK TUNEL HAVRAN

THV-3

(skúšobný úsek : 59,5 - 61,5m
62,5 - 64,5m)

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

Lugeon Test Summary - THV-3

Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová

Number: 273/2018/ZA

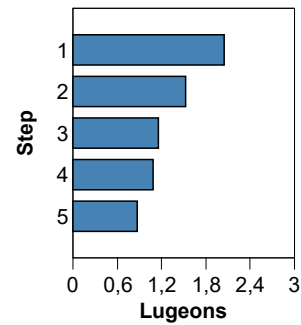
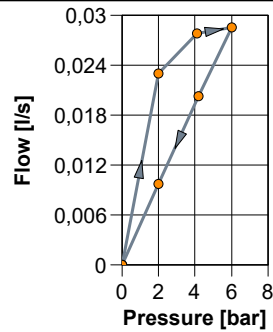
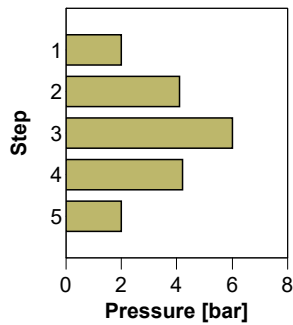
Client: DPP Žilina, s.r.o.

Test Interval
Top
Bottom

Graphs

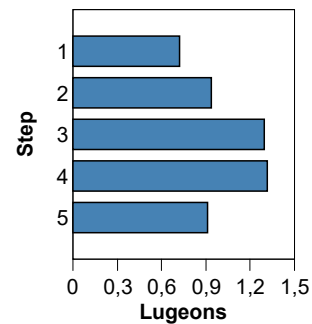
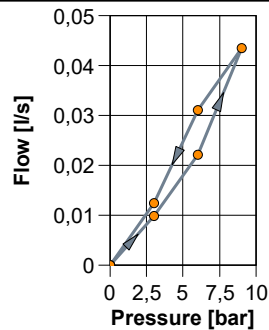
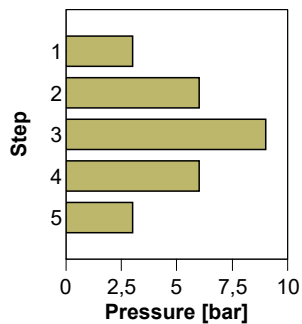
Result

59,500 m
61,500 m



Typ procesu :
Výplňanie
Lugeon: 1,337
Koeficient filtrácie:
1,297E-7 m/s
Klasifikácia podľa
hodnoty Lugeon:
Nízka
Stav diskontinuít
horninového masívu:
Tesné

62,500 m
64,500 m



Typ procesu :
Rozširovanie
Lugeon: 1,037
Koeficient filtrácie:
1,006E-7 m/s
Klasifikácia podľa
hodnoty Lugeon:
Nízka
Stav diskontinuít
horninového masívu:
Tesné

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

Lugeon Test Analysis Report

Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová

Number: 273/2018/ZA

Client: DPP Žilina, s.r.o.

Location: Tunel Havran

Lugeon Test: THV-3 (59,5-61,5m)

Tested bore: THV-3

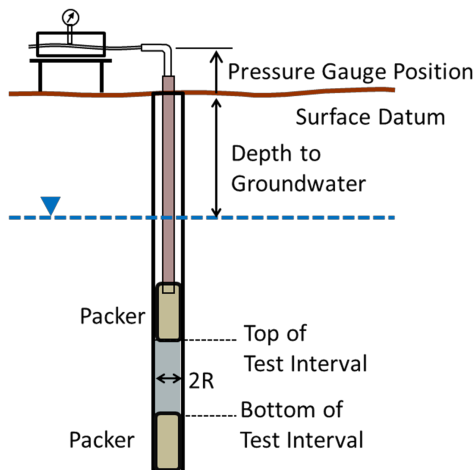
Test Conducted by: Mgr. Marián Coplák, Štefan Konkolovský

Test Date: 4. 4. 2019

Analysis Performed by: Mgr. Marián Coplák

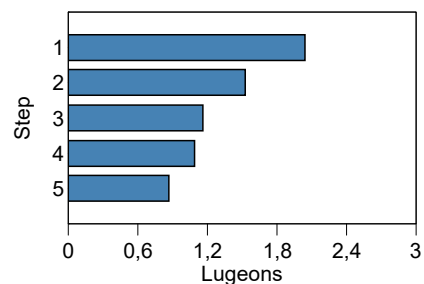
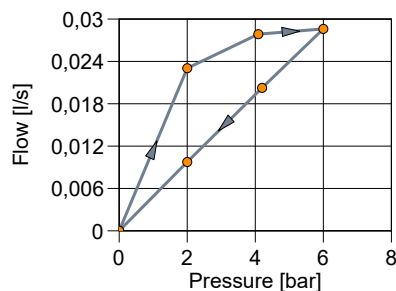
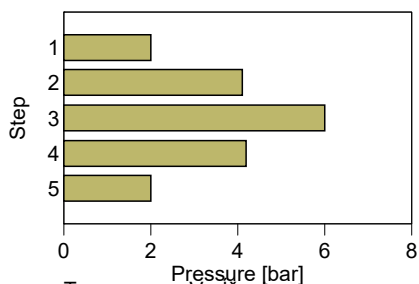
Analysis Date: 26. 4. 2019

Lithology: Slienité vápence zbridičnené (59,5-61,1 m); slienité vápence, kompaktné, zdravé, s ojedinělými vrstvami slieňovcov (61,1-61,5 m)



Top of Test Interval: 59,500 m
 Bottom of Test Interval: 61,500 m
 Length of Test Interval: 2,000 m
 Gauge Position: 0,850 m
 Depth to Groundwater: 13,180 m
 Radius of Test Section: 0,048 m

Step	Pressure [bar]	Flow Meter Readings [l/s]										Average Flow Rate [l/s]	Hydraulic Conductivity		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		[m/s]	[cm/s]	Lugeon
1	2,0	0,0283	0,0283	0,0267	0,0250	0,0217	0,0217	0,0200	0,0200	0,0183	0,0200	0,0230	$1,983 \times 10^{-7}$	$1,98 \times 10^{-5}$	2,044
2	4,1	0,0283	0,0233	0,0300	0,0267	0,0300	0,0300	0,0267	0,0250	0,0300	0,0283	0,0278	$1,479 \times 10^{-7}$	$1,48 \times 10^{-5}$	1,525
3	6,0	0,0289	0,0272	0,0272	0,0256	0,0306	0,0289	0,0272	0,0289	0,0272	0,0339	0,0286	$1,127 \times 10^{-7}$	$1,13 \times 10^{-5}$	1,161
4	4,2	0,0191	0,0224	0,0208	0,0224	0,0224	0,0208	0,0174	0,0224	0,0158	0,0191	0,0203	$1,057 \times 10^{-7}$	$1,06 \times 10^{-5}$	1,090
5	2,0	0,0114	0,0097	0,0164	0,0031	0,0097	0,0097	0,0081	0,0114	0,0097	0,0081	0,0097	$8,401 \times 10^{-8}$	$8,40 \times 10^{-6}$	0,866
Average													$1,297 \times 10^{-7}$	$1,30 \times 10^{-5}$	1,337



Typ procesu : Vyplňanie
 Lugeon: 1,337
 Koeficient filtrácie: $1,297 \times 10^{-7}$ m/s
 Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Nízka
 Stav diskontinuit horninového masívu: Tesné

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

Lugeon Test Analysis Report

Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová

Number: 273/2018/ZA

Client: DPP Žilina, s.r.o.

Location: Tunel Havran

Lugeon Test: THV-3 (62,5-64,5m)

Tested bore: THV-3

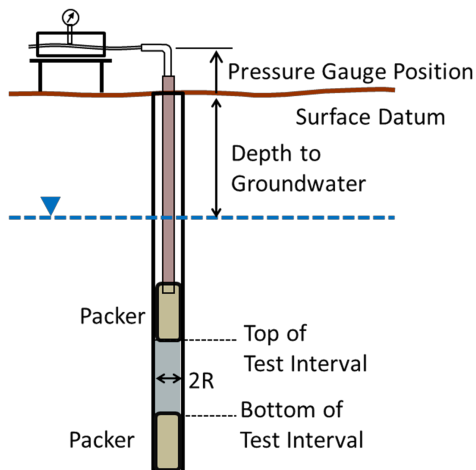
Test Conducted by: Mgr. Marián Coplák, Štefan Konkolovský

Test Date: 4. 4. 2019

Analysis Performed by: Mgr. Marián Coplák

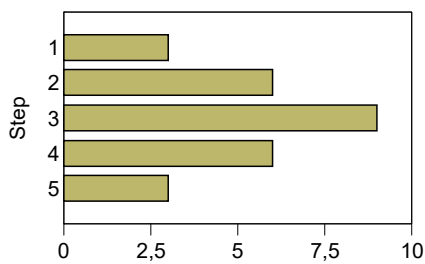
Analysis Date: 26. 4. 2019

Lithology: Slienité vápence, kompaktné, zdravé, s ojedinelými vrstvami slieňovcov

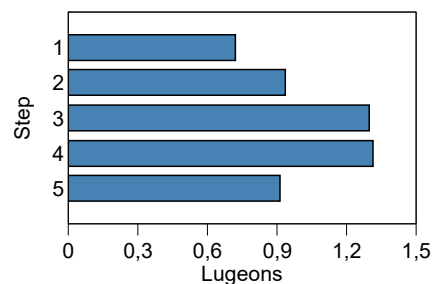
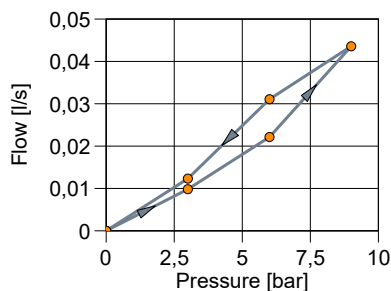


Top of Test Interval: 62,500 m
 Bottom of Test Interval: 64,500 m
 Length of Test Interval: 2,000 m
 Gauge Position: 0,850 m
 Depth to Groundwater: 10,100 m
 Radius of Test Section: 0,048 m

Step	Pressure [bar]	Flow Meter Readings [l/s]										Average Flow Rate [l/s]	Hydraulic Conductivity		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		[m/s]	[cm/s]	Lugeon
1	3,0	0,0103	0,0120	0,0103	0,0120	0,0120	0,0086	0,0103	0,0070	0,0070	0,0086	0,0098	$6,998 \times 10^{-8}$	$7,00 \times 10^{-6}$	0,721
2	6,0	0,0239	0,0239	0,0206	0,0222	0,0239	0,0206	0,0239	0,0222	0,0222	0,0172	0,0221	$9,075 \times 10^{-8}$	$9,08 \times 10^{-6}$	0,935
3	9,0	0,0481	0,0464	0,0447	0,0464	0,0397	0,0297	0,0397	0,0447	0,0481	0,0481	0,0436	$1,259 \times 10^{-7}$	$1,26 \times 10^{-5}$	1,297
4	6,0	0,0364	0,0347	0,0297	0,0330	0,0280	0,0297	0,0314	0,0297	0,0297	0,0280	0,0310	$1,276 \times 10^{-7}$	$1,28 \times 10^{-5}$	1,316
5	3,0	0,0136	0,0119	0,0086	0,0119	0,0136	0,0102	0,0119	0,0169	0,0119	0,0136	0,0124	$8,863 \times 10^{-8}$	$8,86 \times 10^{-6}$	0,913
Average													$1,006 \times 10^{-7}$	$1,01 \times 10^{-5}$	1,037



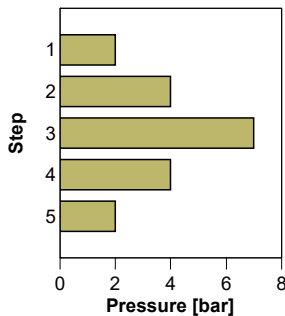
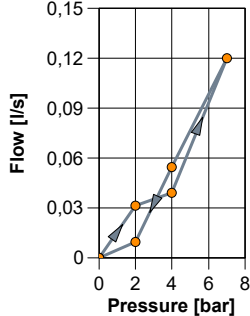
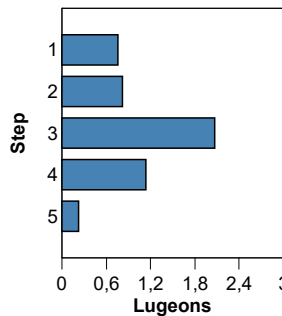
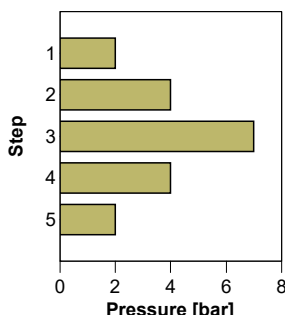
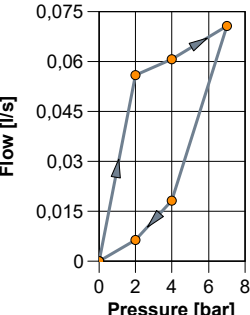
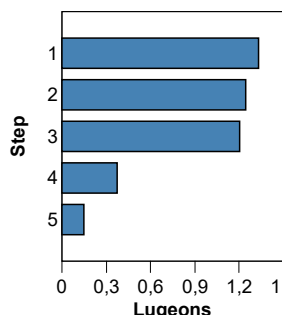
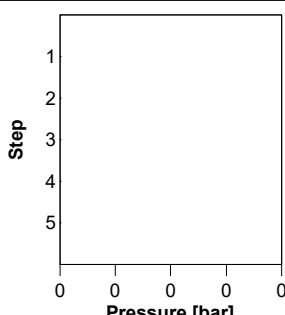
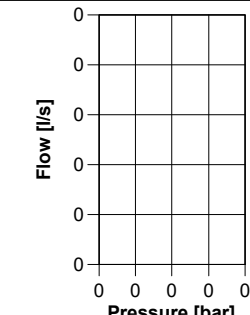
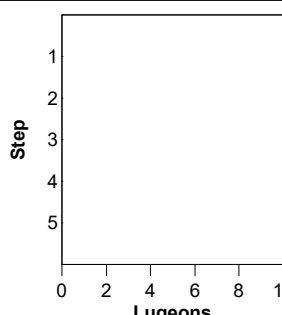
Typ procesu : Rozširovanie
 Lugeon: 1,037
 Koeficient filtrácie: $1,006 \times 10^{-7}$ m/s
 Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Nízka
 Stav diskontinuit horninového masívu: Tesné

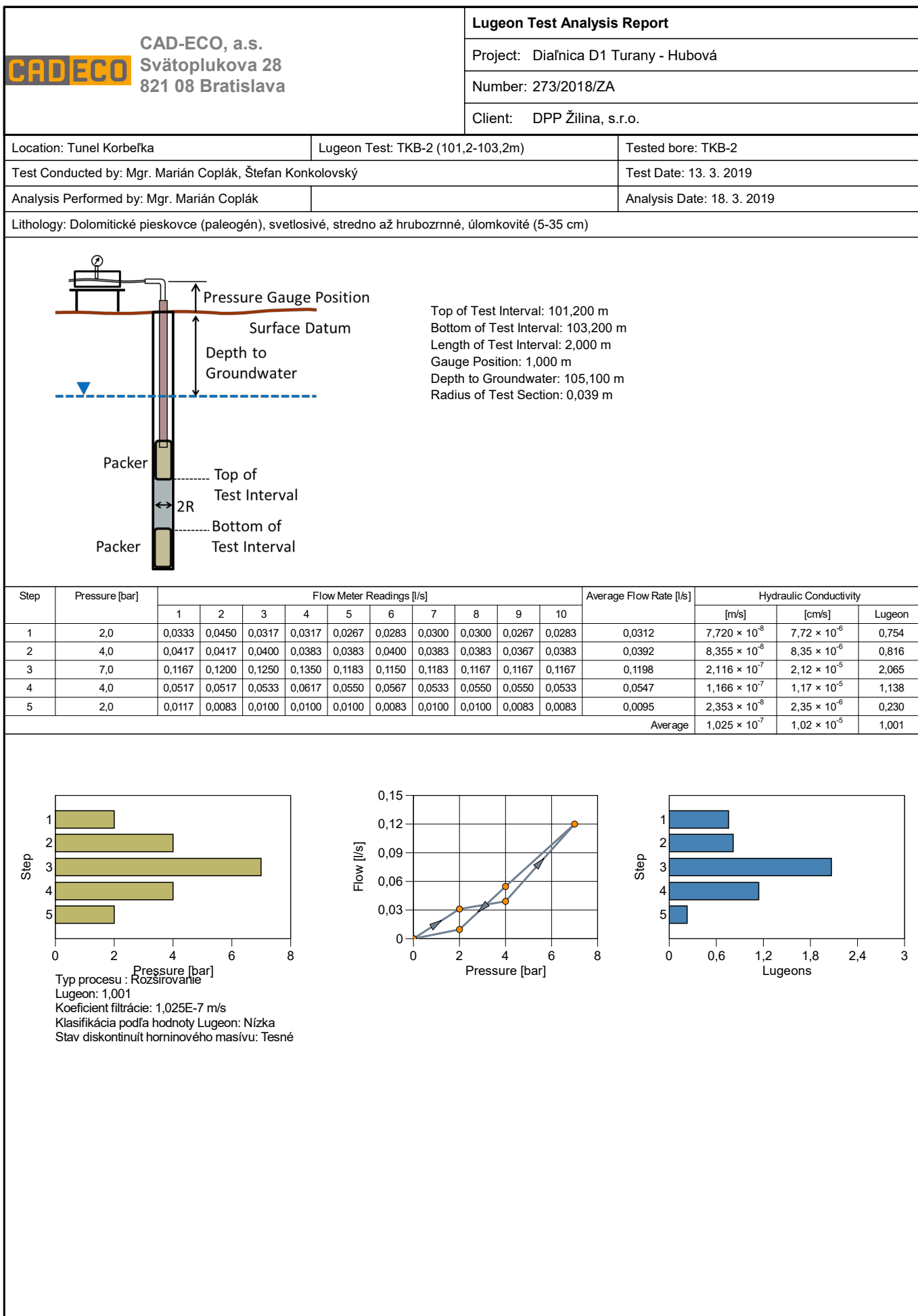


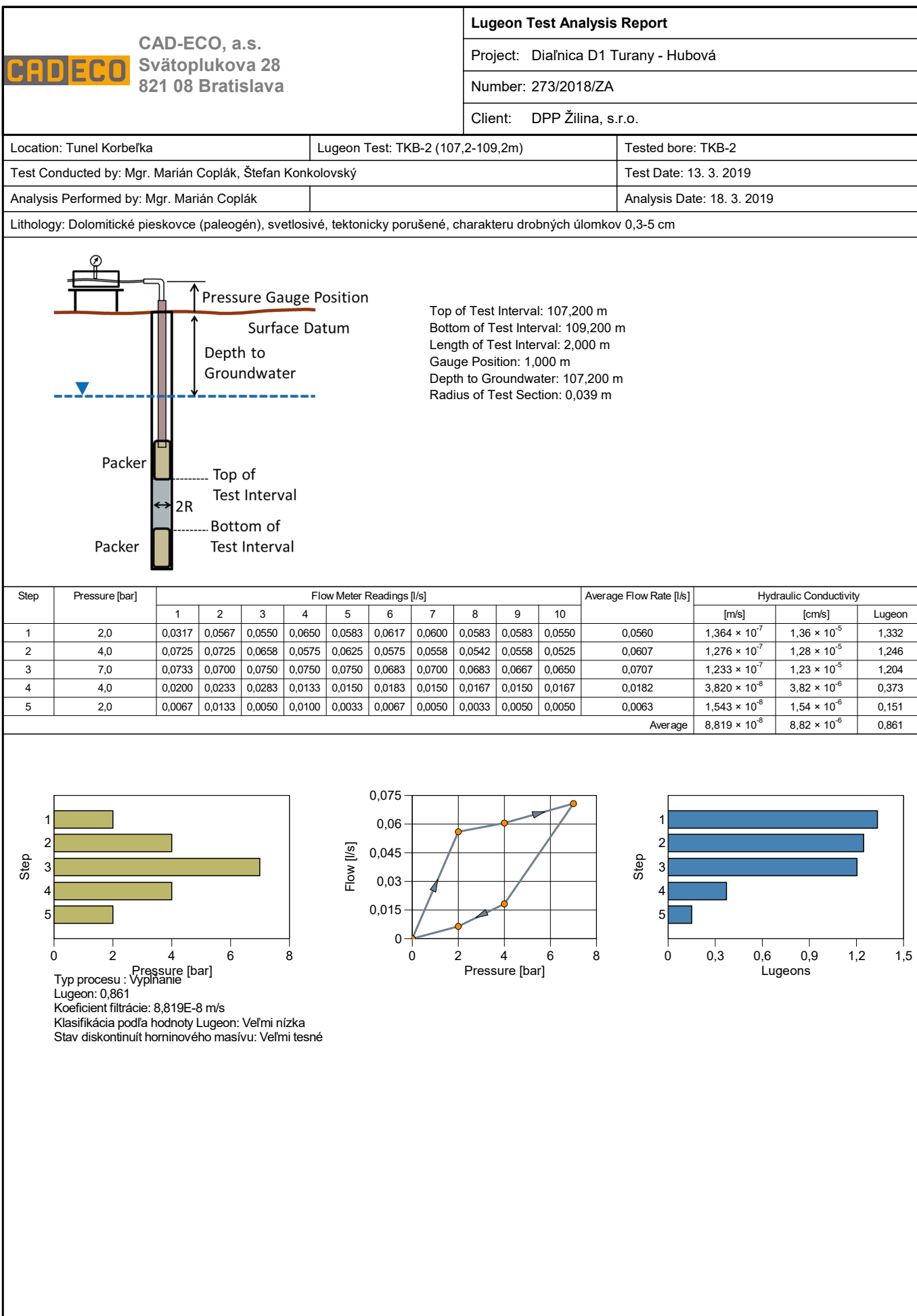
SKÚŠOBNÉ SPRÁVY VODNÝCH TLAKOVÝCH SKÚŠOK TUNEL KORBELKA

TKB-2

(skúšobný úsek : 101,2 - 103,2m
107,2 - 109,2m)

CAD-ECO, a.s. Svätoplukova 28 821 08 Bratislava		Lugeon Test Summary - TKB-2		
		Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová		
		Number: 273/2018/ZA		
		Client: DPP Žilina, s.r.o.		
Test Interval Top Bottom	Graphs			Result
101,200 m 103,200 m				Typ procesu : Rozširovanie Lugeon: 1,001 Koeficient filtrácie: 1,025E-7 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Nízka Stav diskontinuit horninového masívu: Tesné
107,200 m 109,200 m				Typ procesu : Vypĺňanie Lugeon: 0,861 Koeficient filtrácie: 8,819E-8 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Veľmi nízka Stav diskontinuit horninového masívu: Veľmi tesné
143,800 m 150,500 m				Vodná tlaková skúška neúspešná, veľká strata vod >77 l/min. bez vyvodenia tlaku na zhlaví vrty







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

Lugeon Test Analysis Report

Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová

Number: 273/2018/ZA

Client: DPP Žilina, s.r.o.

Location: Tunel Korbeľka

Lugeon Test: TKB-2 (143,8-150,5m)

Tested bore: TKB-2

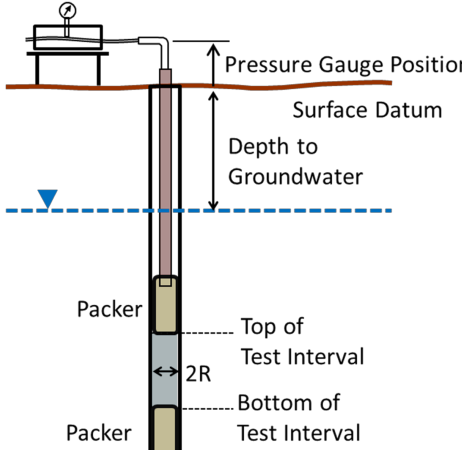
Test Conducted by: Mgr. Marián Coplák, Štefan Konkolovský

Test Date: 13. 3. 2019

Analysis Performed by: Mgr. Marián Coplák

Analysis Date: 18. 3. 2019

Lithology: -----



Top of Test Interval: 143,800 m
Bottom of Test Interval: 150,500 m
Length of Test Interval: 6,700 m
Gauge Position: 1,000 m
Depth to Groundwater: 107,200 m
Radius of Test Section: 0,039 m

Step	Pressure [bar]	Flow Meter Readings [l/s]										Average Flow Rate [l/s]	Hydraulic Conductivity			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		[m/s]	[cm/s]	Lugeon	
1																
2																
3																
4																
5																
												Average				

Vodná tlaková skúška neúspešná, veľká strata vod >77 l/min. bez vyvedenia tlaku na zhlaví vrtu

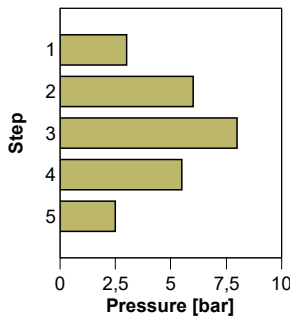
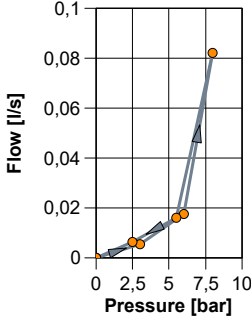
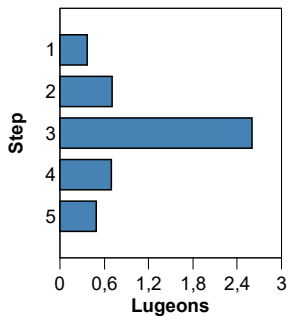
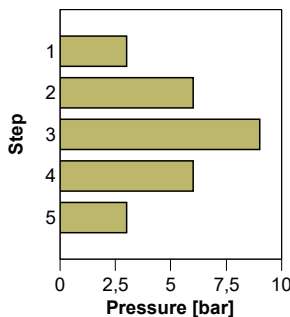
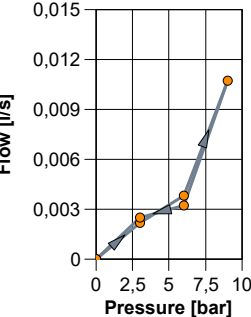
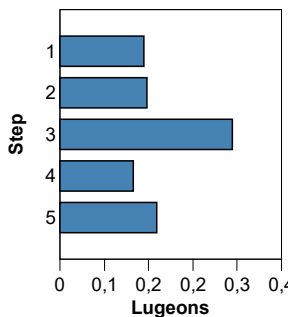
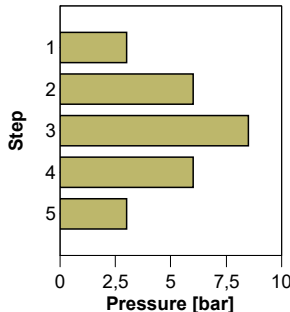
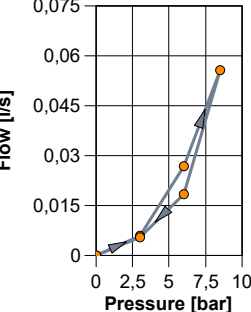
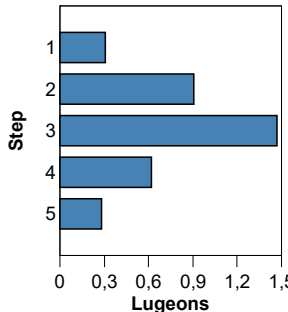
SKÚŠOBNÉ SPRÁVY VODNÝCH TLAKOVÝCH SKÚŠOK TUNEL KORBEĽKA

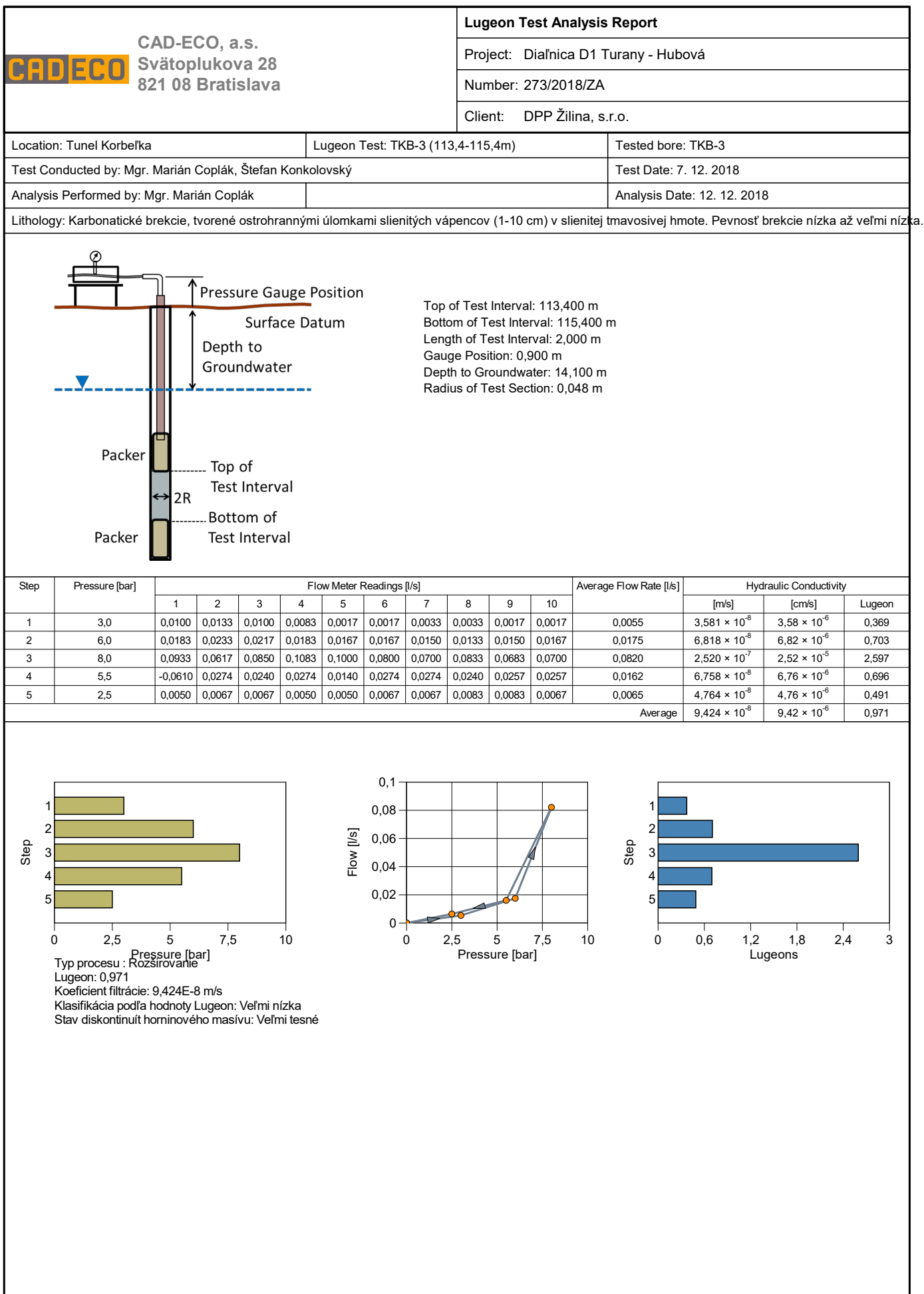
TKB-3

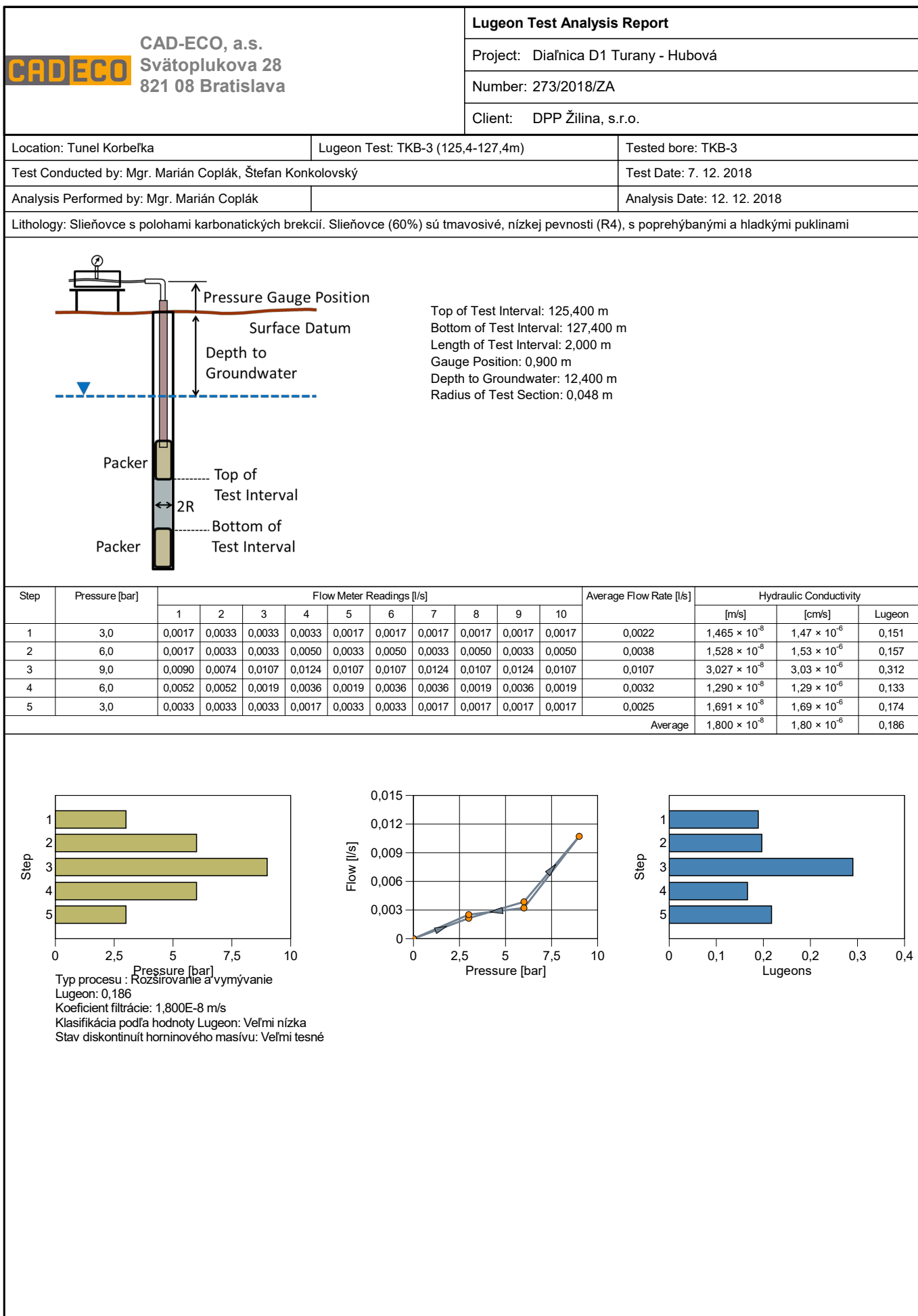
(skúšobný úsek : 113,4 - 115,4m

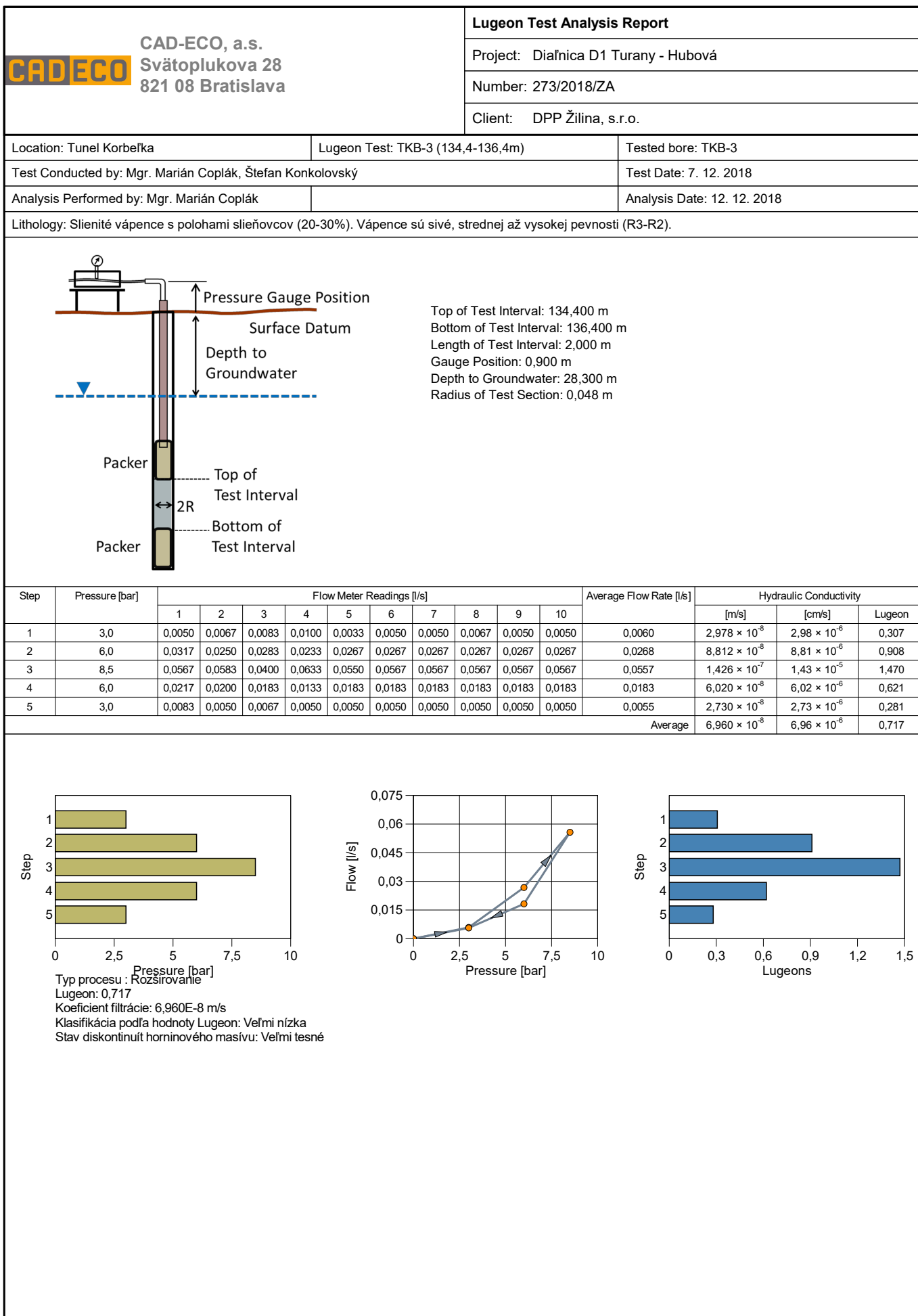
125,4 - 127,4m

134,4 - 136,4m)

CAD-ECO, a.s. Svätoplukova 28 821 08 Bratislava		Lugeon Test Summary - TKB-3		
		Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová		
		Number: 273/2018/ZA		
		Client: DPP Žilina, s.r.o.		
Test Interval Top Bottom	Graphs			Result
113,400 m 115,400 m				Typ procesu : Rozširovanie Lugeon: 0,971 Koeficient filtrácie: 9,424E-8 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Veľmi nízka Stav diskontinuit horninového masívu: Veľmi tesné
125,400 m 127,400 m				Typ procesu : Rozširovanie a vymývanie Lugeon: 0,186 Koeficient filtrácie: 1,800E-8 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Veľmi nízka Stav diskontinuit horninového masívu: Veľmi tesné
134,400 m 136,400 m				Typ procesu : Rozširovanie Lugeon: 0,717 Koeficient filtrácie: 6,960E-8 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Veľmi nízka Stav diskontinuit horninového masívu: Veľmi tesné



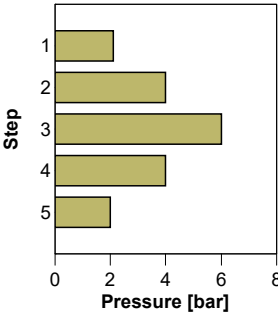
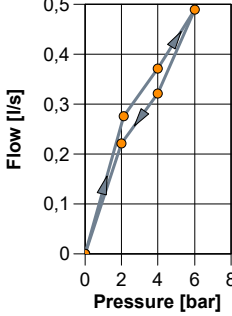
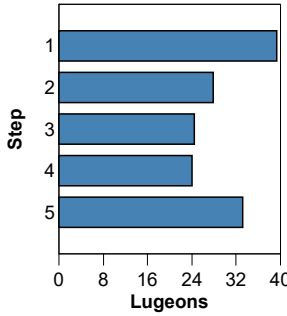
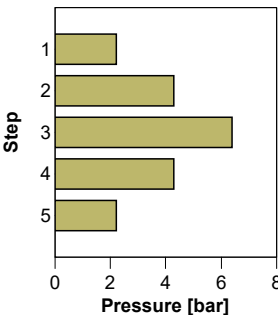
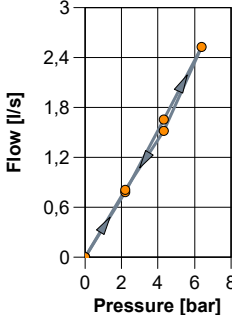
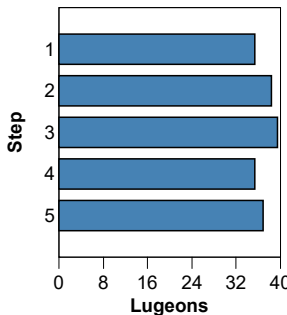


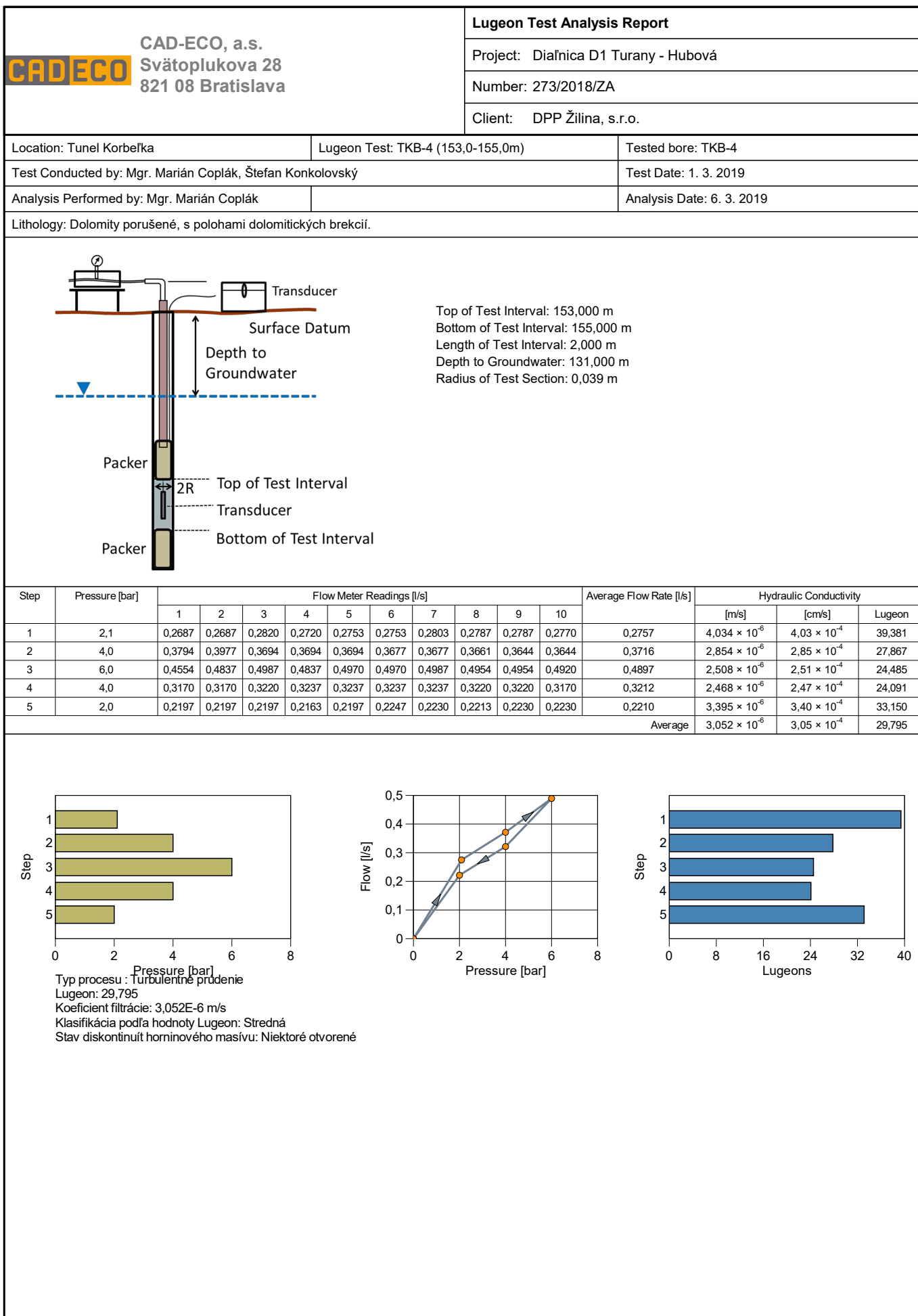


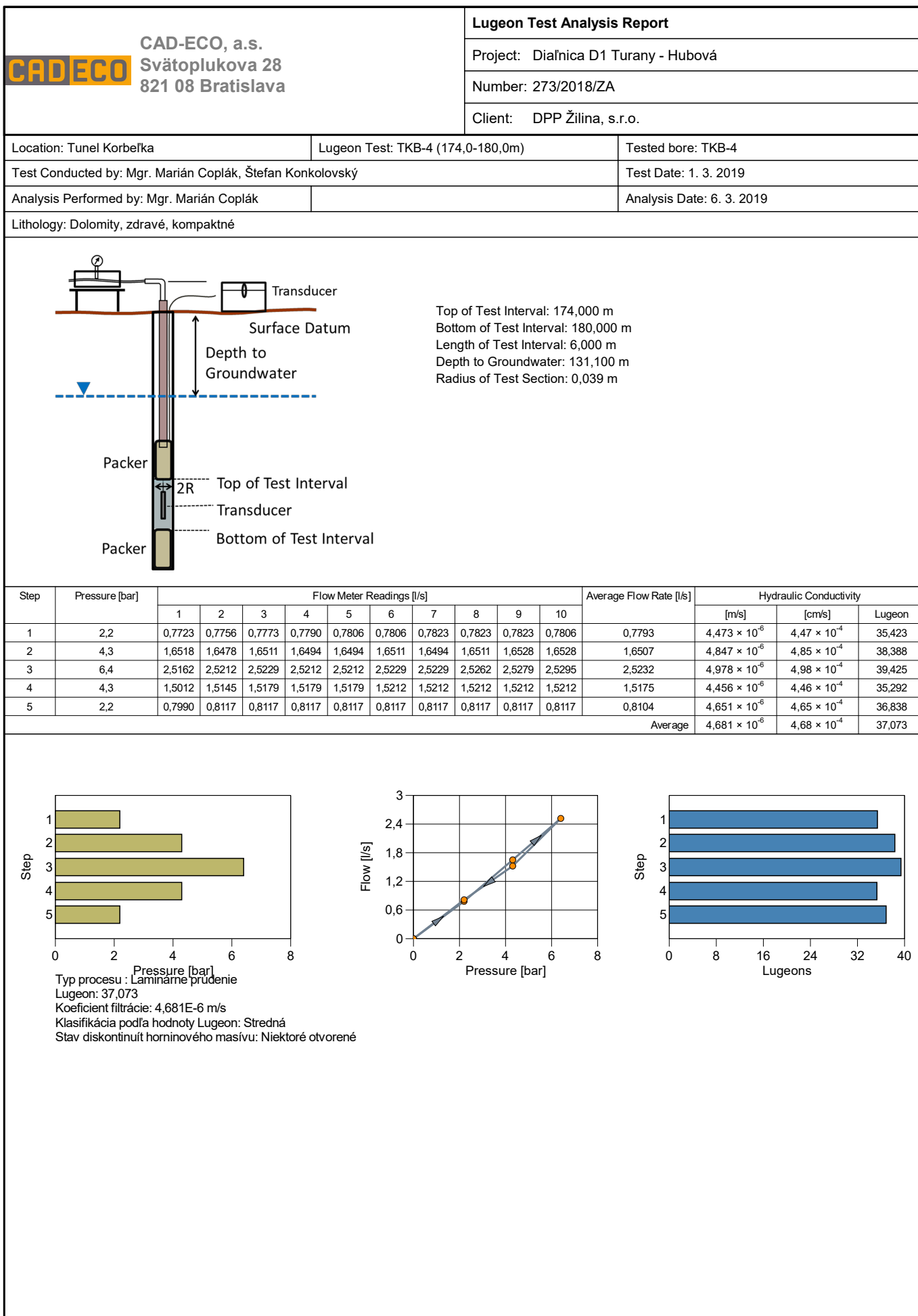
SKÚŠOBNÉ SPRÁVY VODNÝCH TLAKOVÝCH SKÚŠOK TUNEL KORBELKA

TKB-4

(skúšobný úsek : 153,0 - 155,0m
174,0 - 180,0m)

CAD-ECO, a.s. Svätoplukova 28 821 08 Bratislava		Lugeon Test Summary - TKB-4 Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová Number: 273/2018/ZA Client: DPP Žilina, s.r.o.																																												
Test Interval Top Bottom	Graphs			Result																																										
153,000 m 155,000 m	<table><caption>Pressure [bar] by Step</caption><thead><tr><th>Step</th><th>Pressure [bar]</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>2.2</td></tr><tr><td>2</td><td>4.0</td></tr><tr><td>3</td><td>6.2</td></tr><tr><td>4</td><td>4.0</td></tr><tr><td>5</td><td>2.2</td></tr></tbody></table>	Step	Pressure [bar]	1	2.2	2	4.0	3	6.2	4	4.0	5	2.2	<table><caption>Flow [l/s] by Step</caption><thead><tr><th>Step</th><th>Pressure [bar]</th><th>Flow [l/s]</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>2.2</td><td>0.12</td></tr><tr><td>2</td><td>4.0</td><td>0.22</td></tr><tr><td>3</td><td>6.2</td><td>0.48</td></tr><tr><td>4</td><td>4.0</td><td>0.32</td></tr><tr><td>5</td><td>2.2</td><td>0.12</td></tr></tbody></table>	Step	Pressure [bar]	Flow [l/s]	1	2.2	0.12	2	4.0	0.22	3	6.2	0.48	4	4.0	0.32	5	2.2	0.12	<table><caption>Lugeons by Step</caption><thead><tr><th>Step</th><th>Lugeons</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>38</td></tr><tr><td>2</td><td>28</td></tr><tr><td>3</td><td>25</td></tr><tr><td>4</td><td>25</td></tr><tr><td>5</td><td>32</td></tr></tbody></table>	Step	Lugeons	1	38	2	28	3	25	4	25	5	32	Typ procesu : Turbulentné prúdenie Lugeon: 29,795 Koeficient filtrácie: 3,052E-6 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Stredná Stav diskontinuit horninového masívu: Niektoré otvorené
Step	Pressure [bar]																																													
1	2.2																																													
2	4.0																																													
3	6.2																																													
4	4.0																																													
5	2.2																																													
Step	Pressure [bar]	Flow [l/s]																																												
1	2.2	0.12																																												
2	4.0	0.22																																												
3	6.2	0.48																																												
4	4.0	0.32																																												
5	2.2	0.12																																												
Step	Lugeons																																													
1	38																																													
2	28																																													
3	25																																													
4	25																																													
5	32																																													
174,000 m 180,000 m	<table><caption>Pressure [bar] by Step</caption><thead><tr><th>Step</th><th>Pressure [bar]</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>2.2</td></tr><tr><td>2</td><td>4.5</td></tr><tr><td>3</td><td>6.5</td></tr><tr><td>4</td><td>4.5</td></tr><tr><td>5</td><td>2.2</td></tr></tbody></table>	Step	Pressure [bar]	1	2.2	2	4.5	3	6.5	4	4.5	5	2.2	<table><caption>Flow [l/s] by Step</caption><thead><tr><th>Step</th><th>Pressure [bar]</th><th>Flow [l/s]</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>2.2</td><td>0.4</td></tr><tr><td>2</td><td>4.5</td><td>1.0</td></tr><tr><td>3</td><td>6.5</td><td>2.5</td></tr><tr><td>4</td><td>4.5</td><td>1.5</td></tr><tr><td>5</td><td>2.2</td><td>0.4</td></tr></tbody></table>	Step	Pressure [bar]	Flow [l/s]	1	2.2	0.4	2	4.5	1.0	3	6.5	2.5	4	4.5	1.5	5	2.2	0.4	<table><caption>Lugeons by Step</caption><thead><tr><th>Step</th><th>Lugeons</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>35</td></tr><tr><td>2</td><td>38</td></tr><tr><td>3</td><td>38</td></tr><tr><td>4</td><td>35</td></tr><tr><td>5</td><td>35</td></tr></tbody></table>	Step	Lugeons	1	35	2	38	3	38	4	35	5	35	Typ procesu : Laminárne prúdenie Lugeon: 37,073 Koeficient filtrácie: 4,681E-6 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Stredná Stav diskontinuit horninového masívu: Niektoré otvorené
Step	Pressure [bar]																																													
1	2.2																																													
2	4.5																																													
3	6.5																																													
4	4.5																																													
5	2.2																																													
Step	Pressure [bar]	Flow [l/s]																																												
1	2.2	0.4																																												
2	4.5	1.0																																												
3	6.5	2.5																																												
4	4.5	1.5																																												
5	2.2	0.4																																												
Step	Lugeons																																													
1	35																																													
2	38																																													
3	38																																													
4	35																																													
5	35																																													



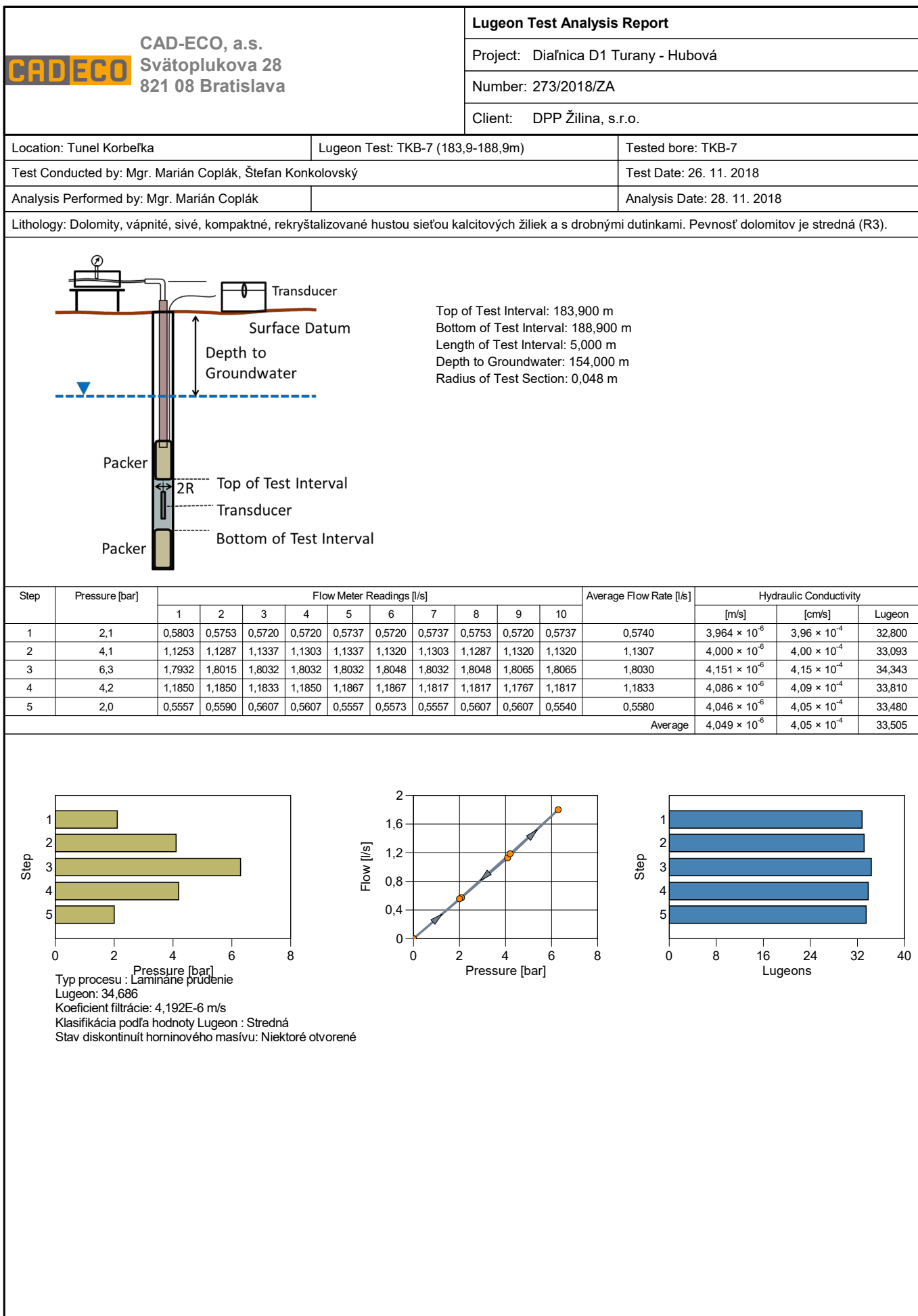


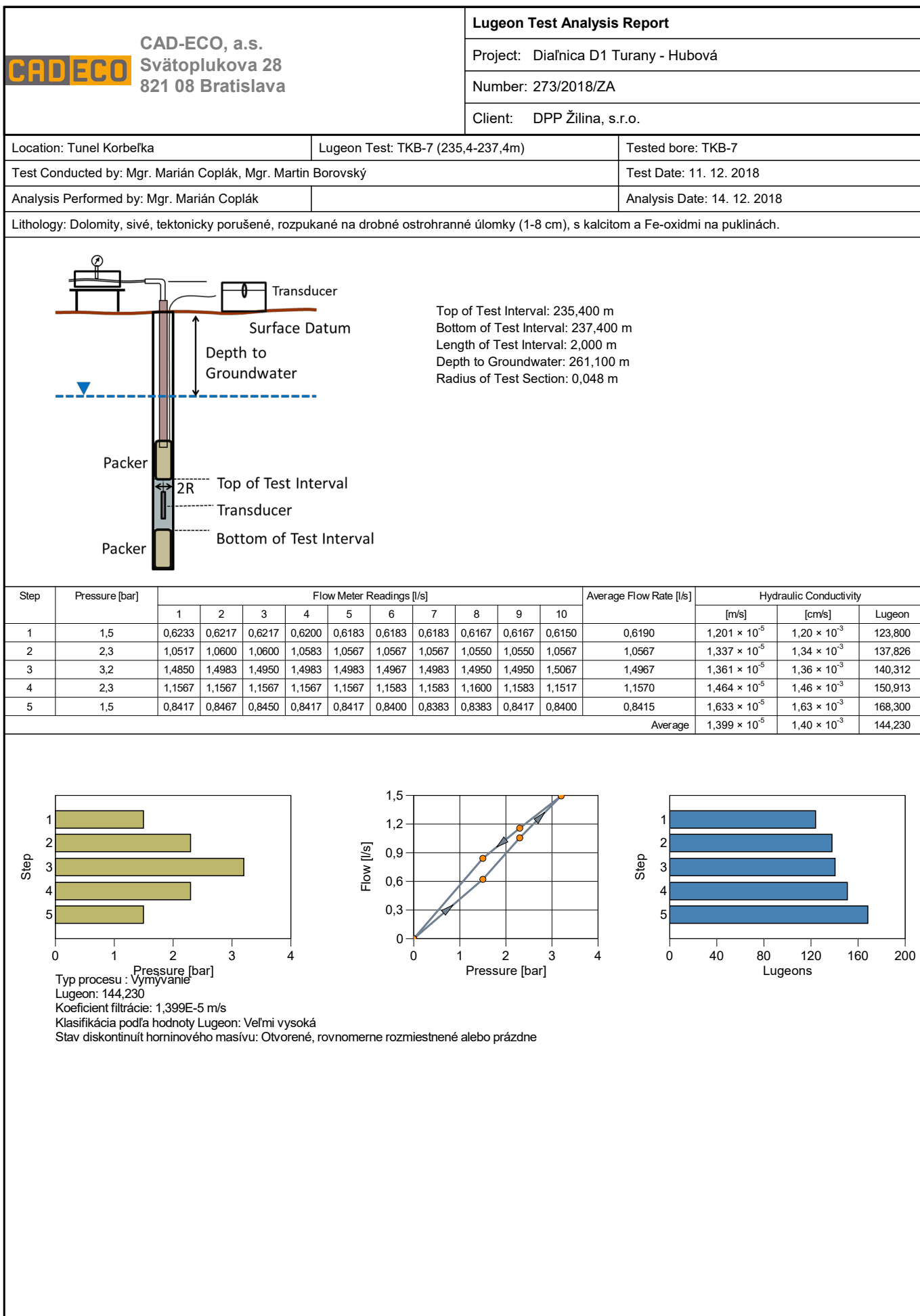
SKÚŠOBNÉ SPRÁVY VODNÝCH TLAKOVÝCH SKÚŠOK TUNEL KORBELKA

TKB-7

(skúšobný úsek : 183,9 - 188,9m
235,4 - 237,4m)

CAD-ECO, a.s. Svätoplukova 28 821 08 Bratislava		Lugeon Test Summary - TKB-7 Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová Number: 273/2018/ZA Client: DPP Žilina, s.r.o.		
Test Interval Top Bottom	Graphs			Result
183,900 m 188,900 m	Step 1 2 3 4 5 0 2 4 6 8 Pressure [bar]	Flow [l/s] 0 0,4 0,8 1,2 1,6 2 0 2 4 6 8 Pressure [bar]	Step 1 2 3 4 5 0 8 16 24 32 40 Lugeons	Typ procesu : Laminárne prúdenie Lugeon: 34,686 Koeficient filtrácie: 4,192E-6 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon : Stredná Stav diskontinuit horninového masívu: Niektoré otvorené
235,400 m 237,400 m	Step 1 2 3 4 5 0 1 2 3 4 Pressure [bar]	Flow [l/s] 0 0,3 0,6 0,9 1,2 1,5 0 1 2 3 4 Pressure [bar]	Step 1 2 3 4 5 0 40 80 120 160 200 Lugeons	Typ procesu : Vymývanie Lugeon: 144,230 Koeficient filtrácie: 1,399E-5 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Veľmi vysoká Stav diskontinuit horninového masívu: Otvorené, rovnomerne rozmiestnené alebo prázdne





SKÚŠOBNÉ SPRÁVY VODNÝCH TLAKOVÝCH SKÚŠOK
TUNEL KORBELKA

TKB-12

(skúšobný úsek : 175,6 - 177,6m)

CAD-ECO, a.s. CAD ECO Svätoplukova 28 821 08 Bratislava		Lugeon Test Summary - TKB-12	
		Project: Diaľnica D1 Turany - Hubová	
		Number: 273/2018/ZA	
		Client: DPP Žilina, s.r.o.	
Test Interval Top Bottom	Graphs		Result
173,600 m 175,600 m	Step 1 2 3 4 5 Pressure [bar] 02,557,510 Flow [l/s] 0,015 0,012 0,009 0,006 0,003 0 Pressure [bar] 02,557,510 Step 1 2 3 4 5 Lugeons 00,00,10,10,20,2		Typ procesu : Rozširovanie a vyplňanie Lugeon: 0,1808 Koeficient filtrácie: 1,109E-8 m/s Klasifikácia podľa hodnoty Lugeon: Veľmi nízka Stav diskontinuit horninového masívu: Veľmi tesné

