



SUDOP BRNO, spol. s r.o.
Kounicova 26
611 36 Brno

HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ SILNIČNÍHO PROPUSTKU



AKCE:
DÍLČÍ ČÁST:
ZPRACOVATEL:
DATUM:

ZVÝŠENÍ TRAKČNÍHO VÝKONU TNS BŘECLAV
HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ PROPUSTKU
SUDOP BRNO, spol. s r.o.
ZÁŘÍ 2024

OBSAH

1.	Identifikační údaje	3
2.	Účel.....	4
3.	Postup výpočtu.....	4
4.	Podklady a zdroje pro zpracování.....	4
5.	Popis posuzovaného objektu	4
5.1	Stávající stav	4
5.2	Navrhovaný stav	5
6.	Metodika stanovení průtoků na malých povodích	6
6.1	Zvolená metoda výpočtu	6
6.2	Metoda čísel CN křivek.....	6
6.3	Denní srážkové úhrny.....	6
7.	Hydrologické údaje.....	7
8.	Návrhové průtoky.....	7
9.	Metodika hydrotechnických výpočtů	8
10.	Výsledky hydrotechnických výpočtů	8
11.	Závěrečné zhodnocení posuzovaného objektu.....	9

1. Identifikační údaje

Údaje o stavbě

Název stavby:	Zvýšení trakčního výkonu TNS Břeclav ISPROFOND: 5623510025
Stupeň dokumentace:	Dokumentace pro společné povolení dle liniového zákona (DUSL)
Dílčí část:	Hydrotechnické posouzení silničního propustku
Kraj:	Jihomoravský
Vodní tok:	-
IDVT vodního toku:	-
Správce toku:	-
Číslo hydrologického pořadí:	4-17-01-1151-0-00
Správce povodí:	Povodí Moravy, s. p.

Údaje o stavebníkovi

Stavebník/investor:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1 IČO: 709 94 234, DIČ: CZ 709 94 234 Stavební správa východ, Nerudova 773/1, 779 00 Olomouc
Zástupce investora:	Ing. Bronislav Vlček

Údaje o zhotoviteli části dokumentace

Zhotovitel dílčí části díla:	SUDOP Brno, spol. s r.o., Kounicova 688/26, 602 00 Brno IČO: 44960417, DIČ: CZ44960417
Autorizovaná osoba:	Ing. Zuzana Múnsterová ČKAIT, autorizovaný inženýr v oboru stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství, č. 1007666
Zpracovatel přílohy dílčí části (SO/PS):	Ing. Zuzana Múnsterová

2. Účel

V rámci stavby bude provedena rekonstrukce příjezdové komunikace, na které se nachází silniční propustek. V souvislosti s rekonstrukcí komunikace a propustku bylo třeba zajistit bezpečné odvedení srážkových vod z přilehlého povodí. V řešené oblasti jsou vody do propustku přivedeny příkopem podél účelové komunikace. Vzhledem k rekonstrukci propustku je u tohoto objektu nutné provést jeho hydrotechnické posouzení průtokové kapacity pro návrhový průtok QNP a kontrolní návrhový průtok QKNP ve smyslu normy ČSN 73 6201.

3. Postup výpočtu

Hydrotechnické posouzení bylo zpracováno na základě návrhových průtoků odtékajících z dílčího povodí předmětné lokality, které byly určeny metodou CN křivek. Na základě takto stanovených hydrologických parametrů a z nich stanovených návrhových průtoků bylo zpracováno hydrotechnické posouzení. V rámci zpracování bylo realizováno i místní šetření a pořízena fotodokumentace objektu a jeho okolí.

4. Podklady a zdroje pro zpracování

Pro hydrotechnické posouzení objektu bylo využito následujících podkladů a zdrojů:

- [01] Geodetické zaměření celého zájmového úseku.
- [02] Tvary a rozměry stávajícího a nově navrženého objektu a souvisejících objektů.
- [03] Základní mapy ČR. Ortofotomapa ČR. WMS služba ČÚZK.
- [04] Základní hydrologické údaje pro nejbližší srážkoměrnou stanici.
- [05] ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů. Česká technická norma, ÚNMZ.
- [06] TP 204 Hydrotechnické posouzení mostních objektů na vodních tocích – technické podmínky Ministerstva dopravy.
- [07] TP 232 Propustky a mosty malých rozpětí – technické podmínky Ministerstva dopravy.
- [08] Janeček, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika.
- [09] Místní šetření a fotodokumentace.

5. Popis posuzovaného objektu

Posuzovaný objekt se nachází pod účelovou komunikací, která zabezpečuje příjezd do areálu TNS Břeclav a k dalším objektům. Propustek se nachází v hydrologickém pořadí IV. řádu (4-17-01-1151-0-00) a není situován na evidovaném trvalém vodním toku. Slouží pro odvedení srážkových vod z přilehlého povodí. Posuzovaný objekt se nachází v k.ú. Břeclav [613584].

5.1 Stávající stav

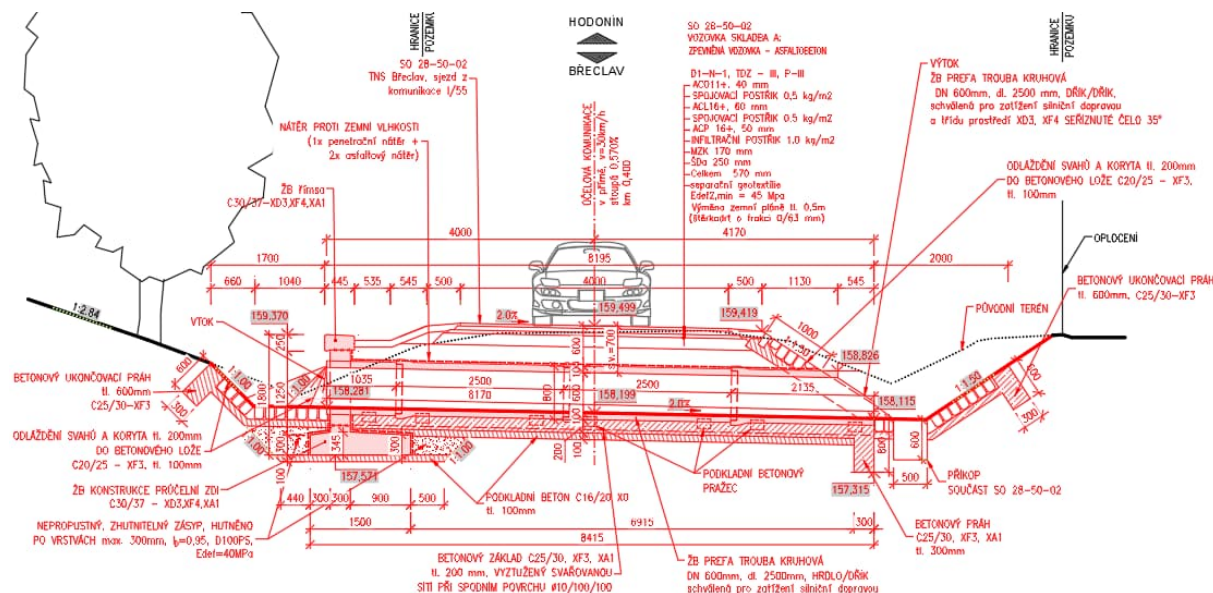
Stávající stav rekonstruovaného silničního propustku je patrný z následujícího obrázku (Obr. 1). Jedná se o betonový propustek kruhového profilu DN600. Propustek je v celé své délce zanesen zeminou, listím a travním porostem přibližně do poloviny své stavební výšky.



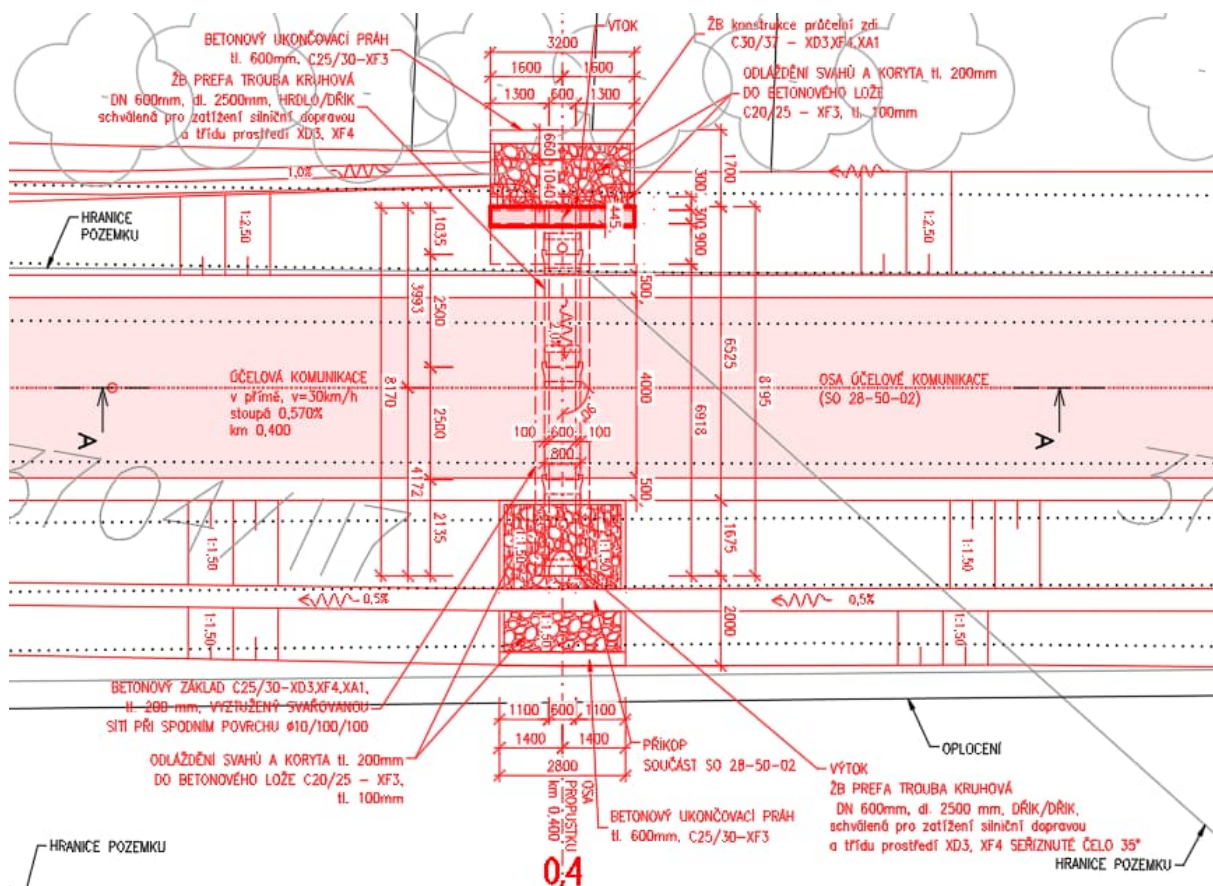
Obr. 1 Pohledy na stávající propustek

5.2 Navrhovaný stav

Navrhovaný stav rekonstruovaného silničního propustku je patrný z následujících obrázků (Obr. 2 a Obr. 3). Propustek je navržen z prefabrikovaných ŽB kruhových trub DN600 v délce 8,2 m s jednotným sklonem 2,0 %. Čelo na vtoku je kolmé a čelo na výtoku je šikmé. Voda bude do propustku přiváděna odvodňovacími příkopy podél komunikace. Levostranný příkop je navržen se zpevněním ve dně příkopovou tvárnici, sklon svahů 1:2,5 a s podélným sklonem 1,0 %. Pravostranný příkop je navržen se sklon svahů 1:2,5 s podélným sklonem 0,5 %. Nátok do propustku je navržen s šířkou ve dně 1,0 m, se sklon svahů 1:1 a s podélným sklonem 2,0 %.



Obr. 2 Řez nově navrženého objektu



Obr. 3 Půdorys nově navrženého objektu

6. Metodika stanovení průtoků na malých povodích

Pro hydrotechnický výpočet byla zvolena metoda CN křivek.

6.1 Zvolená metoda výpočtu

Maximální průtok v malém vodním toku (údolnicí) je odezvou na maximální přítok ze svahů, který je ovlivňován charakteristikami svahů povodí. Metodika výpočtu Q_N v nepozorovaných profilech povodí (dle ČSN 75 1400) je založena na odvození hodnot Q_N z hydrometrických pozorování ve vodoměrných stanicích, a to na základě regresních vztahů k fyzicko-geografickým charakteristikám povodí, s vyrovnáním v síti vodních toků. Vliv specifických charakteristik velmi malých a malých povodí není dle této metodiky odvozování Q_N v potřebné míře zohledňován.

Vhodnější metodikou pro výpočet maximálních průtoků Q_N v nepozorovaných profilech malých povodí jsou výpočtová schémata a hydrologické modely zohledňující charakteristiky malých povodí (povodí do 10 km²). Principem těchto modelů je stanovení potenciální retence povodí na základě jeho specifických vlastností, které lze zohlednit pomocí metody tzv. CN křivek odtoku dle erozní metodiky [08]. Hodnota CN je určena především půdními vlastnostmi (rychlost infiltrace vody do půdy, nasycení předchozími srážkami, struktura půdy) a způsobem hospodaření na půdě (kvalita a druh vegetačního krytu, způsob obdělávání půdy).

Metodika výpočtu umožňuje výpočet návrhových průtoků Q_N (maximálních průtoků), vyvolaných přívalovými dešti kritické (zvolené) doby trvání a příslušné intenzity. Při zvolených scénářích výpočtu je možné zohlednit vliv změny charakteristik povodí na hodnoty maximálních průtoků, což je potřebné např. při posuzování účinnosti navrhovaných opatření v povodí.

6.2 Metoda čísel CN křivek

Základním vstupem této metody je srážkový úhrn návrhového deště zvolené doby opakování za předpokladu jeho rovnoměrného rozdělení na ploše povodí. Objem přímého odtoku v metodě CN křivek vychází z předpokladu, že poměr mezi aktuální retencí (objemem vody zadrženým při odtoku) a maximální retencí (potenciálně zadržitelným objemem vody) v povodí je stejný jako poměr mezi výškou odtoku a výškou přívalových srážek. Odtok začíná až po počáteční ztrátě (součin intercepce, infiltrace a povrchové retence), která byla stanovena experimentálním měřením jako 20 % potenciální retence ($I_a = 0,2A$) [08].

Výška přímého odtoku H_0 [mm] pro $H_s \geq 0,2 \cdot A$ se určí s využitím základního vztahu:

$$H_0 = (H_s - 0,2 \cdot A)^2 \cdot (H_s + 0,8 \cdot A)$$

kde: H_0 výška přímého odtoku [mm];
 H_s úhrn návrhového deště [mm];
 A potenciální retence vyjádřená pomocí čísel odtokových křivek [mm].

Objem přímého odtoku O_{PH} [m³] je dán vztahem:

$$O_{PH} = 1000 \cdot P_p \cdot H_0$$

kde: P_p plocha povodí [km²].

Kulminační průtok Q [m³·s⁻¹] se stanoví na základě vztahu:

$$Q_{PH} = 0,00043 \cdot q_{PH} \cdot P_p \cdot H_0 \cdot f$$

kde: q_{PH} jednotkový kulminační průtok [-];
 P_p plocha povodí [km²];
 H_0 výška přímého odtoku [mm];
 f opravný součinitel pro rybníky a mokřady [-].

6.3 Denní srážkové úhrny

Denní srážkové úhrny s průměrnou dobou opakování N-let lze brát jako hodnoty z nejbližší srážkoměrné stanice Břeclav. Hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 1).

Tab. 1 Denní srážkové úhrny – Stanice Břeclav

N-let	2	5	10	20	50	100
$H_{24,N}$ [mm]	34,6	47,3	55,4	63,8	74,2	82,3

7. Hydrologické údaje

Pro stanovení vstupních údajů nutných k řešení srážkoodtokového procesu byly použity digitalizované mapy (základní mapy s polohopisem, výškopisem DMT 5G, mapa s kódy BPEJ, ortofotomapa apod.). Na základě DMT byl vymezen směr odtoku povrchové vody k navrženému propustku. Odtok z povodí v zájmové oblasti zajišťují příkopy vedené souběžně s komunikací, které jsou ukončené v místě, kde je navržen propustek.

Vstupní hodnoty pro výpočet kulminačních průtoků N-letých vod jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 2).

Tab. 2 Vstupní hodnoty pro výpočet kulminačních průtoků

VSTUPNÍ VELIČINY		POVODÍ		JEDNOTKY
		P1 (levostranný příkop)	P2 (pravostranný příkop)	
Pp	Plocha povodí	0,004	0,01	[km ²]
CN (průměrné)	Číslo odtokové křivky	81	81	[-]
f	Opravný koeficient nádrží	1,0	1,0	[-]
L	Délka údolnice	160	305	[m]
lu	Průměrný sklon údolnice	1,0	0,5	[%]
N	Doba opakování	1, 5, 10, 20, 50, 100		[roky]

Vypočtené parametry pro zájmové povodí jsou uvedeny v následujících tabulkách (Tab. 3 – Tab. 5). Jsou zde i zpětnou extrapolací dopočteny a prezentovány hodnoty pro dobu opakování N = 1.

Tab. 3 Vybrané hydrologické údaje – Q_{max} (maximální průtok) – dílčí povodí P1

N [rok]	1	5	10	20	50	100
Q_{max} [m ³ ·s ⁻¹]	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

Tab. 4 Vybrané hydrologické údaje – Q_{max} (maximální průtok) – dílčí povodí P2

N [rok]	1	5	10	20	50	100
Q_{max} [m ³ ·s ⁻¹]	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,09

Tab. 5 Vybrané hydrologické údaje – Q_{max} (maximální průtok)

N [rok]	1	5	10	20	50	100
Q_{max} [m ³ ·s ⁻¹]	0,02	0,03	0,06	0,09	0,12	0,14

8. Návrhové průtoky

Hydrotechnické posouzení propustku je provedeno ve smyslu normy ČSN 73 6201, kdy posuzovaný objekt je ve smyslu článku 12.2.5 této normy zařazen do 3. kategorie.

Návrhové parametry jsou definovány ve smyslu tabulky 12.1 této normy, a jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 6). S výskytem transportu plovoucích předmětů (vyvrácených stromů a drobnějšího splaví), které by měly ve smyslu kapitoly 12.2.8 normy vliv na hodnotu návrhových průtoků, není uvažováno.

Tab. 6 Návrhový a kontrolní návrhový průtok

VARIAČNÍ ROZPĚTÍ KŘÍŽENÉHO VODNÍHO TOKU Q_{100}/Q_1	NÁVRHOVÝ PRŮTOK (NP)	KONTROLNÍ NÁVRHOVÝ PRŮTOK (KNP)	MIN. VOLNÁ VÝŠKA (MVV) NAD NÁVRHOVOU HLADINOU (NH, KNH)
7,5 – 5 až 8	$Q_{50} = 0,12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 0,14 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0,5 m nad KNH (*); 0,5 m nad NH

(*) Ve smyslu tab. 12.1 normy ČSN 73 6201 se uvažuje pouze v případě velkého nebezpečí ucpání mostního otvoru nánosy nebo splávím.

Součástí tabulky (Tab. 6) jsou i hodnoty požadované minimální volné výšky (MVV), která představuje svislou odlehlost mezi hladinou dosaženou protiproudě před objektem a nejnižším místem konstrukce. S výskytem transportu plovoucích předmětů (vyvrácených stromů a drobnějšího splaví), které by měly ve smyslu kapitoly 12.2.8 normy vliv na hodnotu návrhových průtoků, není uvažováno.

U posuzovaného objektu je dolní hrany mostní konstrukce na úrovni 158,88 m n. m.

9. Metodika hydrotechnických výpočtů

Hydrotechnické výpočty předmětného objektu byly realizovány na základě postupů definovaných v TP 232 [07] a v TP 204 [06]. Tyto výpočty vycházejí z dlouhodobých empirických zkušeností získaných při laboratorních výzkumných pracích i při měření v in situ.

Výpočty jsou založeny na využití rovnice kontinuity a energetické bilance mezi profilem před objektem a v profilu bezprostředně za vtokem do objektu. Současně jsou posuzovány i ztráty mechanické energie realizující se po délce předmětného objektu, a to vše v závislosti na možném ovlivnění proudění od úrovně hladiny dolní vody za objektem.

V následující tabulce (Tab. 7) jsou uvedeny základní návrhové parametry, které byly při posouzení objektu uvažovány.

Tab. 7 Základní návrhové parametry

NÁVRHOVÝ PARAMETR	OZNAČENÍ	HODNOTA
		NOVÝ STAV
Coriolisovo číslo	α	1,05
Součinitel místní ztráty na vtoku	ξ	0,45
Součinitel rychlosti	ϕ	0,83
Součinitel výškového zúžení na vtoku	κ	0,90
Součinitel zatopení vtoku	β	1,18
Stupeň drsnosti dle Manninga	n	0,013

Pro stanovení úrovně hladiny dolní vody za objektem jsou rozhodující geometrické parametry odpadního koryta. Silniční propustek bezprostředně navazuje na stávající odvodňovací příkop vedený podél komunikace, kde bude stejně jako v současnosti docházet k akumulaci vody, jejímu postupnému vsakování a odpařování. V případě vydatnějších dešťů bude voda přetékat přes účelovou komunikaci.

Odvodňovací příkop je bezprostředně za propustkem zpevněn dlažbou do betonového lože. Dále je příkop tvořen nezpevněným korytem s proměnlivými charakteristikami. Pro výpočet bylo uvažováno se zjednodušením koryta na prizmatické. Koryto uvažováno s šířkou ve dně 0,5 m, se sklony svahů 1:1,5 a s podélným sklonem 0,5 %.

Řešená varianta:

- **Navrhovaný stav** – navrhovaný stav proudění při návrhovém a kontrolním návrhovém průtoku zohledňující navrhované změny.

10. Výsledky hydrotechnických výpočtů

V následující tabulce (Tab. 8) jsou uvedeny zásadní výsledky a parametry nutné pro posouzení objektu z pohledu ČSN 73 6201 [06]. Kompletní výpočty jsou vzhledem k jejich rozsahu uloženy u zpracovatele. Výsledky jsou uvedeny samostatně pro návrhový NP a kontrolní návrhový průtok KNP. Dolní hrana konstrukce propustku je na úrovni 158,88 m n. m.

Tab. 8 Vypočtené hydrotechnické parametry pro navrhovaný stav

HYDROTECHNICKÉ PARAMETRY		
SLEDOVANÝ PARAMETR	NÁVRHOVÝ PRŮTOK (NP)	KONTROLNÍ NÁVRHOVÝ PRŮTOK (KNP)
Průtok posuzovaným objektem	0,12 m ³ ·s ⁻¹	0,15 m ³ ·s ⁻¹
Kóta hladiny v profilu před objektem	158,38 m n. m.	158,40 m n. m.
Hloubka vody v profilu před objektem	0,10 m	0,12 m
Profilová rychlost proudu na výtoku z objektu	2,52 m·s ⁻¹ < 5 m·s ⁻¹	2,65 m·s ⁻¹ < 5 m·s ⁻¹
Kóta vzdutí před propustkem	158,64 m n. m.	158,69 m n. m.
Výška vzdutí před propustkem	0,36 m	0,41 m
Minimální volná výška - MVV	0,5 m = 0,5 m	0,48 m (není posuzováno)

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že úroveň hladiny na vtoku do propustku při NP je pod dolní hranou navržené konstrukce propustku na stejné úrovni jako je minimální požadovaná výška dle ČSN 73 6201. **Lze konstatovat, že navržený objekt při NP vyhoví posouzení dle ČSN 73 6201.**

Vzhledem k tomu, že se neuvažuje s výskytem transportu plovoucích předmětů, které by měly ve smyslu kapitoly 12.2.8 normy ČSN 73 6201 vliv na hodnotu návrhových průtoků, není dle tab. 12.1 této normy MVV při KNP posuzována.

11. Závěrečné zhodnocení posuzovaného objektu

Návrhový průtok bude propustkem převeden prouděním o volné hladině. **Nově navržený propustek vyhovuje posouzení dle normy ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů.**

Navržená situační úprava silničního propustku nemění odtokové poměry v dané oblasti. Velikost průtoku vody odváděné z předmětného území se oproti stávajícímu stavu nemění.

Veškeré hydrotechnické výpočty byly realizovány za předpokladu, že srážkové vody za propustkem budou odváděny stávajícím odvodňovacím příkopem a nebudou se akumulovat v místě výtoku z propustku. Stávající odvodňovací příkop je spádován podél komunikace směrem k železniční trati.

V Brně, září 2024

Vypracoval: Ing. Zuzana Múnsterová