

POSUDEK

Hydraulické posouzení propustků u obce Kobylá nad Vidnavkou
evid. km 18.368



Objednatel: Správa železnic, státní organizace

Prosinec 2024

Obsah

1	Úvodní údaje	3
2	Podklady	3
2.1	Stávající stav terénní průzkum po povodňových událostech 09/2024.....	3
2.2	Hydrologické údaje ČHMÚ	6
3	Technický návrh	6
4	Požadavky na konstrukce propustků z hlediska hydraulického návrhu	6
5	Odtokové poměry v lokalitě	7
6	Hydraulické posouzení propustku SO 12-21-02 Obnova propustku, evid. km 18,368.....	9
6.1	Stanovení kapacity stávající vodoteče	9
6.1.1	Stanovení průtočné kapacity koryta nad propustkem SO 12-21-02 Obnova propustku, evid. km 18,368	9
6.1.2	Stanovení průtočné kapacity koryta pod propustkem SO 12-21-02 Obnova propustku, evid. km 18,368	10
6.2	Kapacita propustku	11
6.2.1	Stanovení kapacity propustku s volnou hladinou	11
6.2.2	Stanovení maximální kapacity propustku při tlakovém proudění	11
6.2.3	Rychlosti proudění v jednotlivých profilech.....	13
7	Použité normy a podklady	14
8	Závěr	14

1 Úvodní údaje

Zhotovitel	Prodin a.s.	Adresa	K Vápence 2745, 530 02 Pardubice
Spoluřešitel	Ing. Štěpán Plodek	Adresa	Na Vartě 1366, 503 46 Třebechovice p.O
Objednatel	Správa železnic, státní organizace	Adresa	
Datum (měsíc)	12/2024		

Předmět plnění

Předkládáme hydraulické posouzení kapacity obnovovaného propustku pod tělesem dráhy (trať Žulová – Velká Kraš) v evid. km 18,368, v katastru obce Kobylá nad Vidnávkou. Cílem posouzení je bezpečný převod povodňových průtoků nově navrženého objektu 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.

2 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
- Geodetické zaměření lokality
- Povodí Odry – data ze Studie odtokových poměrů (Povodí Odry, cca 2011)

2.1 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.

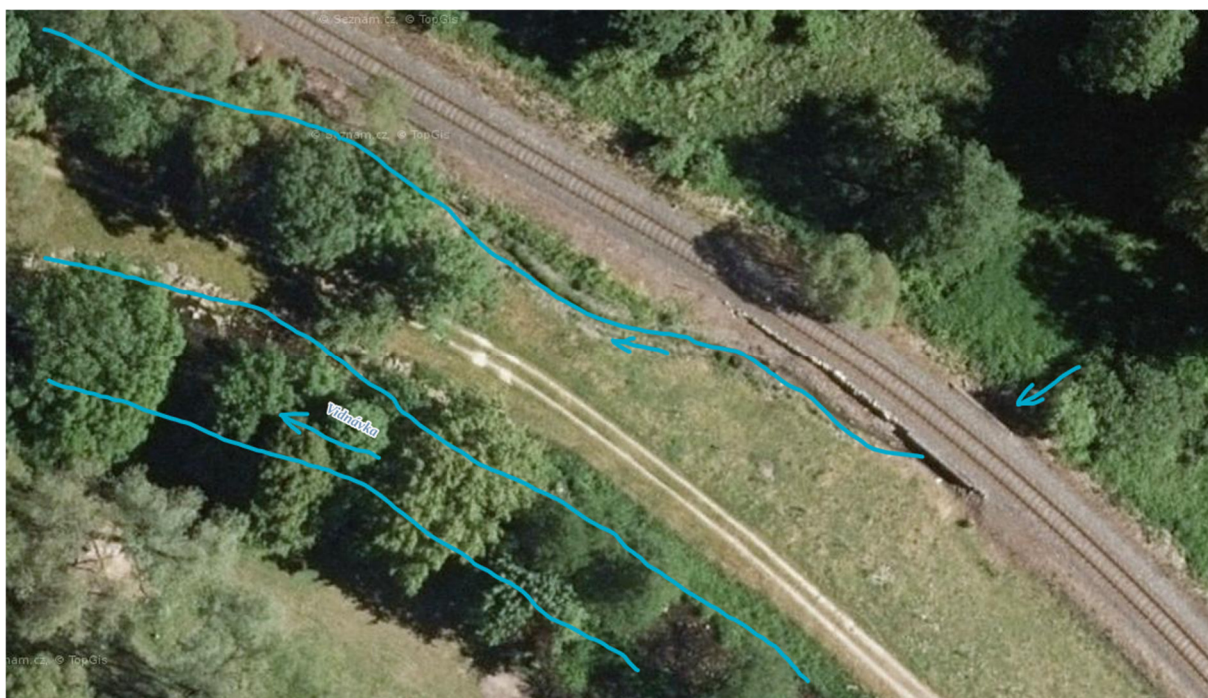
Posudek se zabývá druhým z nich, který je tvořený historickou kamennou konstrukcí sdružující 3 trubní (obdélníkové) propusti v jednom stavebním objektu. Propustek není položen na vodním toku či vodoteči. Převádí pouze povrchové vody z blízkého svažitého okolí, kterým brání drážní těleso v přirozeném odtoku. Stav objektu po průchodu povodňového průtoky je relativně stabilní, nicméně navazující kamenné konstrukce jsou již vyžilé. Během prohlídky lokality v listopadu 2024 byly již zásadní následky povodňových škody odstraňovány.

Na konstrukci propustku pod drážním tělesem navazuje odpadní koryto, které je po průchodu povodňového průtoky patrné pouze u výstupu z propustku a následně se ztrácí v poškozeném a průtokem přemodelovaném terénu. Není tedy patrné ani místo napojení na původní řečiště Vidnávky. V rámci výměny objektu bude nezbytné řešit dopojení na hlavní tok – stávající stav okolních úprav je pouze dočasný (havarijní), terén bude ze strany správy toku Vidnávka dále upravován.

Historicky se lze domnívat, že odtok od propustku do toku Vidnávky byl mělkým korytem podél železničního tělesa, místo zaústění do toku Vidnávky bylo po směru toku. Ve vegetačním období toto koryto patrně hojně zarůstalo vegetací a dále snižovalo jeho kapacitu.



Obrázek 1 - původní propustek Kobylá nad Vidnávkou, evid km 18,368



Obrázek 2 - propustek Kobylá nad Vidnávkou, evid. km 18,368 na historickém ortosnímku 2013-2015



Obrázek 3 - propustek Kobylá nad Vidnávkou, evid. km 18,368 na ortosnímku 2021+ koryto již není patrné



Obrázek 4 - propustek Kobylá nad Vidnávkou, evid. km 18,368 po povodni 09/2024

nezpůsobuje vzduť vody, ohrožující stabilitu tělesa převáděné komunikace, a zda nedosahuje úroveň hladiny vzduť 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 m/s, neohrožuje konstrukci objektu a koryto pod ním.

Je zřejmé, že z hlediska kapacity propustků je nutné stanovit úroveň vzduť 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.

V případě povodňových průtoků se předpokládá, že bude zvýšený průtok i ve Vidnávce.

Z evidence vodního toku byly od Povodí Odry zajištěny tyto hladiny povodňových průtoků:

Q₂₀ 284,40 m n.m.

Q₁₀₀ 284,85 m n.m.

Hladiny jsou však více relevantní pro výše proti proudu položený propustek SO 12-21-01 ve staničení 18,268. Průběh hladin v místě řešeného propustku lze pouze odhadovat, nicméně vzhledem k charakteru proudění a výškové úrovni drážního tělesa se nejedná o podstatné hodnoty.

Je zřejmé, že i díky povodňovým událostem 09/2024 se jedná o orientační hodnoty povodňových průtoků, kdy po vyhodnocení povodně dojde pravděpodobně k navýšení hodnot průtoků pro příslušnou dobu opakování a tím tedy i k navýšení hodnot nivelety povodňových průtoků. Nicméně je i tak zřejmé, že i při Q₂₀ bude výtok propustku zatopen (přibližně úroveň TK) a tedy že v propustku bude docházet k tlakovému proudění, kdy bude docházet k vyrovnání hladin před a za propustkem.

Hydraulický výpočet se tak věnuje teoretické kapacitě propustku pro případ proudění pouze zpoza železničního tělesa, tedy případ, kdy dojde k lokální srážce výrazně neovlivňující hladinu v toku Vidnávka.

5 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 se nachází cca 100 metrů pod propustkem převádějícím pravostranný bezejmenný přítok. Území je sklonité – zvedá se směrem k východu, či severovýchodu. Bezejmenný přítok odvádí vody z lokálního povodí o velikosti cca 4,8 km². Koryto toku je drobné, odpovídající běžným průtokům. Od úrovně Q₁ dochází pravděpodobně k rozlivu do okolních pozemků, tedy i k řešenému propustku v evid km 18,368.

Za standardní hydrologické situace stékají vody ze sledované lokality po úbočí svahu, 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 samého. Situace je však primárně ovlivněna úrovní hladiny ve Vidnávce, neboť zvýšené průtoky v ní se propagují proti proudu a vzduť způsobuje neřízené zaplavení pravého břehu za drážním tělesem.

Tato situace nastala právě v září tohoto roku, kdy došlo k tak zásadní hydrologické situaci, že množství přítékající 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 6 – poškozený násep, Kobylá nad Vidnávkou



Obrázek 7 - poškozený násep, Kobylá nad Vidnávkou

6 Hydraulické posouzení propustku SO 12-21-02 Obnova propustku, evid. km 18,368

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

6.1 Stanovení kapacity stávající vodoteče

6.1.1 Stanovení průtočné kapacity koryta nad propustkem SO 12-21-02 Obnova propustku, evid. km 18,368

Proudění do propustku se předpokládá širokým nátokem z okolního terénu bez hlavní vodoteče. Nad ústím do propustku bude koryto obnoveno do lichoběžníkového tvaru, kdy zaústění do propustku je řešeno vějířovitým nátokem tvořeného kamenným záhozem navazující na stabilizační práh.

Parametry hydraulického profilu na vtoku byly převzaty z dokumentace propustku.

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	0,84m
Šířka účinné šířky berem	0

Při nátoku do propustku se neuvažuje vliv přítokové rychlosti z důvodu obtížného stanovení přítoku.

Parametry propustku:

Rámový propustek	2,0 x 2,0 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	0,84 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 je stanovena pouze orientačně s předpokladem širokého nátoku z prostoru, nikoliv výpočtem proudění v korytě. Stejně tak hodnoty průtoků byly voleny z hlediska kapacity propustku bez vztahu k době opakování, která není známa.

Qn	h	h abs
[m ³ /s]	[m]	[m n.m.]
0.5	0.25	282.84
1.2	0.43	283.02
1.7	0.50	283.09
2.3	0.58	283.17

2.8	0.65	283.24
3.3	0.70	283.29
4.6	0.83	283.42

6.1.2 Stanovení průtočné kapacity koryta pod propustkem SO 12-21-02 Obnova propustku, evid. km 18,368

Proudění pod propustkem prochází dále do toku Vidnávky a to otevřeným korytem podél železničního tělesa. 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 dochází k zavzdutí toku až k samotnému propustku a zároveň i k přelítí drážního tělesa.**

Q₂₀ 284.40 m n.m. – úroveň TK, 0,17 m nad úrovní betonové konstrukce propustku

Q₁₀₀ 284.85 m n.m. – 0,37 m nad úroveň konstrukce propustku

Hladiny jsou však více relevantní pro výše proti proudu položené propustky SO 12-21-01 ve staničení 18,268. Průběh hladin v místě řešeného propustku lze pouze odhadovat.

Odhadnuté hladiny v místě řešeného propustku:

Q₂₀ 283.90 m n.m. – 0,50 m pod TK

Q₁₀₀ 284.30 m n.m. – 0,10 m pod TK

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

Koryto je navrženo jako lichoběžník nízké průtoky.

Šířka koryta ve dně 1,0 m

Sklony svahů koryta 1:1,5 / 1,5

Hloubka lichoběžníkového průřezu 1,0 / 1,5 m

Šířka účinné šířky berem 2,0 / 0 m (na pravé straně je železniční těleso)

Qn	h	h abs
[m ³ /s]	[m]	[m n.m.]
0.5	0.28	282.76
1.2	0.45	282.93
1.7	0.55	283.03
2.3	0.63	283.11
2.8	0.70	283.18
3.3	0.75	283.23
4.6	0.88	283.36

Kapacita pod propustkem je spíše odhadnuta, jelikož není zřejmý přesný tvar koryta a zároveň do výpočtu není zahrnut přítok dalšího propustku. Předpoklad navíc platí pouze v případě, že povodňová událost je pouze v povodí nad propustkem a ne v hlavním toku, kdy tento předpoklad není prakticky (vzhledem k velikosti obou povodí) pravděpodobný. V případě povodňových průtoků v korytě Vidnávky lze naopak předpokládat významné zavzdutí směrem k propustku i při nižších průtocích než Q₂₀, jelikož při Q₂₀ je propustek již zcela zatopen.

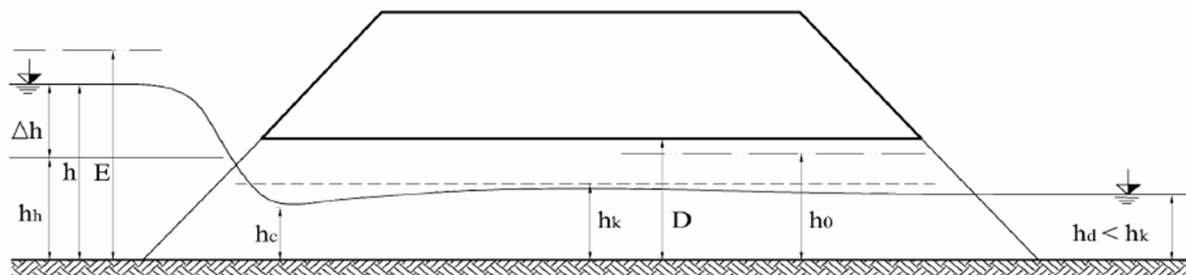
6.2 Kapacita propustku

6.2.1 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 8 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.

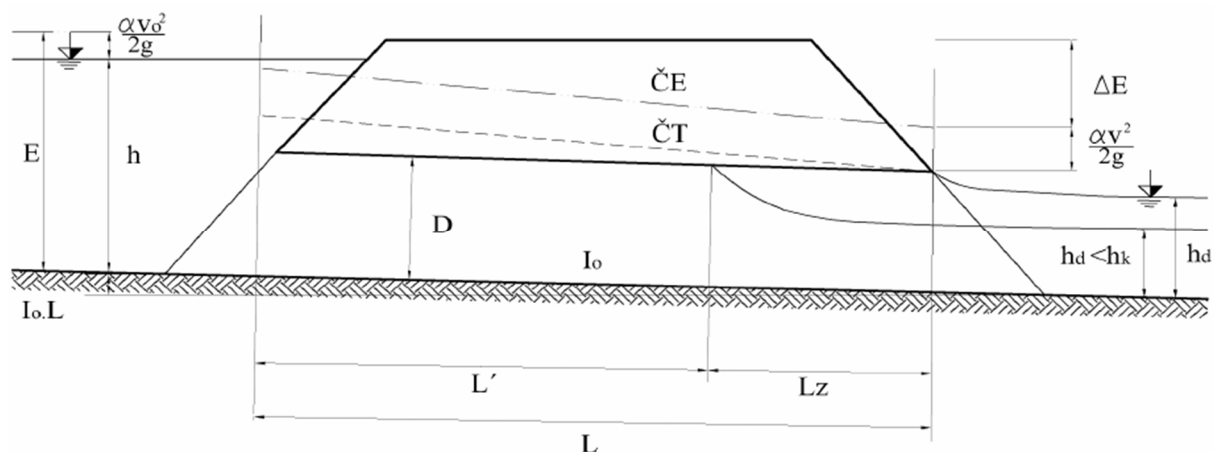
Z hlediska kapacity lze konstatovat, že propustek bez zahlcení vtoku převede pouze průtok nižší než Q_{10} . To však pouze za předpokladu, že výtok není ovlivněn průtokem v toku Vidnávka.

6.2.2 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:

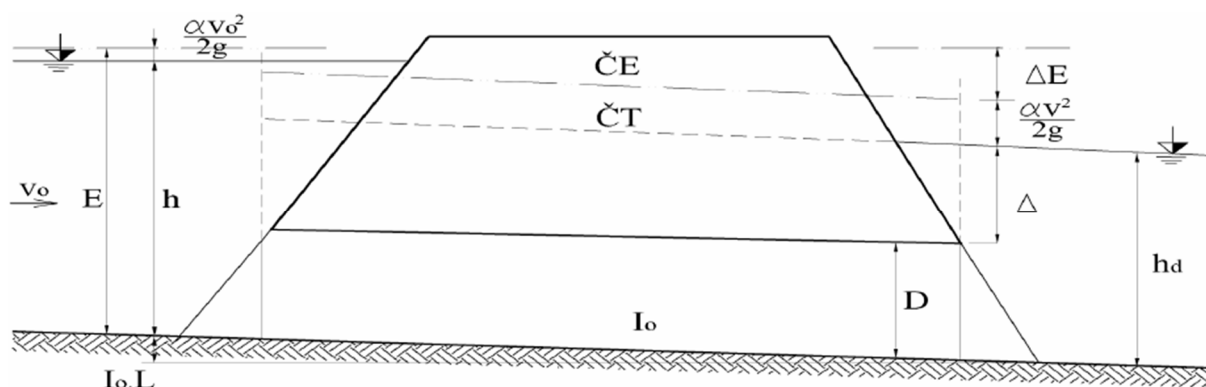
$$E = (I_e - I_o) \cdot L + (1 + \xi) \cdot \frac{v^2}{2g} + D$$



Obrázek 9 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 10 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 míru bezpečnosti, jelikož rychlostní výška tvoří jakousi „bezpečnostní marži“ výpočtu, o hodnotě cca 0,3 m.

Kapacita při neovlivnění dolní vody vzdutím v toku Vidnávká:

Qn	Režim proudění v propustku	h vtok	h vtok
[m3/s]		[m]	[m n.m.]
0.5	Volná hladina	0.30	282.86
1.2	Volná hladina	0.50	283.06
1.7	Volná hladina	0.65	283.21
2.3	Volná hladina	2.70	285.26
2.8	Tlakové proudění	0.86	283.42
3.3	Tlakové proudění	0.95	283.51
4.6	Tlakové proudění	1.34	283.90

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 5,2 m³/s, což je již spíše teoretická hodnota, jelikož tento průtok neumožňuje morfologie terénu před vtokem.

Je zřejmé, že kapacita propustku, resp. bezpečná kapacita propustku je relativně nízká, nicméně s ohledem na předpokládaný přítok dostatečná.

V případě souběhů povodňových průtoků v toku Vidnávka dochází již při Q₂₀ k vyrovnání hladin před a za propustkem a zároveň již dochází k protékání železničního tělesa. Při Q₁₀₀ již dochází k přelití drážního tělesa a neřízenému zaplavení přilehlé inundace.

Z uvedených výpočtů je zřejmé, že v případě souběhu povodňových událostí s dobou opakování 100 let v obou tocích dojde k přelití drážního tělesa, které může vést k jeho porušení. Z hlediska odolnosti železničního náspu je však větší nebezpečí ze strany Vidnávky a to již od průtoku Q₂₀. Kapacita propustku v tomto případě nehraje významnou roli.

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. To se týká zejména navazujícího koryta, které bude nutné udržovat.

6.2.3 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 12-21-02 Obnova propustku, evid. km 18,368 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 koryta dlažbou do betonu, což je z hlediska odolnosti dostačující. Z projektu však není zřejmé rozsah a typ opevnění koryta v navazující trase, kdy souběh koryta opevněného dlažbou do betonu, na které navazuje samotné drážní těleso, nepovažujeme za vhodné.

Doporučujeme odpadní koryto v navazující trase doplnit stabilizačními prahy a ošetřit napojení drážního tělesa na odpadní koryto

7 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

8 Závěr

Na základě hydraulického výpočtu byla stanovena kapacita propustku SO 12-21-02.

Jelikož pro tento profil nejsou známa hydrologická data a teoretické povodí je velice malé není kapacita propustku vztažena k době opakování N-letých průtoků. V případě výrazných srážkových událostech v povodí se předpokládá, že propustek může částečně odlehčit propustku SO 12-21-01 která je již na vodoteči. Samotná kapacita propustku je pro tuto lokalitu dostatečná.

Hlavním problémem je kapacita propustku při souběhu s povodňovým průtokem ve Vidnávce, kdy již při Q_{20} dochází k protékání drážního tělesa. Při těchto stavech již propustek neplní svou funkci, jelikož dochází ke spojení hladin před a za propustkem a dochází k proudění vody přes drážní těleso. Od úrovně Q_{100} již dochází k přelití drážního tělesa a neřízenému zaplavení inundace.