

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vodohospodářská opatření povodí Hajného potoka

Vedoucí diplomové práce: Ing. Adam Vokurka, Ph.D.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bauer, Bc. Jméno: Petr Osobní číslo: 423190
 Zadávající katedra: Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství
 Studijní program: Stavební inženýrství
 Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vodohospodářská opatření povodí Hajného potoka
 Název diplomové práce anglicky: Water management measures of Hajný potok basin

Pokyny pro vypracování:

V rámci své diplomové práce řešte pramenitou část povodí Hajného potoka (ČHP: 1-06-01-060, IDVT: 10276042 Hajný potok), kde díky neuváženému zásahu došlo k rozsáhlé dnové erozi koryta.

V rámci DP proveďte základní průzkum místa, vypočítejte základní parametry odtoku v podpovodí přítoku Hajného potoka, navrhněte možná řešení sanace vzniklé situace.

DP vypracujte jako projektovou dokumentaci ke stavebnímu povolení se zahrnutím základních výpočtů stability koryta, navržených konstrukcí a objektů.

V rámci návrhu technického řešení navrhněte a diskutujte možná řešení, vybrané pak následně zpracujte do výsledné PD DSP.

Součástí PD bude i zaměření daného úseku s projevem nestability koryta.

Seznam doporučené literatury:

vyhláška 499/2006 Sb. ve znění novelání

TNV 75 2102 Úpravy potoků

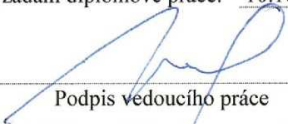
Další potřebná literatura bude specifikována a poskytnuta v rámci zpracování DP

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Adam Vokurka, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 10.10.2018

Termín odevzdání diplomové práce: 6.1.2019

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

10.10.2018
Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 6. 1. 2017

Bc. Petr Bauer

Poděkování

Na prvním místě bych rád poděkoval za odborné rady Ing. Adamu Vokurkovi, Ph.D, vedoucímu mé práce.

Dále také přátelům za veškerou pomoc a morální podporu v těžkých chvílích studia. Velký dík patří i mým rodičům, bez jejichž podpory bych tuto diplomovou práci vůbec nemohl zpracovávat.

Abstrakt

Předmětem této diplomové práce je koncepční vodohospodářské řešení na území o rozloze asi 2,5 ha nacházejícím se v Národním parku Šumava, v okrese Prachatice. Cílem je náprava nevhodných technických opatření provedených na Hajném potoce. V úvodu práce je popsáno zájmové území, dále vypočítán odtok z povodí toku a koncepčně navržen rozdělovací objekt a možné úpravy na trase toku. Další částí práce je návrh možného řešení sanace části Hajného potoka a to v úrovni projektové dokumentace pro stavební povolení. Zde je řešeno zvýšení nivelety vrstvou hutněné zeminy, stabilizování příčných profilů a nově navržené nivelety dna pomocí konstruovaných srubových pasů. Návrh řeší a posuzuje i opevnění dna koryta toku kombinací kamenného záhozu a pohozu, aby byla nová niveleta dna stabilní a nedocházelo dále k prohlubování dna koryta.

Abstrakt

The object of this diploma thesis is conceptual water management solution in the area that is about 2.5 ha, located in the Šumava National Park in the Prachatice district. The goal is to correct the inappropriate technical measures at the Hajný stream. At the beginning of the thesis, the area of interest is described, the runoff from the basin is computed, the splitter and the possible river engineering structures on the river line are conceptually designed. Another part of the thesis is design of possible solution of the renewal of the part of Hajný stream at the level of the documentatnion for the buliding permit. Here is solved elevation of the level line with a layer of compacted soil, stabilization of the cross sections and stabilization of the newly designed level line by the log sleepers. The design also solves and checks channel botom revetment by combining of the riprap and the beaching, so the new bottom level is stable and there is no deepening of the channel.

KLÍČOVÁ SLOVA:

výpočet průtoku, Hajný potok, rozdělovací objekt, zvýšení nivelety dna, srubové pasy, kamenný zához, kamenný pohoz

KEY WORDS:

discharge computation, Hajný stream, splitter, elevation of the level line, log sleepers, riprap, beaching

Obsah

1	Úvod.....	6
2	Mapové podklady.....	7
3	Vodohospodářské řešení zájmového území.....	8
3.1	Cíle diplomové práce	8
3.2	Analýza zájmového území.....	9
3.2.1	Vymezení zájmového území.....	9
3.2.2	Morfologické poměry	10
3.2.3	Klimatické poměry.....	10
3.2.4	Hydrologické poměry	11
3.2.5	Geologické poměry	12
3.2.6	Půdní poměry	13
3.2.7	Chráněná území	15
3.2.8	Využití ploch v povodí.....	15
3.2.9	Terénní průzkum zájmového území.....	16
3.3	Výpočet odtoku z řešené části povodí Hajného potoka	19
3.3.1	Intenzitní metoda (odtokový součinitel dle O. Härtela).....	19
3.3.2	Intenzitní metoda (odtokový součinitel dle F. Hrádka)	20
3.3.3	Výpočet pomocí parametru CN	20
3.3.4	Oblastní vzorec (Dubův).....	21
3.3.5	Objemový vzorec (Čerkašinův)	21
3.3.6	Zhodnocení výpočtů a určení návrhového průtoku	21
3.4	Návrh možných variant vodohospodářského řešení	24
3.5	Koncepční zpracování nevhodnější varianty	26
3.5.1	Zvýšení nivelety poškozeného úseku koryta Hajného potoka.....	26
3.5.2	Rozdělovací objekt.....	26
3.5.3	Úpravy pravého ramene toku.....	30
4	Závěr	31
5	Seznam použité literatury.....	32

1 Úvod

Cílem této diplomové práce je koncepčně navrhnout vhodná vodohospodářská opatření na území o rozloze 2,5 ha, nacházejícím se v Národním parku Šumava, v Jihočeském kraji, okresu Prachatice, asi 2 km od obce Nová Pec. Tímto místem protéká Hajný potok, který se na zadané ploše rozděluje na dvě ramena a ta se v dolní části řešeného území opět stékají. Dnes je pravé rameno toku nevyužíváno a jeho profil postupně zarůstá a levé rameno se vlivem vodní eroze zahloubilo místy o více než 1,2 m. Před samotným koncepčním vodohospodářským řešením bude provedena analýza zájmového území a vypočítány hodnoty odtoků z povodí Hajného potoka.

Hlavním problémem je stávající stav levého ramene Hajného potoka. V druhé části této práce bude zpracován návrh vhodných nápravných opatření poškozeného úseku koryta toku a to na úrovni projektové dokumentace pro stavební povolení. Bude řešen návrh řešení nivelety koryta toku a vhodného opevnění dna, aby nedocházelo k jeho dalšímu zahlubování. Také bude navrženo řešení erozí zahloubeného výmolu vzniklého v horní části poškozeného úseku.

2 Mapové podklady

- Základní mapa České republiky 1: 10 000
- poskytnutá Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním (ČÚZK)
- Geologická mapa
- z webu <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/>
- Půdní mapa
- z webu <https://mapy.geology.cz/pudy/>
- Ortofotomapa (včetně katastrální mapy)
- z webu <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>
- Ortofotomapa (bez katastrální mapy)
- z webu <https://mapy.cz/>

3 Vodohospodářské řešení zájmového území

3.1 Cíle diplomové práce

V nedávné minulosti došlo v dolní části povodí Hajného potoka k několika technickým zásahům, po kterých je pravé rameno Hajného potoka zcela nevyužívané, což způsobilo postupné zarůstání profilu. V úseku levého ramene toku byla vlivem eroze výrazně snížena niveleta koryta, čímž byl vytvořen hluboký příkop snižující hladinu podzemní vody na okolních pozemcích. Cílem první části této diplomové práce bude analýza řešeného území, výpočet odtoku z povodí Hajného potoka a návrh koncepčního řešení výše zmíněných negativních dopadů technických úprav na korytě toku.

V druhé části práce bude zpracován návrh řešení sanace poškozeného úseku levého ramene Hajného potoka v úrovni projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení. Je třeba docílit zvýšení nivelety koryta toku a zvolit vhodné opevnění dna, aby nedocházelo k jeho opětovnému zahlubování.

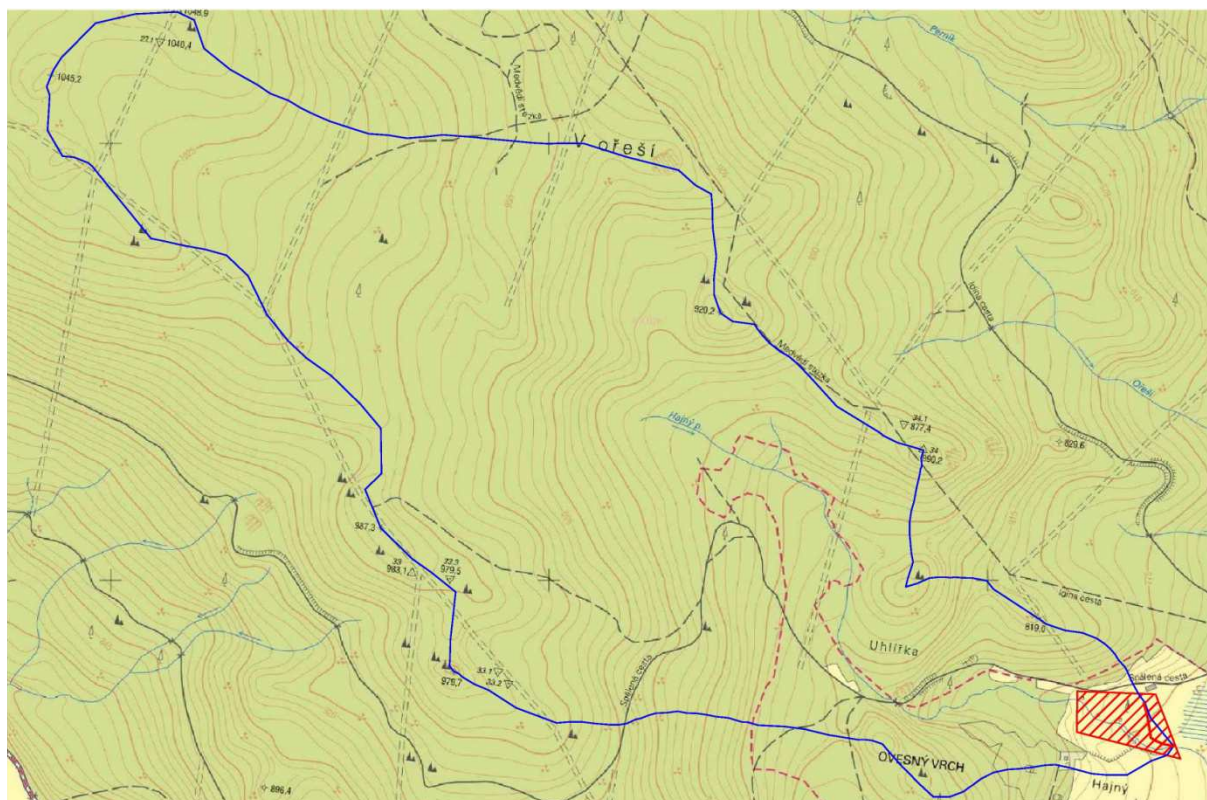
3.2 Analýza zájmového území

3.2.1 Vymezení zájmového území



obr. 3.1 Znárodnění zájmového území. Červená šrafa - plocha zájmového území, žlutě - hranice parcel (Podklad: ortofotomapa + katastrální mapa).

Zájmová oblast leží v Jihočeském kraji, v okresu Prachatice. Náleží katastrálnímu území Nová pec [705225]. Jedná se o louku s několika vzrostlými stromy (smrky, olše, břízy) na území Národního parku Šumava. Řešené území nacházející se pod cestou vedoucí od železniční stanice Ovesná do obce Jelení, má tvar lichoběžníku o ploše cca 2,5 ha. Správcem Hajného potoka je správa Národního parku Šumava. (1)



3.2.1 Znárodnění řešené části povodí Hajného potoka; (Podklad: Základní mapa 1:10 000), modře - hranice řešené části povodí Hajného potoka, červeně - území, na kterém bude zpracováno koncepční vodohospodářské řešení.

Zájmové území se nachází v dolní části povodí Hajného potoka. Řešená část povodí Hajného potoka má protáhlý tvar směřující od vrcholu Perník na jihovýchod až k uzávěrovému profilu na dolní hranici řešeného území. Hajný potok dále pokračuje asi 1,0 km jihovýchodně, kde se vlévá do Vltavy.

3.2.2 Morfologické poměry

Povodí Hajného potoka má výrazně protáhlý tvar, jeho plocha je 1,855 km². Nejvyšším bodem povodí je vrch Perník s kótou 1048,9 m n. m., nejnižší bod řešené části povodí je v uzávěrový profil umístěný na hranici řešeného území, který má kótu 744 m n. m.. Střední šířka povodí je 0,55 km, délka potoka 2,84 km a střední sklon povodí je 10,8 %. Lesnatost řešené části povodí je 95 %, zastoupení luk je 5 % plochy povodí.

3.2.3 Klimatické poměry

Charakteristiky klimatických oblastí ČR dle Quitta (*Quitt, 1971*) řadí zájmové území do mírně teplé oblasti, konkrétně MT7. (2)

Následující tabulka uvádí klimatické charakteristiky oblasti (3):

klimatická charakteristika	MT7
počet letních dní	30 - 40
počet ledových dní	40 - 50
průměrná teplota v lednu	-2 až -2
průměrná teplota v červenci	16 až 17
Průměrná teplota v dubnu	6 až 7
průměrná teplota v říjnu	7 až 8
počet dnů se srážkami alespoň 1 mm	100 - 120
srážkový úhrn ve vegetačním období mm	400 - 450
srážkový úhrn v zimním období mm	250 - 300
počet dnů se sněhovou příkrývkou	60 - 80
počet dní jasných	120 - 150
počet dní zatažených	40 - 50

Průměrné měsíční teploty pro Jihočeský kraj podle ČHMÚ pro rok 2017 (4):

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Ø teplota (°C)	-5,4	1,1	5,5	6,4	13,4	18,2	18,2	18,2	11,2	9,3	3,2	0,3

3.2.4 Hydrologické poměry

Řešené území přísluší hydrologicky do oblasti povodí Vltavy, číslo hydrologického pořadí 1-06-01-060 (5). Řešená oblast se týká pouze části povodí Hajného potoka a to v ř. km 1,050 – 1,232.

Celková rozloha povodí ke zvolenému uzávěrovému profilu, kde je začátek řešeného úseku Hajného potoka, je 1,855 km².

Struktura vodopisné sítě Hajného potoka (odměřeno ze ZM10):

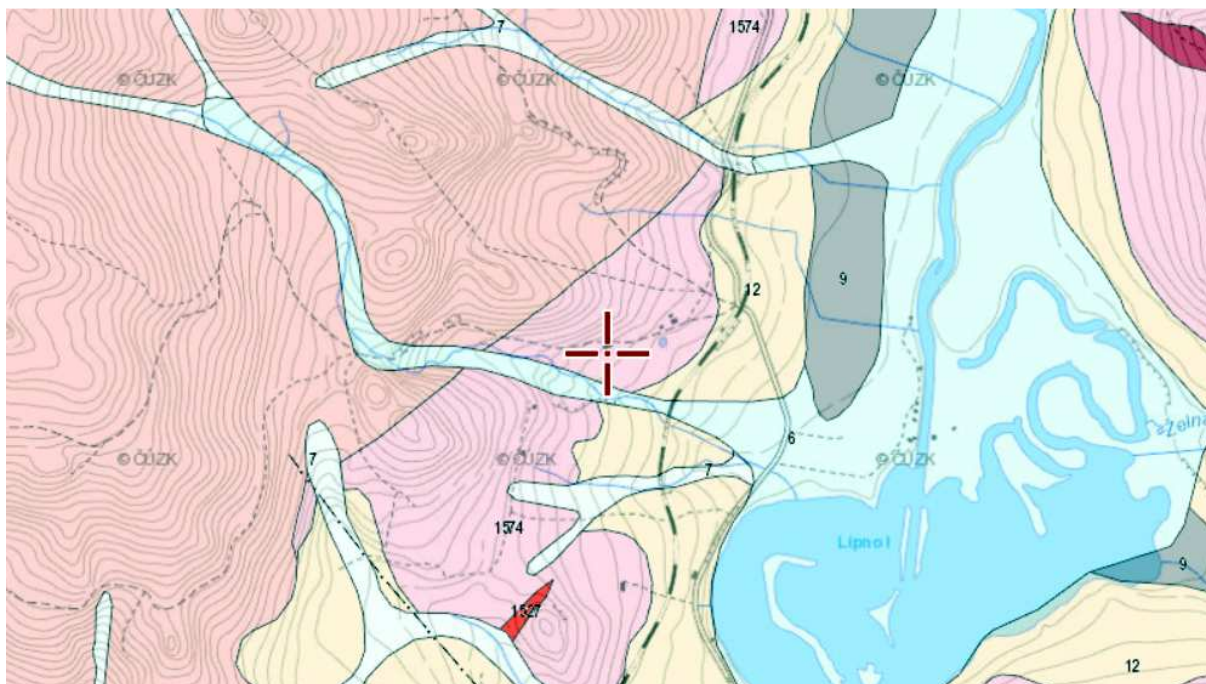
Prvek vodopisné sítě	Zaústění		Délka km
	km	břeh	
Označení			
Hajný potok			2,800
Přítok P1	0,670	zprava	0,615
Levé rameno toku	1,050	zleva	0,225
Přítok P2	2,470	zleva	0,130
Povodí Hajného potoka celkem			3,770

- vodní tok: Hajný potok
- IDVT: 10276042 (5)
- plocha povodí: 1,855 km²
- ČHP: 1-06-01-060 (5)

N-leté průtoky (Q_N) v m^3/s vypočítané intenzitní metodou v kapitole 3.3:

Q_1 [m^3/s]	Q_2 [m^3/s]	Q_5 [m^3/s]	Q_{10} [m^3/s]	Q_{20} [m^3/s]	Q_{50} [m^3/s]	Q_{100} [m^3/s]
0.82	1.23	1.89	2.71	3.86	5.74	8.20

3.2.5 Geologické poměry



obr. 3.2.2 Geologická mapa řešeného povodí a blízkého okolí (Podklad: geologická mapa)

Z geologického hlediska náleží řešené území k soustavě Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity (kvartér), severní část do soustavy Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, do oblasti moldanubická (moldanubikum), region: magmatity v moldanubiku, jednotka: moldanubický pluton

Kenozoikum - kvartér

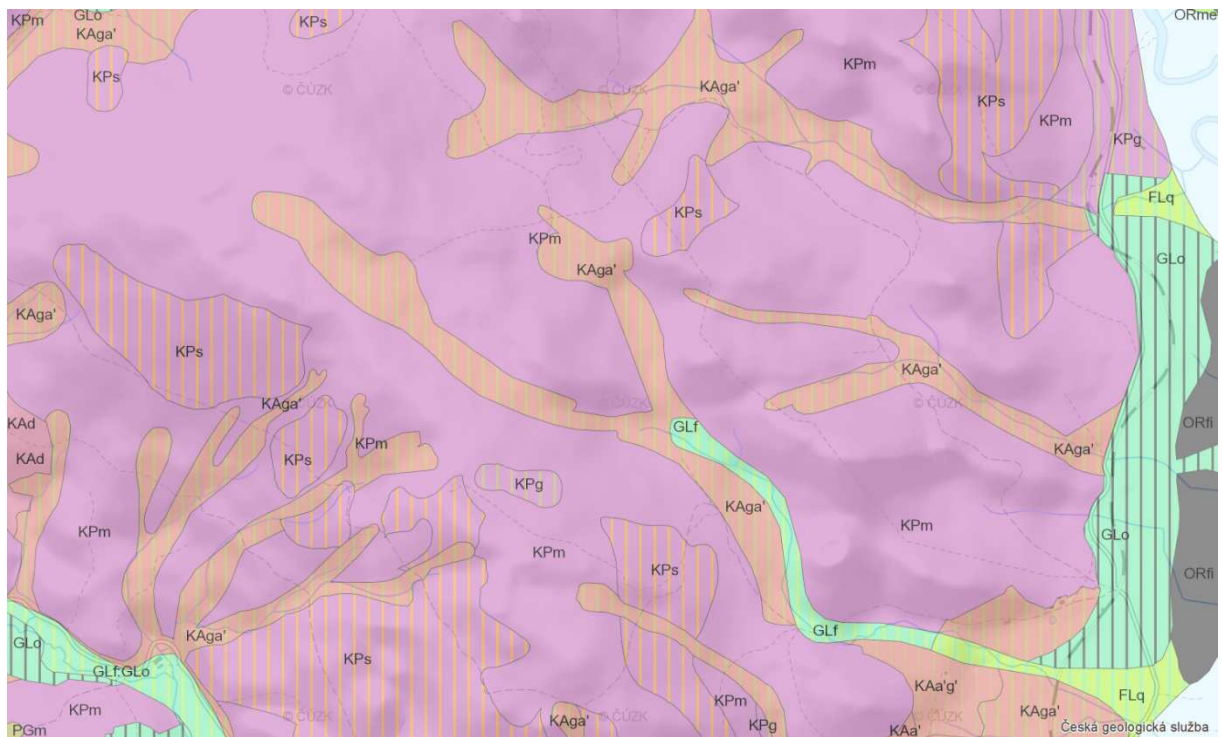
- nivní sediment [ID: 6] Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: hlína, písek, štěrk, Typ hornin: sediment nezpevněný, Zrnitost: hlína, písek, štěrk, Poznámka: inundovaný za vyšších vodních stavů
- písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment [ID: 12] Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Horniny: písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment, Typ hornin: sediment nezpevněný, Mineralogické složení: pestré, Zrnitost: písčito-hlinitá až hlinito-písčitá, Barva: různá, Poznámka: často polygenetické

Paleozoikum - karbon

- tektonizovaný granit [ID: 1574] Eratém: paleozoikum, Útvar: karbon, Horniny: granit tektonizovaný, Typ hornin: magmatit hlubinný, Mineralogické složení: muskovit, biotit, granát, turmalin, Zrnitost: drobnozrnná až středně zrnitá,

Převládajícím typem půd v zájmovém území jsou kambizemě kyselá. Ve vyšších polohách (severní část území) se nacházejí kambizemě districké.

3.2.6 Půdní poměry



obr. 3.2.3 Mapa půdních druhů (zdroj: <https://mapy.geology.cz/pudy/>); GLf - glej fluvický, FLq - fluvizem glejová, KAg'a' - kambizem oglejená mesobazická, KPM - kryptopodzol modální, KPs - kryptopodzol rankerový, KPG - kryptopodzol oglejený, GLo glej histický, KAa'g' kambizem mesobazická slabě oglejená

V zájmovém území tvoří nivní oblast Hajného potoka fluvizem glejová a její okolí kambizem oglejená mesobazická a kambizem mesobazická slabě oglejená. Dále proti směru toku tvoří nivní oblast toku glej fluvický a její okolí kambizem oglejená mesobazická a kryptopodzol modální. Ve vyšších oblastech povodí Hajného potoka je podloží tvořeno také kryptopodzolem modálním a to hlavně ve svažitéjších oblastech, v těch rovinnatějších potom kambizem oglejená mesobazická. Poslední dva jmenované druhy se vyskytují na většině území povodí Hajného potoka.

Kryptopodzol

Vyznačuje se nízkou objemovou hmotností (nižší než 1,0 g.cm⁻³) a vysokou kyprostí díky tvorbě zaoblených mikroagregátů, vzniklých stmelěním částic jílu a prachu.

Humusovou formou je nejčastěji mor a přechody k moderu. Jsou to půdy silně kyselé (VM nižší než 35 %). Dochází zde k tvorbě sekundárního chloritu. Půdy obsahují velké množství Al s velmi výrazným uvolněním volných oxidů Fe a Al.

Vytvářejí se v horských podmínkách v krycím a v hlavním souvrství přemístěných zvětralin lehčího zrnitostního složení (žul, pískovců apod.), zčásti v pískách nižších poloh. Vyskytují se v chladných a vlhkých oblastech v 7-8 výškovém stupni. Horské kryptopodzoly jsou charakterizovány perudickým vodním a frigidním teplotním režimem. (6)

Kambizem

Půdy s kambickým hnědým (braunifikovaným) horizontem, vyvinutém převážně v hlavním souvrství svahovin magmatických, metamorfických a sedimentárních hornin, ale i jim odpovídajících souvrstvích, např. v nezpevněných lehčích až středně těžkých sedimentech.

Vyskytují se hlavně na území pahorkatin, vrchovin a hornatin, méně pak (sypké substráty) v rovinatém reliéfu. Protože tyto půdy vznikají z tak velkého množství substrátů, jsou velmi rozmanité i z hlediska trofismu, zrnitosti a skeletovitosti, při uplatnění více či méně výrazného profilového zvrstvení zrnitosti, skeletovitosti, dále pak i chemických (biogenní prvky, stopové potenciálně rizikové prvky) a fyzikálních vlastností (ulehlost bazálního souvrství, ovlivňující laterální pohyb vody v krajině). V hlavním souvrství dochází obecně k posunu zrnitostního složení do střední kategorie v relaci k bazálnímu souvrství, k čemuž přispívá i jejich obohacení prachem.

Půdy se vyskytují v širokém rozmezí klimatických a vegetačních podmínek. Vyznačují se mesickým až frigidním teplotním a udickým až perudickým hydrickým režimem.

Podle specifických substrátových, klimatických a vegetačních podmínek se u kambizemí vyskytují veškeré formy nadložního humusu. Kromě horizontu Ah může vznikat i melanický, umbrický i andický humusový horizont, určujícího variety až subtypy kambizemí. V chladnějších a humidnějších oblastech se obsah humusu v ornících pohybuje v rozmezí 1-6%. Spolu s tím se při narůstání acidifikace snižuje poměr HK : FK, zvyšuje podíl slaběji vázaných HK a volných agresivních FK, migrujících do horizontu Bv a zvyšuje se barevný kvocient Q4/6 jako indikátor slabé kondenzace humusových látek. Množství a kvalita humusu narůstá od nejlehčích k těžším půdám a půdám z eutrofních substrátů.

Široká škála substrátů a klimatických podmínek ovlivňuje i v nasycenost sorpčního komplexu. Podle nasycenosti VM v horizontu Bv můžeme půdy zařadit k eu- (VM > 60 %), meso – (60-35%) až oligobázickému (< 35 %) stadiu. V diagnostice těchto stadií nám pomáhá nasycenost sorpčního komplexu výměnným hliníkem. (6)

Glej

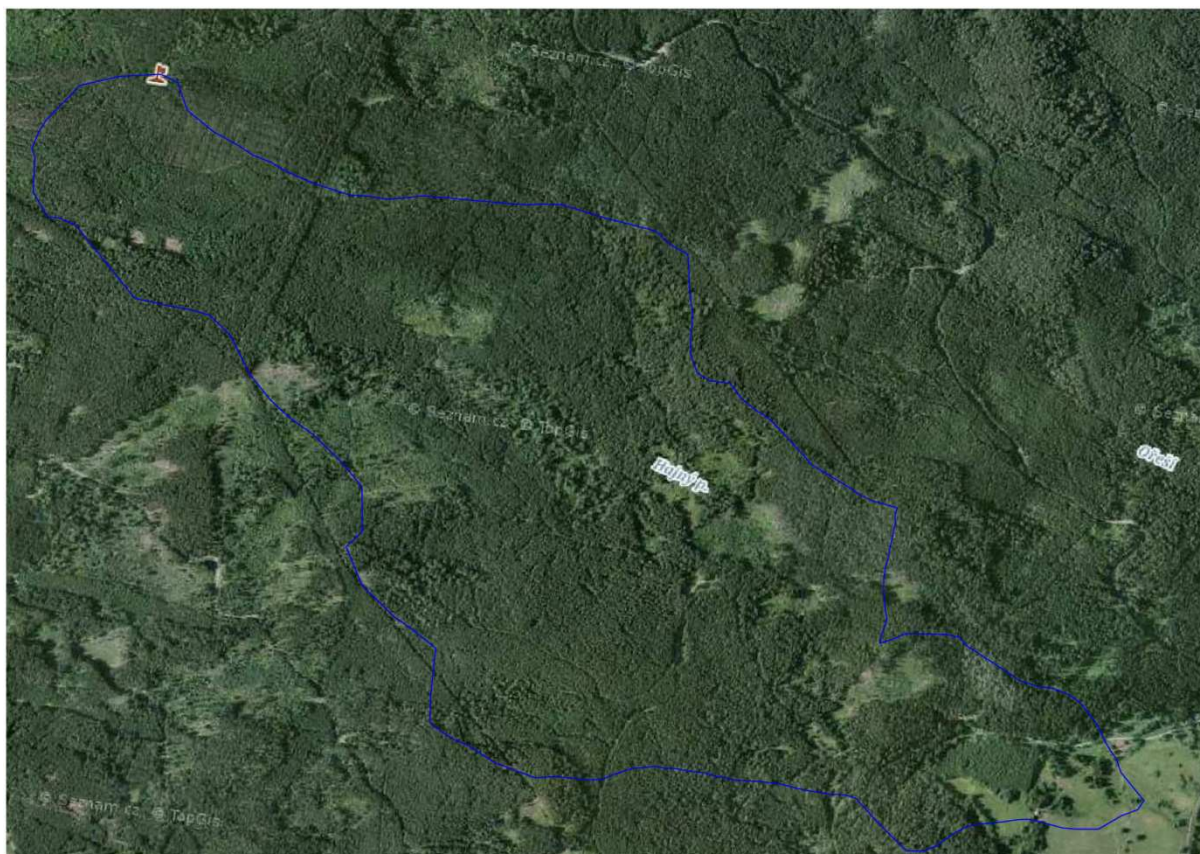
Půdy charakterizované reduktomorfním glejovým diagnostickým horizontem a zrašeliněnými horizonty akumulace organických látek. Podle mocnosti a hloubky výskytu výrazně redukovaného horizontu Gr, glejových horizontů s oxidovanými partiemi a event. znaků hydroeluviování, také podle vývoje hydrogenních až holorganických hydrogenních horizontů, identifikujeme rozdíly ve vodním režimu, ke kterému vývoj půdy dospěl. Podle znaků tohoto vývoje rozeznáváme subtypy. (6)

3.2.7 Chráněná území

Hajný potok se nachází v Národním parku Šumava – řešené území je v zóně III, část od pramene přibližně do poloviny délky toku v zóně II.

Zájmové území je součástí ptačí oblasti, zároveň je to evropsky významná lokalita. Řadí se také do jádrového území Evropské ekologické sítě (ECONET). (2)

3.2.8 Využití ploch v povodí



3.2.4 Znárodnění využití ploch v povodí Hajného potoka; modře - hranice řešeného povodí, (Podklad: ortofotomapa)

Téměř celé povodí Hajného potoka k uvažovanému závěrovému profilu je tvořeno zalesněným územím Národního parku Šumava. Těmito pozemky je vedena pouze jedna lesní cesta a místy se objevují nezalesněné zatravněné plochy malého rozsahu.

3.2.9 Terénní průzkum zájmového území

Dne 3. 11. 2018 byl proveden terénní průzkum zadané oblasti. Došlo k obchůzce řešené lokality, byl zhodnocen stávající stav vodního toku a jeho okolí a byla pořízena potřebná fotodokumentace.



3.2.5 Pohled na dům č. p. 14 a příjezdovou cestu.



3.2.6 Přítok Hajného potoka ze zalesněného území k místu rozdělení toku.

Bylo zjištěno, že se Hajný potok asi 40 m od hranice lesa rozděluje na dvě ramena a že je pravé rameno zahrazeno zemní hrázkou. Díky ní je celý průtok Hajného potoka směřován do levého ramena toku. Kvůli tomu je dnes pravé rameno toku nevyužíváno a postupem času zarůstá.



3.2.7 Zemní hrázka v místě rozdělení Hajného potoka zamezující vtoku vodoteče do pravého ramene toku.



3.2.8 Nevyužívané pravé rameno Hajného potoka.

U domu č. p. 14 je uměle vytvořená tůň, na niž navazuje erozí poškozený úsek levého ramene Hajného potoka. V horní části tohoto úseku je vytvořený výmol široký v koruně v nejširším místě až 4-5 m. Dalších asi 60 m pokračuje přímý úsek.



3.2.9 Uměle vytvořená tůň u domu č. p. 14



3.2.10 Pohled po vodě na začátku řešeného úseku Hajného potoka. V přední části výmol vytvořený vlivem eroze, dále pokračuje technicky upravené a později erozí prohloubené koryto.

Asi 50 m od začátku poškozeného úseku se do jeho levého břehu napojuje stužka vedoucí od domu č. p. 14. Ta je výrazně mělkčí než koryto samotného toku.



7. Levobřežní přítok do řešeného úseku.



8. Levobřežní přítok do řešeného úseku.

Přímý úsek se místy snižuje až na hloubku větší než 1,2 m. Na této výšce se zahlubování zastavilo díky větší skeletovitosti podloží. Na přímý úsek navazuje levostranný oblouk.



9. Výrazně zahloubená část řešeného úseku Hajného potoka.



10. Řešený úsek focený z vrcholu jeho oblouku směrem proti toku.

V levostranném oblouku dochází k opětovnému soutoku obou ramen Hajného potoka. Následuje další přímý úsek, ve kterém už potok není tak výrazně zahlouben a jeho niveleta se zvyšuje. Tok směřuje ke dvěma olším, kterým se levostranným obloukem vyhne a pokračuje dalším přímým úsekem.



11. Soutok pravého a levého ramene Hajného potoka .



12. Řešený úsek focený z vrcholu jeho oblouku po směru toku.

3.3 Výpočet odtoku z řešené části povodí Hajného potoka

Součástí zadání této diplomové práce je výpočet průtoku, se kterým se bude uvažovat při návrhu jednotlivých vodohospodářských opatření v zadané oblasti. Část povodí Hajného potoka, ze které je srážková voda svedena do řešeného území, je relativně malá - 1,855 km². U takto malých povodí je více možností, jak vypočítat hodnoty odtoků. V této kapitole budou počítány pěti různými způsoby. Dvakrát intenzitní metodou s rozdílným určením odtokového součinitele, pomocí parametru CN, na základě oblastního vzorce (Dubova) a s využitím objemového vzorce (Čerkašinoва). Na základě porovnání vypočítaných hodnot bude určen výsledný návrhový průtok.

U vzorců, kde byly k výpočtu potřebné náhradní intenzity návrhové srážky, byly využity hodnoty z programu DES_RAIN (autoři: Vaššová D., Kovář P.) (7), které jsou vypočítány ze srážkových úhrnů konkrétních srážkoměrných stanic. V případě Hajného potoka šlo o hodnoty ze stanice „Nová Pec, Želnavské Myslivny“.

Nejprve bylo potřeba určit na délku a dobu opakování návrhového deště.

Délka návrhového deště byla určena 70 min na základě výpočtu doby koncentrace řešeného povodí podle vzorce z komentáře k ON 48 2506 (8):

Délka dráhy vody - L [m]	3460
Rychlost stékání vody v povodí - v _s [m/s]	0,84
Doba trvání kritického deště - t _d [min]	69

$$t_d = \frac{L}{60 \times v_s} = \frac{3460}{60 \times 0,84} = 69$$

Ve výpočtu maximálního odtoku z povodí bude počítáno se 100letým srážkovým úhrnem.

3.3.1 Intenzitní metoda (odtokový součinitel dle O. Härtela)

Intenzitní metoda spočívá v redukci srážkové intenzity odtokovým součinitelem. Ten byl v tomto výpočtu byl počítán podle O. Härtela (8):

Součinitel délky údolí zasaženého deštěm - O ₁ [-]	1,00
Součinitel vlivu zalesnění - O ₂ [-]	0,60
Součinitel sklonitosti území - O ₃ [-]	0,57
Součinitel vlivu propustnosti půdy - O ₄ [-]	0,80
Odtokový součinitel - φ [-]	0,27

$$\varphi = o_1 \times o_2 \times o_3 \times o_4 = 1 \times 0,6 \times 0,57 \times 0,8 = 0,27$$

Plocha povodí - P [m ²]	1 854 876
---	-----------

Náhradní intenzita deště - i_N [m/s] 0,00001617 (pro 70minutový déšť s dobou opakování 100 let)

Návrhový průtok - Q_{max} [m³/s] **8,20**

$$Q_{max} = \varphi \times i_N \times P = 0,27 \times 0,00001617 \times 1\,854\,876 = 8,20$$

3.3.2 Intenzitní metoda (odtokový součinitel dle F. Hrádka)

Stejně jako v prvním případě se jedná o intenzitní metodu, je však zvolen jiný způsob výpočtu součinitele odtoku. V tomto případě byl odečten z tabulky v komentáři k ON 48 2506 (1977), kde se určuje podle průměrného sklonu povodí - 10,8 %, hospodářského využití pozemků v povodí - louky, lesy a určení, zda jsou půdy v povodí lehké, středně těžké nebo těžké - středně těžké (8):

Náhradní intenzita deště - i_N [m³/(s×km²)] 16,17 (pro 70minutový déšť s dobou opakování 100 let)

Plocha povodí - P [km²] 1,85

Odtokový součinitel - φ [-] 0,22

Návrhový průtok - Q_{max} [m³/s] **6,60**

$$Q_{max} = \varphi \times i_N \times P = 0,22 \times 16,17 \times 1,85 = 6,60$$

3.3.3 Výpočet pomocí parametru CN

Pro výpočet touto metodou bylo uvažováno se stejným návrhovým deštěm jako v kapitolách 3.3.1 a 3.3.2 - 70minutový déšť s dobou opakování 100 let. Objem srážek je převeden na objem odtoku z plochy povodí pomocí hodnoty parametru CN. Tato čísla jsou závislá na vlhkosti půdy, resp. indexu předchozích srážek (IPS) - pro návrh bylo uvažováno střední nasycení vodou (IPS II). Dále na hydrologických vlastnostech půd a hospodářském využití půdy. (10) Na základě zjištěných kódů BPEJ (Bonitovaná půdně ekologická jednotka) byla půda v povodí Hajného potoka zařazena do skupiny B (1). Podle ortofotomapy bylo určeno, že je řešená oblast povodí potoka využívána z 95 % jako les a z 5 % jako louka. Váženým průměrem byla vypočítána hodnota parametru CN na 55,3. Následně byla vypočítána potenciální retence povodí. Ta byla dosazena do vzorce pro přímý odtok a po zjištění jeho hodnoty byl vypočítán a výsledný odtok z povodí.

Hodnota parametru - CN [-] 55,3

Potenciální retence - A [mm] 205

$$A = 25 \times \frac{1000}{CN - 10} = 25 \times \frac{1000}{55,3 - 10} = 205$$

Přímý odtok - H_0 [mm] **3,1**

$$H_0 = \frac{(H_5 - 0,8 \times A)^2}{H_5 + 0,8 \times A} = \frac{(67,8 - 0,8 \times 205)^2}{67,8 + 0,8 \times 205} = 3,1$$

Plocha povodí - P [km²] 1,85

Výsledný odtok - Q₅ [m³/s] **1,36**

$$Q = \frac{\frac{H_0}{1000} \times 1,85 \times 1000000}{70 \times 60} = \frac{\frac{3,1}{1000} \times 1,85 \times 1000000}{70 \times 60} = 1,36$$

3.3.4 Oblastní vzorec (Dubův)

Tento oblastní vzorec slouží ke stanovení maximálního odtokového množství z povodí. Použitý koeficient a exponent závisí na klimato-geografické charakteristice oblasti - odečteno z tabulky v komentáři k ON 48 2506 (1977) (8):

Oblastní koeficient - A [-] 6,00

Oblastní exponent - n [-] 0,45

Plocha povodí - S_p [-] 1,85

Maximální odtok - Q_{max} [m³/s] **8,43**

$$Q_{\max} = A \times S_p^{1-n} = 6 \times 1,85^{1-0,45} = 8,43$$

3.3.5 Objemový vzorec (Čerkašínův)

Touto metodou je stejně jako při využití oblastního vzorce vypočítána hodnota maximálního odtoku z povodí. Výpočet byl řešen podle vzoru v komentáři k ON 48 2506 (1977) (8). Objemový součinitel toku byl určen z mapy izolinií, průměrná rychlost dobíhání byla odečtena z grafu závislého na průměrném sklonu a procentu zalesnění povodí a součinitel ψ byl zjištěn z grafu na základě poměru druhé mocniny délky povodí a plochy povodí.

Objemový součinitel odtoku - C_{obj} [-] 0,80

Průměrná rychlost dobíhání - v [m/s] 0,90

Součinitel - ψ [-] 1,5

Plocha povodí - P [km²] 1,85

Délka údolnice povodí - L [km] 3,46

Maximální odtok - Q_{max} [m³/s] **9,61**

$$Q_{\max} = \frac{24,7 \times C_{\text{obj}} \times \sqrt[3]{v^2} \times F}{\psi \times \sqrt[3]{L^2}} = \frac{24,7 \times 0,8 \times \sqrt[3]{0,9^2} \times 1,85}{1,5 \times \sqrt[3]{3,46^2}} = 9,61$$

3.3.6 Zhodnocení výpočtů a určení návrhového průtoku

V následující tabulce jsou zobrazeny výsledky výše provedených výpočtů

Použitá metoda	Výsledný průtok
Intenzitní metoda (odtokový součinitel dle O. Härtela)	$Q_{\max} = 8,20 \text{ [m}^3/\text{s]}$
Intenzitní metoda (odtokový součinitel dle F. Hrádka)	$Q_{\max} = 6,60 \text{ [m}^3/\text{s]}$
Výpočet pomocí parametru CN	$Q_{\max} = 1,36 \text{ [m}^3/\text{s]}$
Oblastní vzorec (Dubův)	$Q_{\max} = 8,43 \text{ [m}^3/\text{s]}$
Objemový vzorec (Čerkašinův)	$Q_{\max} = 9,61 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Po porovnání výsledných průtoků je patrné, že se výsledek výpočtu pomocí parametru CN výrazně liší od ostatních. Je cca 6× nižší než vypočtené hodnoty maximálních průtoků zbylými metodami. Je to pravděpodobně způsobeno tím, že tato metoda přiřazuje zalesněným plochám příliš vysoký koeficient snižující přímý odtok z povodí, a proto se nehodí pro výpočty, kde je tak výrazné zalesnění, velký sklon a malá plocha povodí jako v zadaném případě. Z toho důvodu se už dále k tomuto výsledku při určování návrhového průtoku nebude přihlížet.

Další čtyři metody se výrazně neliší. Nepatrně nižší hodnota výsledného průtoku vychází intenzitní metodou s výpočtem odtokového součinitele dle F. Hrádka a naopak vyšší hodnota vychází objemovým vzorcem (Čerkašinův). Tyto rozdíly jsou dány nastavením hodnot zadávaných součinitelů.

Nejvěrohodnější se zdají být intenzitní metoda s výpočtem odtokového součinitele dle O. Härtela a Oblastní vzorec (Dubův). Ačkoliv mají různé návrhové parametry, vycházejí téměř totožné výsledné hodnoty. Z těchto dvou postupů bude pro stanovení návrhového průtoku vybrána intenzitní metoda, protože množstvím vstupních parametrů zadávaných při výpočtu, lépe popisuje zadané povodí.

Na základě vypočítaného 100letého průtoku byly dopočítány i průtoky nižší periodicity (8):

Přepočítací koeficient - a_n [-]

N-letý průtok - Q_n [m^3/s]

100-letý průtok - Q_{100} [m^3/s]

$$Q_n = Q_{100} \times a_n$$

Přepočítací koeficienty pro svažitá zalesněná povodí jsou:

a_1	a_2	a_5	a_{10}	a_{20}	a_{50}
0.1	0.15	0.23	0.33	0.47	0.7

Po dosazení do vzorce dostaneme výsledné N-leté průtoky:

Q ₁ [m ³ /s]	Q ₂ [m ³ /s]	Q ₅ [m ³ /s]	Q ₁₀ [m ³ /s]	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₅₀ [m ³ /s]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]
0.82	1.23	1.89	2.71	3.86	5.74	8.20

V následujícím výpočtu bude zjištěn kapacitní průtok stávajícího koryta Hajného potoka.

Kapacitní průtok byl vypočítán pomocí Manningovy rovnice (11):

Hloubka - y [m] 0,50

Šířka ve dně - b [m] 0,50

Průtočná plocha - S [m²] 0,25

Omočený obvod - O [m] 1,50

Hydraulický poloměr - R [m] **0,17**

$$R = \frac{S}{O} = \frac{0,25}{1,5} = 0,17$$

Sklon - i [-] 0,04

Manningův drsnostní součinitel - n [s/m^{0,33}] 0,035

Rychlost proudění - v [m/s] **1,73**

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,035} \times 0,17^{\frac{2}{3}} \times 0,04^{\frac{1}{2}} = 1,73$$

Výsledný průtok - Q [m³/s] **0,433**

$$Q = v \times S = 1,51 \times 0,14 = 0,433$$

Určení výsledného návrhového průtoku:

Dle ČSN 73 6820 je doporučený návrhový průtok pro úpravy na tocích doporučován 2 - 5letý (12). Výpočtem byl 2letý průtok Hajného potoka v řešené oblasti stanoven na hodnotu 1,23 m³/s. Kapacitní průtok koryta je však nižší - 0,43 m³/s. Zkapacitnění koryta by znamenalo jeho prohloubení, rozšíření nebo výstavbu podélných hrází. Protože se však zájmové území nachází v Národním parku Šumava, nejsou zde takové úpravy žádoucí. Naopak je snaha zachovat přírodní ráz krajiny a nezasahovat do ní výraznými technickými opatřeními. Z toho důvodu **bude dále jako návrhový uvažován kapacitní průtok koryta Hajného potoka - 0,43 m³/s**. Při vyšších průtocích dojde k plošným rozlivům.

3.4 Návrh možných variant vodohospodářského řešení

Při terénním průzkumu bylo zjištěno, že je do řešeného úseku (původně označovaném jako levobřežní přítok Hajného potoka) sveden téměř veškerý průtok z toku. Je tak učiněno v místě, kde se potok rozdvojuje - asi 150 m severozápadně od porušeného koryta. Pravé rameno bylo přehrazeno zemní hrázkou (obr. 3.4.1). Tím bylo toto koryto prakticky odstaveno a dnes již neplní svoji funkci (obr. 3.4.2).



obr. 3.4.1 Zemní hrázka zahrazující pravé rameno Hajného potoka.



obr. 3.4.2 Pravé rameno Hajného potoka - dnes nevyužívané.



obr. 3.4.3 Schéma zobrazující trasu Hajného potoka. černě - trasa toku, fialově - trasa pravého ramene toku, modře - trasa levého ramene toku, žlutě - hranice parcel (Podklad: ortofotomapa + katastrální mapa)

Byly navrženy tři varianty řešení:Varianta č. 1

Místo, kde se Hajný potok rozděluje na dvě ramena, se nechá ve stávajícím stavu - tzn. vytvořená hrázka zamezující svedení jakýchkoliv průtoků do pravého ramene toku, zůstane v původním stavu a bude se řešit pouze sanace poškozeného koryta. Tato varianta zajišťuje celoroční průtok levým ramenem Hajného potoka, avšak pravé rameno zůstane nadále nevyužité.

Varianta č. 2

Zahrazení levého ramene toku. Tím by byly veškeré průtoky z Hajného potoka svedeny do pravého dnes nevyužívaného ramene. Zahrazení může být řešené zasypáním několika metrů koryta od místa rozdělení. Po vhodné sanaci poškozené části toku by celé levé rameno fungovalo jako levobřežní přítok Hajného potoka. Bylo by dotováno vodami ze svého povodí - povrchovou vodou při srážkových událostech a pramenními vývěry.

Varianta č. 3

Odstranění stávající hrázky zamezující tok vody do pravého ramene Hajného potoka a na tomto místě vybudování rozdělovacího objektu, který by zajistil svedení části průtoků do obou ramen toku. Navržením řešení vedoucí k navrácení poškozeného úseku koryta toku do původního stavu - před zahloubením vlivem zpětné eroze.

3.5 Konceptní zpracování nejvhodnější varianty

Za nejvhodnější byla vybrána varianta č. 3. Jako jediná zajišťuje průtok v obou ramenech Hajného potoka, čímž bude docíleno rozmanitějšího prostředí v dané lokalitě a bude zajištěno více potenciálních stanovišť pro různé druhy živočichů. Touto variantou bude také docíleno dotování vodou a navýšení hladiny podzemní vody na větší ploše řešeného území. Další výhodou je, že vybudování rozdělovacího objektu umožňuje řízené rozdělení poměru průtoků v obou ramenech toku.

3.5.1 Zvýšení nivelety poškozeného úseku koryta Hajného potoka

Řešení vyměření koryta levého ramene Hajného potoka je podrobně řešeno v druhé části této diplomové práce - na úrovni projektové dokumentace pro stavební povolení. Je navrženo zvýšení nivelety dna koryta hutněnou zeminou na určitou úroveň a jeho následné opevnění kompaktní vrstvou kamenného záhozu z lomového kamene min. velikosti 250 mm (1/3 plochy dna) a kamenného pohozu frakce 32-64 mm (2/3 plochy dna). Stabilizování úrovně nivelety dna je zajištěno sedmi stabilizačními pasy, z nichž je jeden kamenný a šest srubových z dřevěných kuláčů.

V levostranném oblouku je pravý náporový břeh opevněn kamenným záhozem s urovnáním líce z lomového kamene min. velikosti 250 mm. Tato rovnanina bude a na konci opevněného úseku zapřena do kamenného stabilizačního pasu.

Vytvořený výmol v horní části řešeného úseku bude stabilizován mezi dvěma srubovými stabilizačními pasy, čímž v tomto místě vznikne průtočná tůň. Pasy budou z vnitřní strany, směrem do výmolu, zatíženy kamennou rovnaninou, pomocí které bude i vytvořen plynulý přechod z úrovně nivelety koryta toku na nižší úroveň dna tůně. To bude opevněno vrstvou kamenného pohozu frakce 32-64 mm.

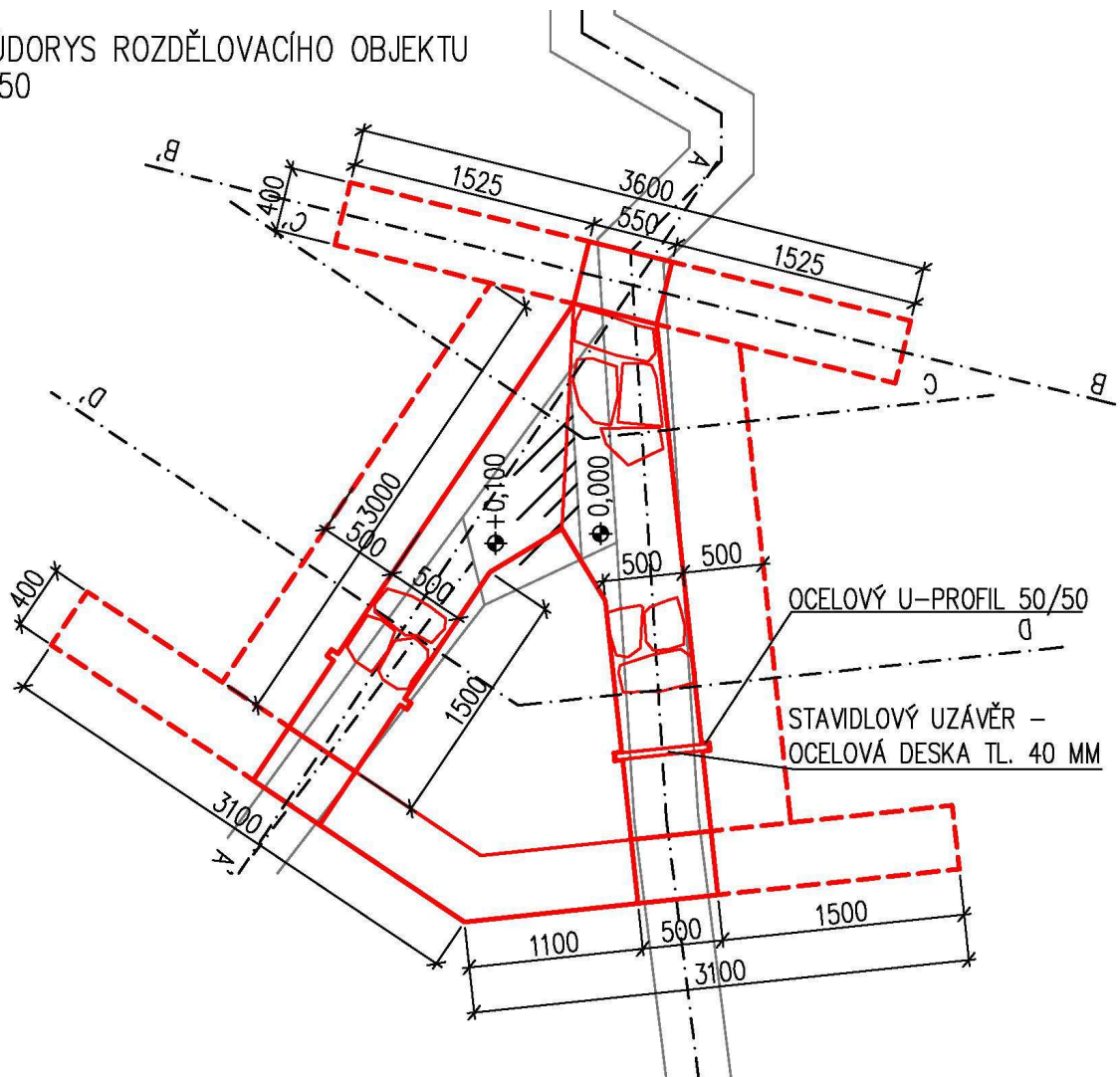
3.5.2 Rozdělovací objekt

V místě rozdělení Hajného potoka na dvě ramena je navržen rozdělovací objekt, který bude stálý průtok směřovat do levého ramena potoka a to i za minimálních stavů. Za stavu, kdy bude hladina v rozdělovacím objektu vyšší než 10 cm, začne část průtoku proudit i do pravého ramena toku.

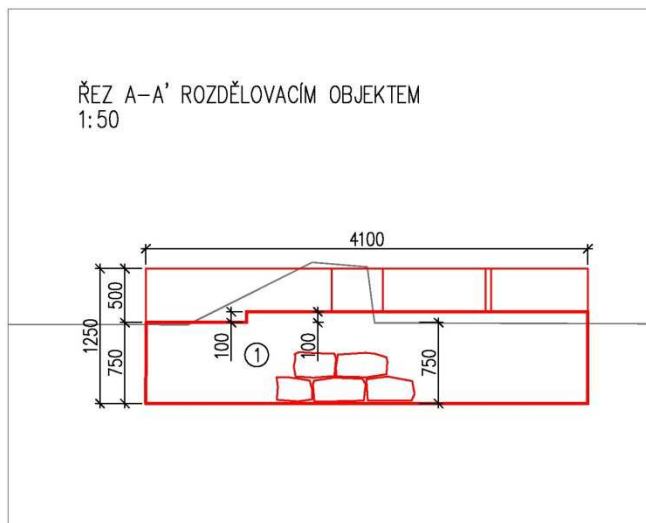
Objekt je navržen z kamenného zdiva, střední velikosti kamene 350 mm, na cementovou maltu MC25. Do terénu je zavázán pomocí dvou kamenných zděných pasů. Rozměry průtočného profilu byly zvoleny tak, aby byly podobné stávajícímu korytu Hajného potoka. Tyto, jakožto i ostatní dimenze by v případě realizace musely být upřesněny po zaměření skutečného terénu daného místa. Na výtok do každého ramena toku bude instalován stavidlový uzávěr.

Následující schémata zobrazují koncepční návrh rozdělovacího objektu:

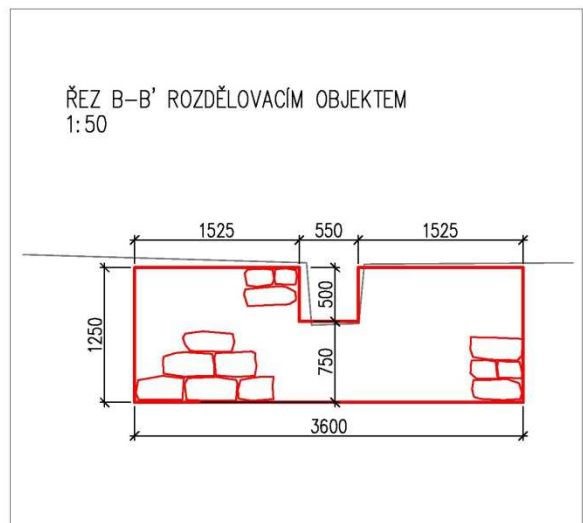
PŮDORYS ROZDĚLOVACÍHO OBJEKTU
1:50

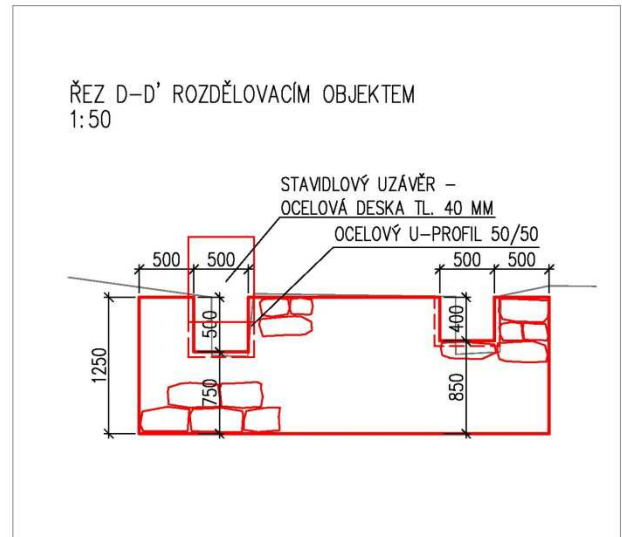
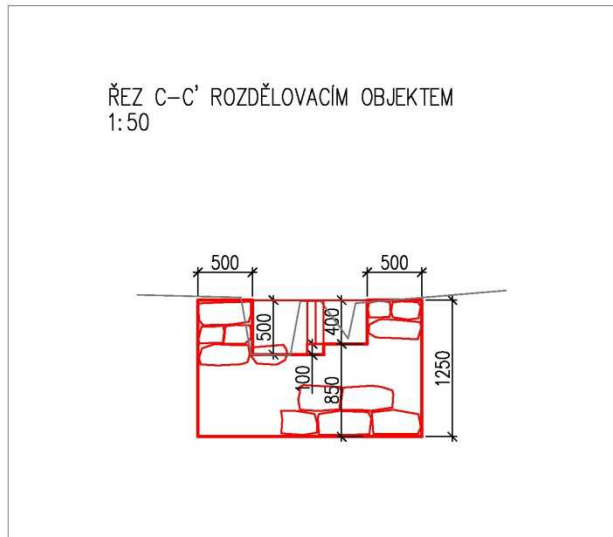


ŘEZ A-A' ROZDĚLOVACÍM OBJEKTEM
1:50



ŘEZ B-B' ROZDĚLOVACÍM OBJEKTEM
1:50





Rozdělovací objekt umožní průtok do obou ramen toku, ale také jeho částečné nebo úplné zahrazení v jednom z ramen. Je navržena varianta, že bude v levém ramenu částečným zahrazením omezen maximální průtok. A to na takovou hodnotu, aby nedošlo k vyběžení toku z koryta. V následujícím výpočtu je určena hodnota kapacitního průtoku koryta levého ramene toku. Průtok bude počítán v profilu s nejmenší průtočnou plochou a zároveň nejnižší výškou břehových hran (řez č. 9).

Výpočet průtoku je proveden pomocí Manningovy rovnice (11):

Hloubka - y [m]	0,1
Šířka ve dně - b [m]	1,23
Průtočná plocha - S [m ²]	0,14
Omočený obvod - O [m]	1,68
Hydraulický poloměr - R [m]	0,09

$$R = \frac{S}{O} = \frac{0,14}{1,68} = 0,09$$

Sklon - i [-]	0,066
Manningův drsnostní součinitel - n [s/m ^{0,33}]	0,033
Rychlost proudění - v [m/s]	1,51

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,033} \times 0,09^{\frac{2}{3}} \times 0,066^{\frac{1}{2}} = 1,51$$

Výsledný průtok - Q [m ³ /s]	<u>0,216</u>
---	---------------------

$$Q = v \times S = 1,51 \times 0,14 = 0,216$$

Z tohoto výpočtu vyplývá, že by po navržených úpravách na levém ramenu Hajného potoka došlo k vyběžení při průtoku vyšším než 0,216 m³/s. Tomu bude zabráněno navržením stavidlového uzávěru na rozdělovacím objektu.

V následujícím výpočtu bude zjištěno, při jakém otevření hradícího uzávěru bude průtok vedený do levého ramene toku právě požadovaných 0,216 m³/s. Je uvažováno s návrhovým průtokem 0,43 m³/s určeným v kapitole 3.3.

Průtok bude počítán jako výtok pod stavidlem (11):

Hloubka před stavidlem - H [m]	0,50
Šířka ve dně - b [m]	0,50
Poměr H/a [-]	2,25 (pro odečtení výtokového souč. z grafu)
Součinitel výškového zúžení - ε_v [-]	0,63
Výtokový součinitel - μ_v [-]	0,60
Coriolisovo číslo - α [-]	1,10
Manningův drsnostní součinitel - n [s/m ^{0,33}]	0,028
Sklon - i [-]	0,04
Otevření stavidla - a [m]	0,22 (iteruje se)
Průtočná plocha - S [m ²]	0,11
Omočený obvod - O [m]	0,94
Hydraulický poloměr - R [m]	0,12

$$R = \frac{S}{O} = \frac{0,11}{0,94} = 0,12$$

Přítoková rychlost proudění - v_0 [m/s]

1,73

Požadovaný průtok - Q [m³/s]

0,216 (docílíme iterací hloubky - y)

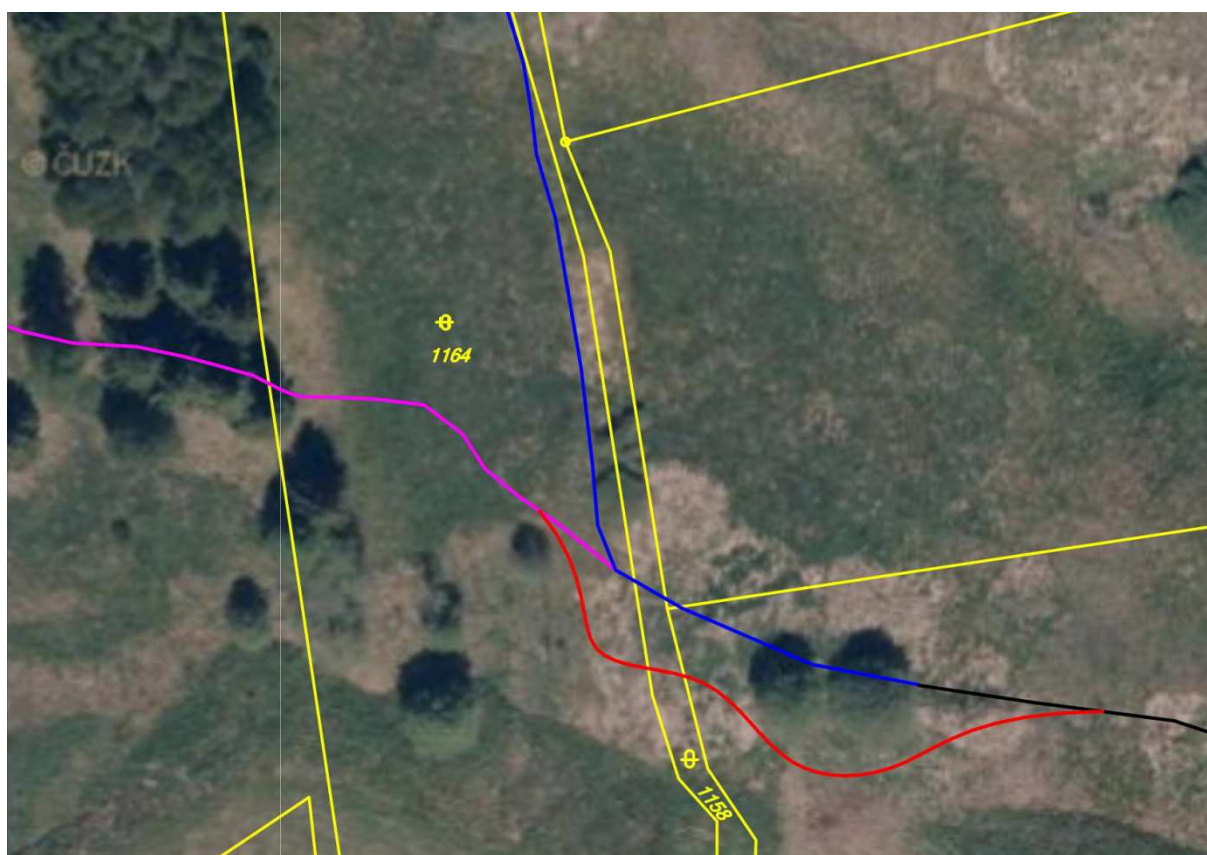
$$\begin{aligned}
 Q &= \mu_v \times a \times b \times \sqrt{2 \times g \times (E_0 - \varepsilon_v \times a)} \\
 &= 0,60 \times 0,22 \times 0,5 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times (0,67 - 0,63 \times 0,22)} \\
 &= 0,216 \quad , E_0 = H + \frac{\alpha \times v_0^2}{2 \times g}
 \end{aligned}$$

Výpočtem bylo zjištěno, že aby byl maximální průtok v levém ramenu Hajného potoka požadovaných 0,216 m³/s, musí být stavidlový uzávěr ve výšce 22 cm nade dnem průtočného profilu rozdělovacího objektu.

3.5.3 Úpravy pravého ramene toku

Pravé rameno Hajného potoka pravděpodobně není v posledních několika letech využíváno a v důsledku toho jeho průtočný profil částečně zarůstá. Proto je ho potřeba v místech, kde je zarůstání výrazné, vyčistit a upravit do stavu, ve kterém jsou nezarostlé úseky koryta.

Další problém nastává na soutoku tohoto ramene s levým ramenem Hajného potoka. Na tom levém jsou navrženy úpravy, po kterých bude navýšena niveleta jeho dna a tím by na soutoku vznikl výškový stupeň. Z toho důvodu bude současný soutok zahrazen a levé rameno Hajného potoka bude v dolní části prodlouženo a do levého ramene zaústěno až o několik desítek metrů níže po směru toku. Díky této změně bude možné pravé rameno využít i pro převod vody po dobu realizace navrhovaných úprav na erozí poškozeném úseku levého ramene Hajného potoka.



3.5.1 Změna trasy pravého ramene Hajného potoka a místa jeho soutoku s levým ramenem toku. fialová - levé rameno toku, modrá - upravovaný úsek, černá - stávající trasa potoka, červená - nově navržená trasa levého ramene, žlutá - katastrální mapa; (Podklad: ortofotomapa + katastrální mapa)

4 Závěr

První část diplomové práce je zaměřena na nalezení koncepčního řešení zadané lokality v povodí Hajného potoka. V úvodu byla provedena analýza území, kde byly mj. určeny vlastnosti podloží v dané oblasti, místní klimatické podmínky a byla stanovena chráněná území, v nichž se řešená oblast nachází. V závěru této kapitoly jsou sepsány poznatky z provedeného terénního průzkumu a doplněny o fotodokumentaci stávajícího stavu řešeného úseku Hajného potoka a jeho okolí.

Následuje výpočet odtoku z povodí Hajného potoka. Ten je řešen pěti způsoby - dvakrát intenzitní metodou s rozdílným stanovením odtokového součinitele, pomocí parametru CN a nakonec použitím oblastního (Dubova) a objemového (Čerkašinoва) vzorce. Po porovnání výsledných hodnot byl stanoven návrhový průtok.

V dalších dvou kapitolách byly navrženy tři možné varianty koncepčního vodohospodářského řešení zadaného území. Nejvhodnější z nich byla zpracována podrobněji. V místě rozdělení Hajného potoka na dvě ramena byl koncepčně navržen rozdělovací objekt. Dále byly popsány úpravy na pravém i levém ramenu toku.

V druhé části diplomové práce byl podrobně zpracován návrh nápravných opatření na poškozeném úseku levého ramena Hajného potoka a to v úrovni projektové dokumentace pro stavební povolení. Bylo řešeno zvýšení úrovně nivelety koryta pomocí vrstvy hutněné zeminy a opevnění dna kompaktní vrstvou tvořenou kombinací kamenného záhozu a pohozu. Dimenze použitého kameniva pro opevnění byly navrženy na základě výpočtu tečných napětí. Dále bylo navrženo stabilizování úrovně nivelety dna pomocí stabilizačních pasů, z nichž je jeden kamenný a zbylé dřevěné srubové. Řešen byl i výmol vzniklý v horní části poškozeného úseku. Bylo navrženo opevnění pro jeho stabilizování, čímž v tomto místě vznikla průtočná tůň.

5 Seznam použité literatury

1. **ČÚZK.** *Nahlížení do katastru nemovitostí.* [Online] <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>.
2. **AOPK ČR.** MapoMat desktop. 2.0.0.2.
3. **SISPO.** Klimatické regiony ČR (dle Quitt, 1971). [Online] [Citace:] <http://www.ovocnarska-unie.cz/sispo/?str=klima-mapa>.
4. **ČHMÚ.** Územní teploty v roce 2017. [Online] Listopad 2018. <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty#>.
5. **Mnisterstvo zemědělství.** Centrální evidence vodních toků. [Online] Listopad 2018. <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/cevt.html>.
6. **Prof. RNDr. Jan Němeček a spol..** *Elektronický taxonomický klasifikační systém půd ČR.* [Online] Listopad 2018. <http://klasifikace.pedologie.czu.cz/>.
7. **Vaššová D., Kovář P.** *Autorizovaný software.* [Online] <http://r.fzp.czu.cz/vyzkum/software.html>.
8. **Ing. Václav Škopek, CSc., Ing. Ladislav Novák, CSc.** *Hrazení bystřín a strží - komentář k ON 48 2506.* Praha : Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření, 1977.
9. *Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství.* [Online] http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/PROZ/PROZ_cviceni/2015_proz_cvic_5.pdf.
10. **Miroslav Janeček a kol..** *Ochrana zemědělské půdy před erozí.* Praha : autor neznámý, 2012. 978-80-254-0973-2.
11. **doc. Ing. Václav Kolář, CSc., prof. Ing. Dr. Cyril Patočka, doc. Ing. Jiří Bém, CSc.** *Hydraulika.* Praha : Alfa, vydavatel'stvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava, 1983. 215860.
12. **VUT Fakulta stavební.** *Laboratoř vodohospodářského výzkumu.* [Online] https://www.fce.vutbr.cz/VST/lvv/Prednaska_04.pdf.