

# POSUDEK

Hydraulické posouzení propustků u obce Kobylá nad Vidnávkou  
evid. km 18.268



Objednatel: Správa železnic, státní organizace

Prosinec 2024

## Obsah

1	Úvodní údaje .....	3
2	Předmět plnění .....	3
3	Podklady .....	3
3.1	Stávající stav terénní průzkum po povodňových událostech 09/2024 .....	3
3.2	Hydrologické údaje ČHMÚ .....	4
4	Technický návrh .....	4
5	Požadavky na konstrukce propustků z hlediska hydraulického návrhu .....	4
6	Odtokové poměry v lokalitě .....	5
7	Hydraulické posouzení propustku SO 12-21-01 Obnova propustku, evid. km 18,268 .....	7
7.1	Stanovení kapacity stávající vodoteče .....	7
7.1.1	Stanovení průtočné kapacity koryta nad propustkem SO 12-21-01 Obnova propustku, evid. km 18,268 .....	7
7.1.2	Stanovení průtočné kapacity koryta pod propustkem SO 12-21-01 Obnova propustku, evid. km 18,268 .....	8
7.2	Kapacita propustku .....	10
7.2.1	Stanovení kapacity propustku s volnou hladinou .....	10
7.2.2	Stanovení maximální kapacity propustku při tlakovém proudění .....	10
7.2.3	Rychlosti proudění v jednotlivých profilech .....	13
8	Použité normy a podklady .....	14
9	Závěr .....	14

# 1 Úvodní údaje

<b>Zhotovitel</b>		<b>Adresa</b>	K Vápence 2745, 530 02 Pardubice
<b>Spoluřešitel</b>		<b>Adresa</b>	Na Vartě 1366, 503 46 Třebechovice p.O
<b>Objednatel</b>	Správa železnic, státní organizace	<b>Adresa</b>	
<b>Datum (měsíc)</b>	12/2024		

## 2 Předmět plnění

Předkládáme hydraulické posouzení kapacity obnovovaného propustku pod tělesem dráhy (trať Žulová – Velká Kraš) v evid. km 18,268, v katastru obce Kobylá nad Vidnávkou. Cílem posouzení je bezpečný převod povodňových průtoků nově navržených konstrukcí tak, aby byly minimalizovány případné budoucí škody na železničním tělese v rámci povodňových situací.

V rámci povodňové události, která nastala v září 2024, došlo k poškození drážního tělesa rozlivu toku Vidnávky, dosahující při kulminaci hodnot, které pravděpodobně překročily stoletý průtok. Nezbytnou součástí oprav tratě v řešeném úseku je i výměna zničených propustků.

## 3 Podklady

Pro provedení prací byly použity tyto podklady:

- Podklady objednatele – projektová dokumentace železničního koridoru- definice problematiky
- Stávající stav- terénní průzkum po povodňových událostech 09/2024
- Hydrologické údaje ČHMÚ – pravostranný bezejmenný přítok Vidnávky (IDVT 10209399)
- Geodetické zaměření lokality
- Povodí Odry – data ze Studie odtokových poměrů (Povodí Odry)

### 3.1 Stávající stav terénní průzkum po povodňových událostech 09/2024

Lokalita je součástí obce Kobylá nad Vidnávkou, nachází se konkrétně v její severo-východní části v místě, kde železniční trať přimyká k toku Vidnávky.

Jedná o pozemek p.č. 2175/1 v majetku České republiky – Správy železnic. V lokalitě se nacházejí 3 samostatné objekty propustků.

Řešený objekt je prvním z propustků ve směru proudění. Nachází se na pravostranném přítoku Vidnávky. Jedná o monolitickou rámovou propust, která byla historicky propojena s tokem pomocí dodatečně umístěného betonového zatrubnění DN 1000, umožňujícímu přejezd vozidel po pravém břehu toku v blízkém sousedství. Během prohlídky lokality v listopadu 2024 byly již zásadní následky povodňových škody odstraňovány, propustek byl však téměř neprůtočný, potrubí navazující na rámovou propust bylo odstraněno. V místě bylo zevrubně obnoveno napojení přítoku na hlavní koryto toku cca v původní trase.



Obrázek 1 - propustek Kobylá nad Vidnávkou, evid km 18,268

### 3.2 Hydrologické údaje ČHMÚ

Hydrologické údaje byly pro bezejmenný pravostranný přítok Vidnávkou, který prochází řešeným propustkem.

SO 14-21-04 Obnova propustku, evid. km 18,268

N let	1	2	5	10	20	50	100
Qn [m <sup>3</sup> /s]	1.01	1.72	3.16	4.68	6.63	9.95	13.1

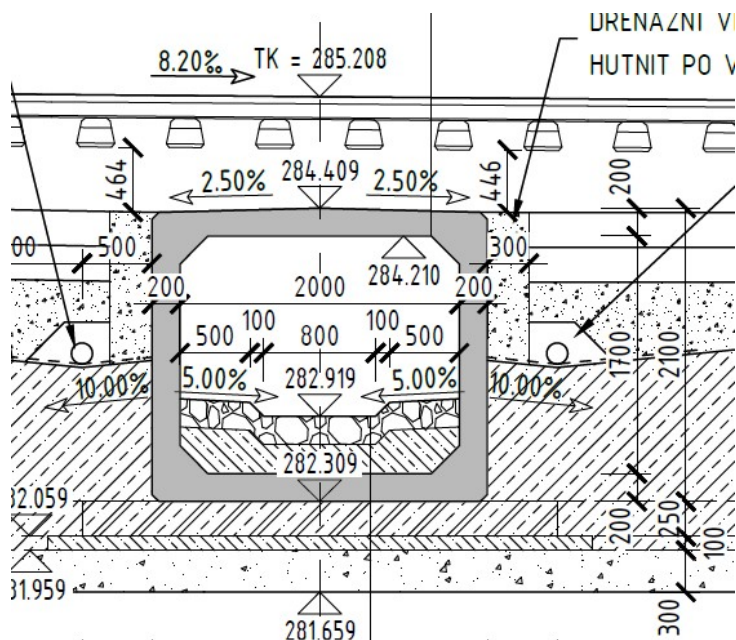
## 4 Technický návrh

Technický návrh předpokládá mírnou výškovou úpravu nivelety drážního tělesa. Původní poškozený propustek bude demolován a nahrazen novou konstrukcí tvořenou betonovými rámovými prefabrikáty vnitřními rozměry 2,0 x 1,7 m. V propustku je vytvořena kyneta šířky 0,8 m a hloubky 0,1 m s bermami v příčném sklonu 5%. Kynetka s bermami je vytvořena dlažbou z lomového kamene tl. 0,2 m na podkladním betonu tl. min. 0,15 m. Podélný sklon propustku je cca 1,5 %.

## 5 Požadavky na konstrukce propustků z hlediska hydraulického návrhu

Základní funkcí propustků je bezpečné převedení návrhového průtoku skrz těleso náspu železnice tak, aby nedošlo k ohrožení jeho stability. Na rozdíl od mostních objektů se dle platných předpisů připouští tlakové proudění v propustku a zatopení jeho horního čela.





Obrázek 2 - navržený průtočný profil nového propustku na pravostranném přítoku Vidnávky, evid km 18,268

Převádění vodního toku propustkem, u kterého se počítá se zahlcením vtoku, a které se děje obvykle za jiných podmínek než nad objektem (změna průtočného profilu, změna podélného sklonu dna i hladiny, změny charakteru proudění, průtok pod tlakem apod.), je dovoleno **pouze u malých vodních toků, u nichž je 100-letá povodeň  $Q_{100} < 50 \text{ m}^3/\text{s}$**  resp. je-li povodí v daném místě menší než  $100 \text{ km}^2$ , nebo při použití krátkodobého zatímního objektu. Přitom je nutno posoudit, zda objekt nezpůsobuje vzdutí vody, ohrožující stabilitu tělesa převáděné komunikace, a zda nedosahuje úroveň hladiny vzduté vody výše, než dovolují normy pro příslušné komunikace. Dále je nutno posoudit, zda rychlost proudění vody při zvýšených průtocích, která ani při průtoku pod tlakem nesmí překročit hodnotu  $5 \text{ m/s}$ , neohrožuje konstrukci objektu a koryto pod ním.

Je zřejmé, že z hlediska kapacity propustků je nutné stanovit úroveň vzduté hladiny před vtokem do propustku, která má na stabilitu propustku a sním tedy i drážního tělesa zcela zásadní vliv. Režim a průběh hladin v propustku není předmětem posouzení. Generelně dochází při proudění s volnou hladinou k říčnímu proudění.

## 6 Odtokové poměry v lokalitě

Řešený propustek se nachází v údolnici, na pravém břehu Vidnávky v místě, kde železniční trať prakticky přiléhá k toku Vidnávky. Lokalita ze které směřuje pravostranný přítok převáděný propustkem je sklonitá – zvedá se směrem k východu, či severovýchodu. Bezejmenný přítok odvádí vody z lokálního povodí o velikosti cca  $4,8 \text{ km}^2$ . Koryto toku je drobné, odpovídající běžným průtokům. Od úrovně Q1 dochází pravděpodobně k rozlivu do okolních pozemků. Za standardní hydrologické situace stékají vody ze sledované lokality otevřeným korytem, následně pomocí uvedeného propustku překonají drážní těleso, a dále odtékají do Vidnávky, která se nachází v těsné návaznosti na propustek.

Problém nastává při zvýšených srážkových úhrnech, případně při výrazném tání sněhové pokrývky, kdy se projeví nedostatečná kapacita stávajícího koryta přítoku, jakož i propustku samotného. Situace je však primárně ovlivněna úrovní hladiny ve Vidnávce, neboť zvýšené průtoky v ní se propagují proti proudu a vzdutí způsobuje zamezení odtoku z povodí přítoku. Naopak dochází k neřízenému zaplavení pravého břehu za drážním tělesem.

Tato situace nastala právě v září tohoto roku, kdy došlo k tak zásadní hydrologické situaci, že množství přitékající vody zaplavovalo pravobřežní inundaci, a to jak vodou z přítoku samotného, ale hlavně z Vidnávky, která úroveň hladiny přesáhla drážní těleso. Těleso dráhy zde vytvářelo podélnou hráz, která

nebyla schopna odolat účinkům proudění. Vody proudící přes drážní těleso způsobily značné škody v poměrně velké rozsahu drážního tělesa.



Obrázek 3 – poškozený násep, Kobylá. Pohled na propustek evid. km 18,268





Obrázek 4 - poškozený propustek a drážní těleso – pohled od Vidnávky

## 7 Hydraulické posouzení propustku SO 12-21-01 Obnova propustku, evid. km 18,268

Pro posouzení kapacity propustku je nejprve nutné stanovit kapacitu vodotečí nad a pod profilem propustku a následně hydraulicky posoudit samotný propustek.

### 7.1 Stanovení kapacity stávající vodoteče

#### 7.1.1 Stanovení průtočné kapacity koryta nad propustkem SO 12-21-01 Obnova propustku, evid. km 18,268

Proudění nad propustkem prochází volným terénem od malé vodní nádrže Šírava. Nad ústím do propustku bude koryto obnoveno do lichoběžníkového tvaru, kdy zaústění do propustku je vedeno korytem v oblouku. Nejbližší část koryta nad ústím do propustku bude v rámci rekonstrukce propustku opevněna kamennou dlažbou do betonu s vložnou kynetkou shodných parametrů jako kynetka v propustku. Podélný sklon koryta je zde 0,7 %.

Parametry hydraulického profilu na vtoku byly převzaty z dokumentace zaměření profilů v terénu.

Koryto je navrženo jako lichoběžník s kynetkou pro nízké průtoky.

Šířka koryta ve dně	1,5 m
Šířka vložené kynetky ve dně	0,8 m
Hloubka kynetky	0,1 m
Sklony svahů koryta	1:1,5
Hloubka lichoběžníkového průřezu	0,87m

Šířka účinné šířky berem

2,0 / 2,0 m (je pouze levá berma)

**Doporučení: Upravit opevnění na straně odtoku z propustku – vhodný je jednoduchý oblouk s odpovídajícím poloměrem, napojený na koryto hlavního toku ideálně pod úhlem 45 stupňů. Opevnění koryta je nezbytné provést formou zdiva a dlažby do betonu.**

Pro výpočet byla použita návrhová hodnota podélného sklonu 0,7 %.

Napojení na vodoteč je jistým zkapacitněním v bezprostřední blízkosti propustku.

Parametry propustku:

Rámový propustek	2,0 x 1,7 m
Šířka vložené kynetky ve dně	0,8 m
Hloubka kynetky	0,1 m
Šířka berem	0,5 m
Podélný sklon	1,0 %
Výška volného prostoru propustku	1,86 m (vtok od dna po strop)
Převýšení konstrukce nad stropem	0,83 m

Pro výpočet byla použita Chezyho rovnice s modifikací pro složený lichoběžníkový profil.

Kapacita koryta nad propustkem v přímé trase je pro Q100 dostatečná.

N	Qn	h	h abs
[roky]	[m3/s]	[m]	[m n.m.]
1	1.01	0.38	283.34
2	1.72	0.50	283.47
5	3.16	0.73	283.69
10	4.68	0.83	283.79
20	6.63	0.95	283.92
50	9.95	1.13	284.09
100	13.1	1.28	284.24

Z uvedeného je zřejmé, že vliv horní vody je poměrně výrazný, jelikož při ideálních podmínkách bez ztrát dochází při Q<sub>100</sub> k dosažení hladiny nad strop propustku.

#### 7.1.2 Stanovení průtočné kapacity koryta pod propustkem SO 12-21-01 Obnova propustku, evid. km 18,268

Proudění pod propustkem prochází dále do toku Vidnávky a to otevřeným korytem. Původní zatrubnění, navazující na rámovou propust, nebude obnoveno, neboť pravděpodobně nedojde k neobnově obslužné komunikace, což napomůže volnému odtoku do hlavního toku – Vidnávky. Samotná kapacita odpadního koryta není z hydraulického hlediska tak významná, **jelikož zásadní je kapacita hlavního koryta Vidnávky, která při vyšších průtocích vybřežuje a dle podkladů správce toku docházelo k zavzdutí toku až k samotnému propustku a zároveň i k přelití drážního tělesa.**

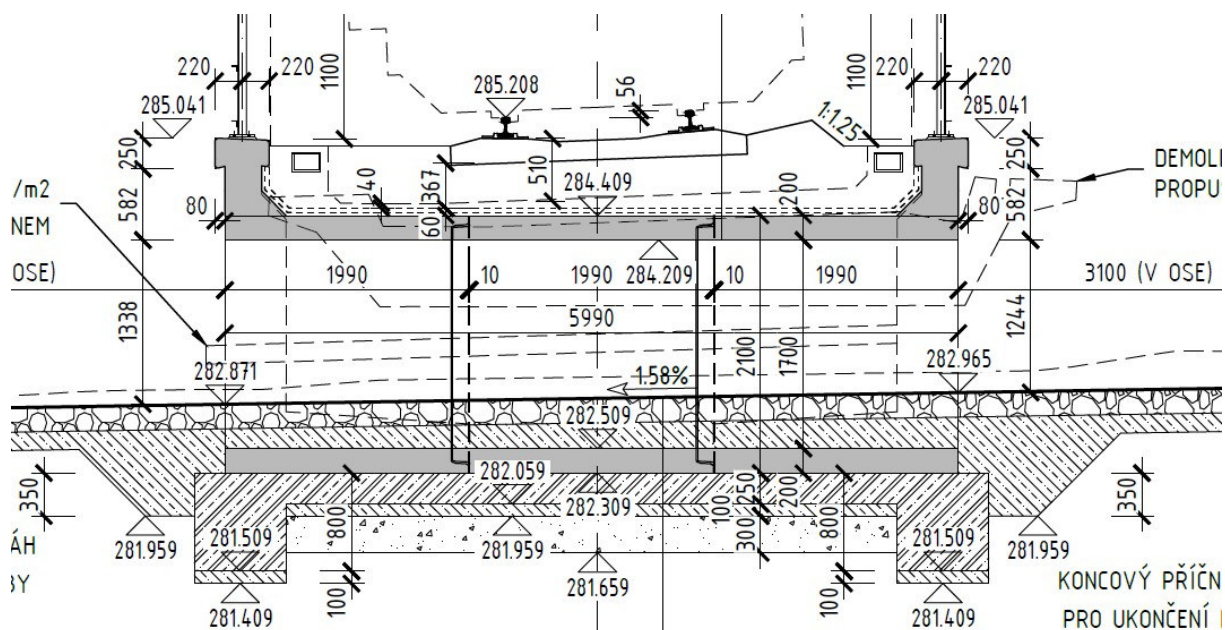
**Níže jsou uvedeny hodnoty získané ze Studie odtokových poměrů (autor Povodí Odry):**

Q<sub>20</sub> 284.41 m n.m. – bezpečná úroveň hladiny drážního tělesa



Q<sub>100</sub>

284.86 m n.m. – 0,4 m nad úroveň konstrukce propustku



Obrázek 5 - podélný řez propustkem 18,286

Z výše uvedeného řezu je zřejmé, že Drážní těleso odolá úrovni Q<sub>20</sub>, nikoliv však Q<sub>100</sub>.

Parametry hydraulického profilu na vtoku byly převzaty z dokumentace zaměření profilů v terénu.

Koryto je navrženo jako lichoběžník s kynetkou pro nízké průtoky.

Šířka koryta ve dně	1,0 m
Sklony svahů koryta	1:1,5 / 1,5
Hloubka lichoběžníkového průřezu	1,5 / 1,5 m
Šířka účinné šířky berem	2,0 m

N	Q <sub>n</sub>	h	h abs
[roky]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m n.m.]
1	1.01	0.40	283.20
2	1.72	0.55	283.35
5	3.16	0.73	283.53
10	4.68	0.90	283.70
20	6.63	1.05	283.85
50	9.95	1.28	284.08
100	13.1	1.43	284.23

Kapacita pod propustkem je pro návrhové parametry dostatečná, nicméně tento předpoklad platí pouze v případě, že povodňová událost je pouze v povodí nad propustkem (teda na přítoku) a ne v hlavním toku, kdy tento předpoklad patrně není vzhledem k velikosti obou povodí pravděpodobný. V případě povodňových průtoků v korytě Vidnávky lze pak předpokládat významné zavzdutí směrem k propustku i při nižších průtocích než Q<sub>20</sub>.

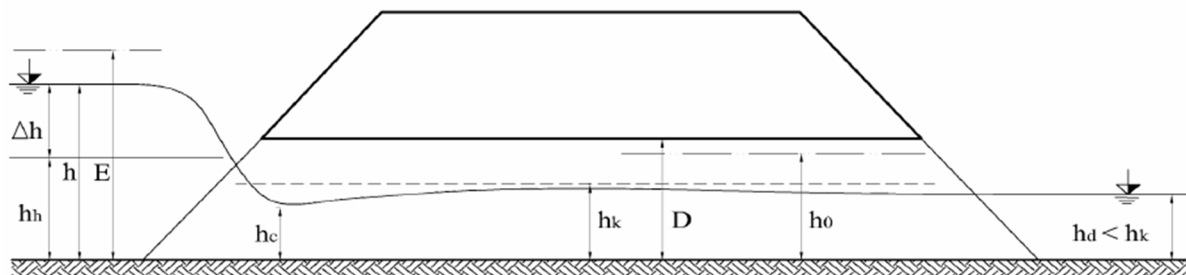
## 7.2 Kapacita propustku

### 7.2.1 Stanovení kapacity propustku s volnou hladinou

Kapacita propustku je řešena jako stanovení kapacitního proudění, tedy posouzení kapacity při proudění propustkem s volnou hladinou a nezatopeným vtokem.

Pro stanovení kapacity propustku bylo použito Chezyho rovnice s modifikací pro složený lichoběžníkový profil.

Zároveň byla posouzena kapacita pro maximální hladinu při nezatopeném vtoku  $1,2xH$



Obrázek 6 Propustek s volným vtokem neovlivněným dolní vodou

Proudění v propustku je s volnou hladinou, kdy z počátku dochází k mírnému ovlivnění dolní vodou, což je dáno relativně menším průtočným profilem kynety koryta pod propustkem. Při překonání úrovně kapacity koryta dochází k částečnému rozlivu a kritická hloubka v profilu za vtokem do propustku již přesahuje úroveň dolní vody. Tento režim trvá po celou dobu režimu s nezahlceným vtokem.

Kapacita propustku při nezahlceném vtoku je  $4.84 \text{ m}^3/\text{s}$  a k ovlivnění dolní vodou nedochází.

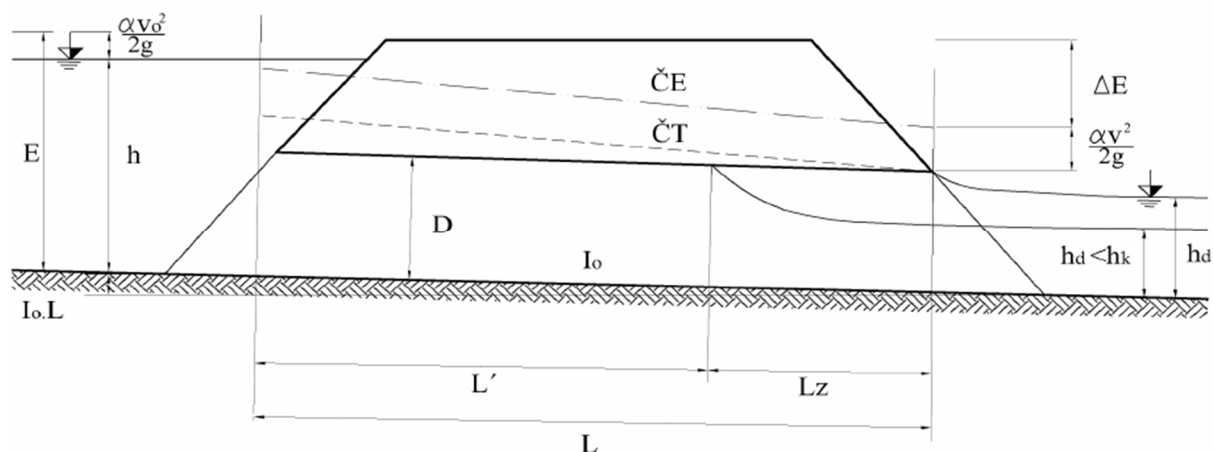
**Z hlediska kapacity lze konstatovat, že propustek bez zahlcení vtoku převede pouze průtok nižší než  $Q_{10}$ . To však pouze za předpokladu, že výtok není ovlivněn průtokem v toku Vidnávka. Opět je třeba konstatovat, že podobná situace je málo pravděpodobná.**

### 7.2.2 Stanovení maximální kapacity propustku při tlakovém proudění

Toto posouzení je provedeno z důvodu, že propustek není dostatečně kapacitní. Další výpočty jsou provedeny ve dvou scénářích a to ovlivnění prouděním dolní vodou pouze z důvodu kapacity odpadního koryta propustku a ovlivnění dolní vodou při návrhovém průtoku v toku Vidnávka  $Q_{20}$  a  $Q_{50}$ . Kapacita pro  $Q_{100}$  nebyla stanovena z důvodu neznámé dolní okrajové podmínky.

Pro posouzení byla stanovena hladina nad propustkem pro tlakové proudění s ovlivněním a bez ovlivnění dolní vody, tedy stanovení energetické výšky  $E$  nad propustkem Bernoulliho rovnicí pro profily „Nad vtokem“ a „ústí propustku“ dle vztahu:

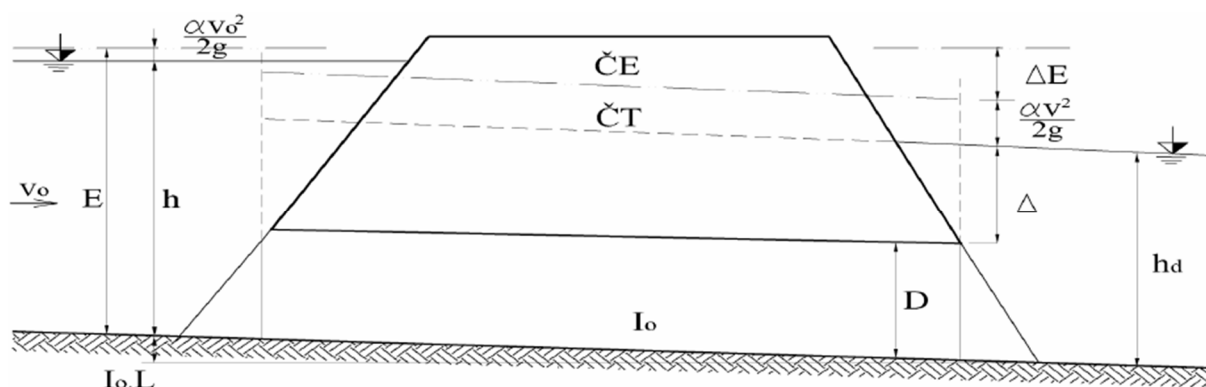
$$E = (I_e - I_o) \cdot L + (1 + \xi) \cdot \frac{v^2}{2g} + D$$



Obrázek 7 Propustek s tlakovým prouděním a výtokem nezatopeným dolní vodou

A dále „Nad vtokem“ a „odpadní koryto pod propustkem“ dle vztahu:

$$E = \left(1 + \xi + \lambda \cdot \frac{L}{D}\right) \cdot \frac{v^2}{2g} - I_o \cdot L + h_d - \Delta_{\min}$$



Obrázek 8 Propustek s tlakovým prouděním a výtokem zatopeným dolní vodou

V obou případech byla zanedbána rychlostní výška v profilu nad propustkem, což vnáší do stanovení vnitřní míry bezpečnosti, jelikož rychlostní výška tvoří jakousi „bezpečnostní marži“ výpočtu, o hodnotě cca 0,3 m.

Kapacita při neovlivnění dolní vody vzduťm v toku Vidnávká:

N	Qn	Režim proudění v propustku	h vtok	h vtok
[roky]	[m3/s]		[m]	[m n.m.]
1	1.01	Volná hladina	0.40	283.36
2	1.72	Volná hladina	0.55	283.51
5	3.16	Volná hladina	0.90	283.86
10	4.68	Volná hladina	1.25	284.21
20	6.63	Tlakové proudění	1.44	284.40
50	9.95	Tlakové proudění	2.16	285.12
100	13.1	Tlakové proudění	3.18	286.14



Na základě stanovení energetické výšky pak byla tato porovnána s výškovou úrovní kolejového lože a pro průtok při kterém je tato hladina dosažena je prohlášen jako kapacita propustku.

Kapacita propustku v tomto případě odpovídá průtoku **pouze 5,5 m<sup>3</sup>/s**

**Je zřejmé, že kapacita propustku, resp. bezpečná kapacita propustku je nižší než Q<sub>20</sub>, v případě Q<sub>50</sub> dochází již k přelítí drážního tělesa.**

V případě souběhů povodňových průtoků v toku Vidnávka je situace ještě problematičtější:

N Vidnávka [roky]	N [roky]	Qn [m <sup>3</sup> /s]	Režim proudění v propustku	h vtok [m]	h vtok [m n.m.]
20	20	6.63	Tlakové proudění	1.92	<b>284.88</b>
20	50	9.95	Tlakové proudění	2.52	<b>285.48</b>
20	100	13.1	Tlakové proudění	3.36	<b>286.32</b>
50	20	6.63	Tlakové proudění	2.37	<b>285.33</b>
50	50	9.95	Tlakové proudění	2.97	<b>285.93</b>
50	100	13.1	Tlakové proudění	3.81	<b>286.77</b>

Z uvedených výpočtů je zřejmé, že již v případě souběhu povodňových událostí s dobou opakování 20 let v obou tocích dojde velmi pravděpodobně k vážnému porušení drážního tělesa, v případě souběhu Q<sub>50</sub> na přítoku a Q<sub>20</sub> ve Vidnávce pak k jistému přelítí i koleje dráhy a pravděpodobně k destrukci.

Stanovení kapacity propustku zcela zanedbává vliv sedimentačních procesů, kdy v případě nižších průtoků může docházet k sedimentaci v korytě toku a ke snižování jeho kapacity.



Obrázek 9 - pohled na výtok původního propustku zcela zaneseného sedimenty z povodňové události

### 7.2.3 Rychlosti proudění v jednotlivých profilech

Z hlediska rychlostí je třeba posoudit, zda rychlosti v propustku a pod propustkem nedosahují hodnot vymílacích rychlostí pro navržené opevnění koryta.

V případě SO 12-21-01 Obnova propustku, evid. km 18,268 je opevnění provedeno kamennou dlažbou do betonu s hodnotou odolnosti nevymílací rychlosti 4,5-5,5 m/s při hloubce vody 1,0 m pak 5,5 až 6,5 m/s.

Dle projektu pak navazuje opevnění štěrkovým pohozem frakce 63/125 mm který má odolnost proti vymílání výrazně nižší 1,8 až 2,4 m/s.

Jelikož návrhové rychlosti v profilu pod propustkem jsou v případě  $Q_{100}$  téměř 3,0 m/s **doporučujeme zhloubit stabilizační práh z 0,8 m na 1,2 m a rozšířit z 3,4 m na 5,4 m (o 1,0 m na každou stranu) a zároveň provést výměnu konstrukce za závěrným prahem náhradou štěrku frakce 63/125 mm kamennou dlažbou do betonu s vyspárováním. Stejně tak stěny odtokového koryta by měly být provedeny jako kamenné zdivo (dlažba) do betonu s vyspárováním. Tato úprava je nezbytná pro bezpečné napojení na stávající opevnění pravého břehu Vidnávky – nedojde k vniku vody za konstrukci opěrné zdi- a rovněž zajistí stabilitu konstrukce při zvýšených průtocích, jako i následnou snadnou údržbu.**

**Zároveň doporučujeme upravit trasování odpadního koryta na odtoku z propustku tak, aby bylo hydraulický vhodné.**

## 8 Použité normy a podklady

Pro zpracování bylo kromě výše zmíněných podkladů použito výpočtů a metodických postupů za použití těchto předpisů:

TP 204 – Hydrotechnické posouzení mostních objektů na vodních tocích, VÚV, 01/2009

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů

ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod

TNV 75 2103 Úpravy řek

## 9 Závěr

Na základě hydraulického výpočtu bylo prokázáno, že propustek v evid. km 18,268 je dostatečně kapacitní pro převedení návrhových průtoků s dobou opakování menší než cca 20 let. Od vyšší úrovně průtoků již propustek nevyhovuje, navíc při úrovni  $Q_{50}$  dochází již k přelití drážního tělesa.

Situace značně ovlivněna průtokem ve Vidnávce, který je vzhledem k velikosti zcela určující.