

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



Česká zemědělská
univerzita v Praze

**Vztah hydromorfologie a výšky podzemní hladiny
nivy vybraného vodního toku**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VEDOUCÍ PRÁCE: ING. MARTIN SUCHARDA
BAKALANT: ROMAN DVOŘÁK

© 2021 ČZU V PRAZE

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Roman Dvořák

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Vztah hydromorfologie a výšky podzemní hladiny nivy vybraného vodního toku

Název anglicky

Hydrological assessment of the selected river

Cíle práce

Hydromorfologické hodnocení je jedním ze zásadních parametrů vypovídajících o stavu vodního toku. Slouží jako podklad pro jednotlivé nástroje krajinného plánování, posuzování stavu životního prostředí a přípravy revitalizačních opatření. Požadavky na hodnocení a zlepšení hydromorfologického stavu jsou vymezeny ve směrnici 2000/60/ES (směrnice o vodách) a v ČR postupně zaváděny do praxe. Podrobné mapování pro větší část vodních toků v ČR chybí.

Cíle práce jsou:

1. Komplexní zmapování a vyhodnocení hydromorfologického stavu vodního toku
2. Měření hladiny spodní vody v nivě (sestavení vlastní metodiky)
3. Podrobný popis geomorfologie přírodních úseků vodního toku
4. Vyhodnocení vztahu výšky podzemní vody a hydromorfologie

Metodika

Na modelovém úseku vodním toku Merklínka budou zjištěny přírodní podmínky. Bude vyhodnocen hydromorfologický stav. Pro modelové území bude navržen systém měření mělkých podzemních vod. Měření se bude zjišťovat vzájemná spojitost výšky hladiny v korytě a půdní nivě. Jako technologie pro měření bude použito ultrazvukového senzoru, včetně doplňující elektroniky. Stanice pro měření budou samostatné autonomní jednotky včetně napájení. Výsledná měření budou vyhodnocena a zpracována do grafické podoby.

Doporučený rozsah práce

35 stran, přílohy ve formě map, výkresů a schémat

Klíčová slova

hydrologie, hydromorfologie, vodní tok, niva, hydrologie

Doporučené zdroje informací

FRYIRS, K A. – BRIERLEY, G J. *Geomorphic analysis of river systems : an approach to reading the landscape.* Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, NJ: Wiley, 2013. ISBN 9781405192743.

JUST, T. Revitalizace vodního prostředí. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2003. 144 s. ISBN 8086064727.

ŠINDLAR, Miloslav. Geomorfologické procesy vývoje vodních toků. Část I., Typologie korytotvorných procesů. Vyd. 2. Hradec Králové: Sindlar Group, 2012. 148 s. ISBN 9788025424452.

Věstník MŽP XVIII/11, listopad 2008, dostupné (citace 25.3.2018):

http://www.opzp2007-2013.cz/soubor-ke-stazeni/46/13885-zjednodusena_metodika.pdf

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Martin Sucharda

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2021

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 3. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2021

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: **Vztah hydromorfologie a výšky podzemní hladiny nivy vybraného vodního toku** vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V dne

_____ (podpis autora práce)

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Suchardovi za vedení, pomoc, odborné rady, ochotu a trpělivost při zpracování této práce. Také bych rád poděkoval rodině a kamarádům za podporu.

V Těšovicích dne 28. 3. 2021

Vztah hydromorfologie a výšky podzemní hladiny nivy vybraného vodního toku

ABSTRAKT:

Bakalářská práce se zaměřuje na vztah hydromorfologie a výšky podzemní hladiny vody v okolní nivě říčky Merklínka, v části povodí od pramene po 11. říční kilometr pod obcí Kaničky. Vyhodnocení bylo provedeno pomocí nainstalované měřicí techniky a na základě terénního průzkumu. K podrobnému zpracování mapových podkladů bylo použito aplikace ArcMap a veřejně dostupných dat.

Měření průtoků probíhalo v obci Kaničky pod nově opraveným mostem přes říčku Merklínka a 50 m od koryta vyhloubenou sondou v údolní nivě. Vlastní měření úrovně hladiny podzemních a povrchových vod bylo provedeno měřicí technikou na platformě Arduino a pomocných měřících modulů.

V práci byly vyhodnoceny parametry povodí mající vliv na hydrologické poměry území, vybrány lokality pro měření úrovně hladin povrchových a podzemních vod a provedeno vlastní měření v období od června 2020 do března 2021.

Na základě provedených měření nebyl prokázán ve vybrané lokalitě přímý vztah mezi úrovněmi hladiny povrchové vody v říčce Merklínka a hladinou podzemní vody v realizované půdní sondě.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Hydrologie, hydromorfologie, vodní tok, niva

Relationship between hydromorphology and the height of the groundwater level of a selected watercourse

ABSTRACT:

The bachelor's thesis focuses on the relationship between hydromorphology and the height of the groundwater level in the surrounding floodplain of the Merklínka river, in the part of the catchment area from the source to the 11th river kilometer below the village of Kaničky. The evaluation was performed using installed measuring equipment and on the basis of field research. ArcMap application and publicly available data were used for detailed processing of map data.

Flow measurements took place in the village of Kaničky under the newly repaired bridge over the Merklínka river and 50 m from the riverbed by an excavated probe in the floodplain. The actual measurement of the groundwater and surface water level was performed by measuring technology on the Arduino platform and auxiliary measuring modules.

The work evaluated the parameters of the river basin affecting the hydrological conditions of the area, selected sites for measuring the level of surface and groundwater and performed its own measurements in the period from June 2020 to March 2021.

Based on the performed measurements, no direct relationship was demonstrated in the selected locality between the surface water level in the Merklínka river and the groundwater level in the implemented soil probe.

KEYWORDS:

Hydrology, hydromorphology, water flow, floodplain

OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. CÍL PRÁCE	2
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	3
3.1. CHARAKTERISTIKA VODNÍCH TOKŮ	3
3.2 ENERGIE VODNÍHO TOKU	4
3.3 GEOMORFOLOGIE A HYDROMORFOLOGIE.....	5
3.4 HYDROLOGIE V ČR.....	6
3.5 MEANDROVÁNÍ A POVODNĚ	7
3.6 METODIKY HODNOCENÍ.....	8
3.7 REVITALIZACE	10
4. CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ	11
4.1 ŘEŠENÉ ÚZEMÍ - KANIČKY	11
4.2 PŘÍRODNÍ CHARAKTERISTIKY ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ	12
4.2.1 GEOMORFOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY.....	12
4.2.2 GEOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY POVODÍ	13
4.2.3 KLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY.....	14
4.2.4 PEDOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY	15
4.2.5 HYDROLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY.....	16
4.2.6 POTENCIÁLNÍ PŘIROZENÁ VEGETACE ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ	18
4.2.7 SOUČASNÝ LAND USE ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ	19
4.3 HISTORICKÝ VÝVOJ ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ.....	20
4.4. POVODÍ MERKLÍNKA	22
4.4.1 VODNÍ NÁDRŽ STRÝČKOVICE	32
5. METODIKA.....	34
5.1 METODIKA MĚŘENÍ.....	34
5.1.1 PŮDNÍ SONDA	35
5.1.2. ŘÍČNÍ SONDA.....	37
5.2 DIGITÁLNÍ MODEL TERÉNU (DMR).....	39
5.3 MĚŘENÍ HODNOT	40
6. VÝSLEDKY	41
7. DISKUZE.....	45
8. ZÁVĚR	48
9. LITERATURA	51
9.1 ODBORNÉ PUBLIKACE	51
9.2 LEGISLATIVNÍ ZDROJE.....	53

9.3 INTERNETOVÉ ZDROJE	54
9.4 OSTATNÍ ZDROJE	55
10. PŘÍLOHY.....	56
10.1 SEZNAM PŘÍLOH.....	56

1. ÚVOD

Není již žádných pochyb o tom, že lidská činnost zásadně ovlivňuje klimatické podmínky na naší planetě. Neuvážené zásahy do citlivých ekologických systémů Země vyvolaly změny velkého i malého cyklu vody. Změny globálního klimatu se projevují změnami proudění vzdušných mas a změnami teploty. Údolní nivy a v nich zařízené vodní toky jsou nedílnou součástí naší krajiny. Z historického hlediska si člověk vybíral vhodná stanoviště v blízkosti vodních toků pro svou obživu. Ty mu zajišťovaly dostatek vody nezbytné k životu a později i k obdělávání půdy a přetváření okolní přírody. To se dělo na celém světě již před mnoha tisíci lety. Tyto zásadní změny v povodích měly vliv i na většinu toků a údolních niv. Technická řešení, kterými začal člověk měnit přirozené cesty vodních toků, začala povolna již v 19. století. Je to patrné i na velkých tocích jako např. Labe. Nejvýznamnější zásahy do stabilního a přírodě blízkého stavu krajinného rázu pak pokračovaly ve 20. století.

Jako vnitropevninský stát, který nemá jiné zdroje vody nežli ty, která zde naprší, vnímáme daleko více tuto změnu. Je v našem nejvyšším zájmu se snažit vodu zadržet v krajině, ale ne pouze budováním velkých přehrad, ale jejím návratem do původních říčních koryt všude tam, kde je to ještě možné.

Revitalizací můžeme vrátit vodu do krajiny přirozeným zadržováním v daných oblastech. Zpomalení proudění pomocí meandrování vodního toku může zlepšit lokální mikroklima a do vytvořených tůní a mokřadů vrátit život i biodiverzitu. Množství vody, která má čas vsakem proniknout do hlubších půdních vrstev, pak může zlepšit stále se zhoršující stav podzemních vod. Již několik let je v celé České republice monitorován úbytek a ztráty spodních pramenů a celkově podzemní vody. Předpokladem úspěšné revitalizace malých vodních toků je dokonalá znalost hydrologických podmínek řešeného území, která je rovněž podkladem pro vypracování krajinných plánů.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na detailnější popis povodí Merklínka a měření základních hydrologických charakteristik v katastrálním území Kaničky. Pomocí přímého měření výšky hladiny v jejím korytě a půdní nivě, se snaží prokázat spojitosti a úroveň saturace vody v okolí vodního toku.

2. CÍL PRÁCE

Hydromorfologické hodnocení je jedním ze zásadních parametrů vypovídajících o stavu vodního toku. Slouží jako podklad pro jednotlivé nástroje krajinného plánování, posuzování stavu životního prostředí a přípravy revitalizačních opatření. Požadavky na hodnocení a zlepšení hydromorfologického stavu jsou vymezeny ve směrnici 2000/60/ES (směrnice o vodách) a v ČR postupně zaváděny do praxe. Ještě dnes ale podrobné mapování pro většinu vodních toků v ČR chybí. Cílem práce bylo komplexní zmapování a vyhodnocení hydromorfologického stavu vodního toku Merklínka a měření hladiny spodní vody v nivě (sestavením vlastní metodiky). Dále pak podrobně popsat geomorfologie přírodních úseků vodního toku Merklínka a vyhodnocení vztahu výšky podzemní vody a hydromorfologie.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1. CHARAKTERISTIKA VODNÍCH TOKŮ

Vodní toky jsou nedílnou součástí okolní krajiny. Jsou jednou z hlavních sil, které jí trvale přetváří. Voda je i jako základní stavební článek všech živých organismů. Je také jednou z nejrozšířenějších a nejzajímavějších chemických látek na Zemi. V ČR pomocí zákona č. 254/2001 Sb., Zákona o vodách, chráníme vodu jako celek, a to povrchovou i podzemní. Definuje nám, jak s vodou hospodařit a jak využívat vodní zdroje tak, abychom je zachovali, případně zlepšili jejich jakost a vytvářeli podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní i sucha (PSP ČR 2001). V ČR jsme přijali 22.12.2000 integrovanou prováděcí rámcovou směrnici Evropské unie o vodě a povodních pod označením WFD 2000/60/ES. Ta si klade za úkol stanovit rámec pro ochranu vnitrozemských povrchových a brakických vod, pobřežních a podzemních vod. Cílem není jen chránit vodu jako přírodní zdroj, ale cíleně se snažit zlepšovat její stav z hlediska hydrochemických, hydromorfologických a hydrobiologických poměrů. Tento stav je označován jako **ekologický stav** (good status). Dalo by se také říct, že se jedná o návrat k přírodním podmínkám. Norma EN 14614:2020, kterou přejímá norma ČSN EN 14614, je orientační normou pro posuzování hydromorfologických vlastností řek se zaměřením na geomorfologické a hydrologické procesy řek. Uvádí pokyny k vlastnostem a procesům, které je třeba brát na zřetel při popisu a posuzování hydromorfologie řek, respektive všech tekoucích vodních toků, pouze s výjimkou umělých vodních útvarů, jako jsou například umělé kanály (ČSN 2021).

Podle Zuny (1999) se napřimování toků nevyhnulo ani malým potokům a říčkám, které se z přirozených údolnic přeměrovaly např. na náhony mlýnů nebo jiných lidských stavitelských počinů. Budováním velkých vodních děl, hrází, meliorací a narovnávaním toků se uškodilo nejen krajině v blízkosti těchto toků, ale mělo dopad na celé povodí daných řek i na vzdálenější celky. Zezulák (1987) hovoří o tom, že podélné úpravy vodních toků započaly již ve středověku, a to pro plavení dřeva, později říční plavbu. Nepřiměřená těžba lesů se také významně podepsala na změnách malého vodního cyklu a lokální zádrže vody. I když se některé negativní dopady projeví záhy po realizaci chybných rozhodnutí, nebylo reálné to vrátit v nejbližších letech zpět. Mnohdy byly tyto zásahy do přírody tak rozsáhlé, že uvedení do původního stavu již není možné. Jak uvádí (Cílek et al. 2017) jsou v našich podmínkách jako cenné štěrkové pasáže dna, které ustupují před nadměrnými splaveninami zemin převážně z erodovaných zemědělských ploch.

3.2 ENERGIE VODNÍHO TOKU

V polovině 19. století popsal Dana (1850) rozdíly mezi toky horskými a nížinnými v aluviálním území současných Spojených států amerických. Později Powell (1875) roztřídil řeky dle struktury geologické a zasloužil se o vytvoření erozní báze. Tento pohled na vodní toky z geologického hlediska následně rozšířil o zeměpisný pohled Gilbert (1914). Vlivem proudící vody dochází ve vodním korytě k transportu materiálu, který je unášen v návaznosti na rychlosti proudění. Tyto výzkumy vedly ke vzniku prací o pohybu sutí způsobených proudící vodou. Do roku 1870 byly řeky upravovány a regulovány dle zkušeností a doporučení odborníků, ale bez pomoci hydraulických modelů. Počátkem 20. století se to ale změnilo a došlo k propojení fluviální hydrauliky a geologicko-geografického přístupu (Šindlar et al. 2012).

V roce 1957 Leopold et Wolman (1957) publikovali výzkumy ohledně ovlivnění morfologie toku průtokem a podélným sklonem vodního koryta. Další poznatky při zkoumání říčních koryt vedly ke zjištění, že z dlouhodobého hlediska má i zásadní vliv na říční koryto geologické podloží. Nelze též opomenout i vliv fluviální geomorfologie (Leopold et al. 1964).

Dle klasifikačního systému přírodních vodních toků se podle Otta a Braukmanna (1983) dělí vodní toky na tři základní kategorie:

- horské
- hornatinné a pahorkatinné
- nížinné

Dále je ještě dělí dle klimatu na 12 podtypů a dle chemismu na vápenaté a silikátové (Otto et Braukmann 1983). Zato Kovář (1996) se zaměřil na drobné vodní toky, u kterých rozlišoval kategorie dle sklonu, unášecí síly vody, stupně transportu splavenin, rozkolísanosti průtoků a rybích pásem na 5 základních typů:

- bystřiny
- horské potoky
- podhorské potoky
- potoky pahorkatin
- potoky nížin

Podle Rosgena (1994) se dělí kategorie vodních toků na 42 tříd, přičemž hodnotil 450 povodí Severní Ameriky a Nového Zélandu. Jako základní hodnotící parametry bral sklonový poměr, charakteristiku příčného profilu říčního údolí a koryta toku, meandrování trasy vodního koryta a složení substrátů říčního koryta.

3.3 GEOMORFOLOGIE A HYDROMORFOLOGIE

V ČR se problematikou vodních toků a jejich přirozenými zákonitostmi zabývali již v 19. století (Plenkner et al. 1887). Počátkem 20. století pak navazovaly další studie, ale více se zaměřením na vodohospodářské stavby, kde se tolik již nebralo v úvahu korytotvorných vlastností vodních toků (Bezdiček 1959). Různými lokálními geomorfologiemi se zabývali i další autoři publikací (Štafl 1957, Balatka 2010) nebo později (Mergl et Vohradský 2000). Koncem 20. století došlo ke změně pohledu na vodní toky. Fluviální geomorfologie začala pronikat do projektů při obnově a navrácení řek do původních přírodě blízkých stavů. Tyto poznatky byly použity v několika studiích Šindlarem. Ten pak ve spolupráci s Vlčkem vydal na přelomu 21. století první verzi geomorfologické klasifikace vodních toků, která se ale později ukázala jako ne zcela vyhovující. Proto došlo ke změně přístupu pohledu na vodní toky, a to zejména na jejich korytotvorné procesy, které se ukázaly jako zásadní (Šindlar et al. 2012).

V 19. století začalo zúrodňování niv a začal i proces likvidace lužních lesů, které do té doby byly útočištěm a jedinečným životním prostředím mnoha organismů od těch nejmenších až po větší savce. Když měli štěstí, stačili se přemístit do jiných stanovišť, ale u mnohých, převážně těch menších, to nebylo možné. Krajina tak přišla o mnohá společenství rostlin a živočichů, kteří byli na lužní lesy vázáni. Napřimování vodních toků a rušení přirozeného meandrování mělo zásadní vliv na kapacitu koryt, rychlost proudění vody i mechanické vlastnosti toků, jako je schopnost unášení pevných částic (Fryirs et Brierley 2013). Kapacita a zádrž vody se začala lidským zásahem měnit pomocí prohlubování koryt i budováním příčných vodohospodářských staveb. Narušila se tak přirozená migrace vodních živočichů (Barteková et al. 2017; Šimůnková 2020). V tomto ohledu je nejvýznamnějším zákonem v oblasti problematiky zásahů, hrazení a budování vodních děl na říční síti Zákon o vodách č. 254/2001 Sb., který vychází ze Směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/60/ES neboli tzv. Rámcové směrnice o vodách. Jejím cílem je ochrana vodních ekosystémů a konkrétně prevence před degradací vodních toků. Dále řeší i realizace nápravných opatření pro dosažení co nejpříznivějšího přírodě blízkého ekologického stavu.

Citlivým přístupem při budování příčných staveb na vodních tocích, lze dosáhnout zachování propojení vodního toku před i za vodním dílem, včetně vodní fauny i flóry. Příkladem mohou být rybí přechody, které částečně mírní dopad tohoto negativního stavu na vodní tok (Vavruška 2016). Koryta menších toků, která přirozeně meandrovala, ztratila díky použití stavebních materiálů jako je kamen a beton, kterými se začaly zpevňovat, svoje korytotvorné vlastnosti. Díky nim dochází ke změně krajiny

a neustálému přesouvání nejen materiálů jako je písek a zemina, ale k zanášení a novému vytváření tůní, tolik důležitých pro vodní živočichy (Fryirs et Brierley 2013).

Na základě studií lze brát i jako klíčovou geomorfologickou funkcí ve fluviálních koridorech erozi a depozici sedimentů pobřežní vegetací. Jedná se o vztah mezi vegetací a hydrogeomorfnní dynamikou podél příčného gradientu vodního toku. Tak, jak vegetace zachycuje vodu, mění se i rychlost eroze a depozice sedimentů v korytě. Vegetace zde působí jako překážka vodnímu toku a záleží jen na tom, jak silnou překážkou může být (Corenblit et al. 2009).

Přirozeným posouváním ramen řek se i pozvolna zmíněný materiál rozprostírá do velkých ploch, přičemž i zúrodňuje okolní nivy. Při vzniku nových říčních ramen se i zvětšuje plocha vodních cest a tím zadrž vody v krajině i její zpomalení odtékání do větších toků a moří.

3.4 HYDROLOGIE V ČR

Z České republiky odtéká voda našimi řekami do tří moří. Severního, Baltského a Černého, které dělí území na tři hlavní povodí řek: Labe, Odry a Moravy.

V ČR je celkem 24861 vodních nádrží a rybníků, které mají celkový objem 4174 mil. m³. V roce 2005 bylo z tohoto počtu 107 velkých vodních nádrží s celkovým objemem 3512 mil. m³. V průměru odtéká vodními toky asi 15 mld. m³ vody za rok se značným kolísáním od 8 mld. m³ do 24,1 mld. m³ v závislosti na klimatických podmínkách. Hydrografická síť vodních toků je tvořena 76000 km v upraveném nebo přirozeném korytě a z toho je 15537,95 km významných vodních toků dle vyhlášky č. 470/2001 Sb., kterou jsou stanoveny významné vodní toky a způsob provádění činnosti související s jejich správou ve znění vyhlášky č. 333/2003 Sb. a vyhlášky č. 267/2005 Sb. (MZP 2021).

Zadrž vody je v České republice o to důležitější, jelikož jsme ve středu Evropy a zásobení vodních koryt se tak děje jen prostřednictvím atmosférických srážek a z nich vyplývajících spodních vod. Nejsou zde žádná ledovcová území, která by vlivem tání mohla zásobit vodní koryta i při nedostatečných srážkových úhrnech. Mnohé řeky zde pramení, případně v blízkosti našich hranic, a odtékají mimo hranice České republiky, kde zásobují velké říční systémy v okolních státech. Jak lze pozorovat již delší dobu, tak míra negativních vlivů v naší krajině přesáhla únosnou mez, a proto se objevují snahy o nápravu (Kubeš 1996). Je důležité zlepšit srážkoodtokové poměry včetně protierozní ochrany a zvýšit biodiverzitu.

3.5 MEANDROVÁNÍ A POVODNĚ

Meandrování a tím zpomalení vodních toků je důležité i v případně nadměrných srážek spadlých na větších územích, nebo na větší části daného povodí. Když se tak stane hned na několika povodích současně, která se dále vlévají společně do větších toků, dojde k překročení kapacit koryt jak u lokálních potoků a říček, tak i těchto větších řek. Způsobené povodně pak zasáhnou velké části území ve svém okolí. Vylíjí se daleko od koryt a běžných inundačních ploch. Nelze zde pak hovořit jen o materiálních škodách na lidských majetcích. Tento rozliv má dopad i na mnohé přírodní celky jako takové.

Stejně tak tomu bylo i u říčky Merklínka, kde velké povodně roku 2002 v celé České republice si nic nezadaly s povodní v roce 2016. Došlo tehdy vlivem velkého lokálního spadu vody na celém povodí Merklínky, hlavně u jejího pramene na vrchu Koráb, rozkládajícího se na území Kdyně v okrese Domažlice v Chudenické vrchovině. Velké množství vody naplnilo hráze rybníků na tomto toku, které nevydržely tento nápor a jejich protržení způsobilo řetězovou reakci i v dalších vodních dílech rybníční soustavy. Povodňová vlna způsobila materiální škody v celé délce povodí. Nejvíce to odnesla obec Strýčkovice, kde se nakumulovala i voda z okolních menších přítoků. Říčka Merklínka zde protéká středem obce a je ostře zaříznuta mezi dvěma kopci, které z levého i pravého břehu prudce stoupají. Inundační plocha je zde až na loukách za obcí. Hladina zde vystoupala tak rychle, že nebyla možná odpovídající reakce obyvatel, aby nedošlo k větším materiálním škodám.

Povodně jsou nedílnou součástí přírodních procesů a byly zde vždy i bez zásahů člověka do vodních toků. Co ovšem člověk ovlivnil, byl již zmíněný zásah do stability koryt, která se přirozeně vyvíjela a měnila již v dávných dobách až do chvíle, nežli tento fenomén změnil převážně zemědělský záměr. Zrušení meandrů, likvidace a obhospodařování mokřadů v okolí toků a další zásah do vyváženého vodního systému způsobil ztrátu velmi důležité funkce - zastavení a zpomalení povodní.

U vodního toku, který nepodlehli zásahu člověka, je náhlý vzestup hladiny v korytě velice efektivně zpomalen v přirozeně vytvořených meandrech, které se díky těmto bleskovým povodním samovolně upravují, mění svůj tvar a časem i polohu. Voda se v nich nejen zpomalí, ale má čas se i pozvolna rozlít do přilehlých mokřadů a zátopových inundačních ploch. Nepokračuje tak v devastujících povodňových vlnách jako se tomu děje nyní.

V České republice se hledání referenčního přirozeného stavu vodních toků a k nim přilehlých údolních niv stalo velmi obtížným úkolem. Jak uvádí (Šindlar et al. 2012), povodňové události na Moravě v roce 1997, které vyvolaly extrémní erozní,

transportní a akumulační procesy v podhorských oblastech Beskyd a Jeseníků. Ministerstvo životního prostředí České republiky na základě těchto událostí zadalo studium jedenácti nejvýznamnějších lokalit, kde mělo být využito samovolného procesu revitalizace. Jednalo se o řeky a potoky Morávka, Krupá, Desná, Spojená Bečva, Kopytná, Opava a Branná. Výsledkem bylo to, že k výrazným morfologickým změnám došlo v podhorských oblastech, ale nikoliv výrazně v údolních nivách. I zde se potvrdilo to, že nelze vrátit zpět do původního stavu vše, co člověk svým zásahem změnil. Lze z toho odvodit možný závěr, že tam, kde je voda rychlejší a spíše bystřinná, může dojít ke změnám rychleji a znatelněji v kratším časovém úseku. Zato tam, kde jsou vodní toky již širší a pomalejší, je i možná změna nebo návrat k původním korytům velmi pozvolný, obtížný až nemožný. Pravděpodobně by za delší období k zásadním změnám došlo i zde, ale předpokladem jsou nejprve změny v horních částech toku proti proudu. Na základě těchto zkušeností došlo i k vypracování typologie vodních toků k určování referenčních přirozených stavů při hodnocení úseků vodních toků.

3.6 METODIKY HODNOCENÍ

Česká republika v roce 2004 vstoupila do Evropské unie a musela ratifikovat s ostatními legislativními normami také směrnici 2000/60/ES, která je platná od 23. 10. 2000 a ustavuje rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky pod názvem Rámcová směrnice o vodách, neboli WFD. Tato směrnice upravuje nejen vodní hospodářství, ale také ochranu ekosystémů vodních toků a údolních niv. Rozděluje se do pětibodové stupnice. Díky této Rámcové směrnici lze navrhnout opatření, která pomáhají při řešení požadavků pro vyhovující ekologický stav vod z hlediska hydromorfologického, tak i protipovodňového. Protipovodňová rizika jsou zakotvena do Směrnice Evropského parlamentu a rady z 23. 10. roku 2007, která je vedena pod označením 2007/60/ES. (Šindlar et al. 2012).

Princip závislosti typu koryta, tj. meandrování a divočení, je odvozen od energie proudění vody, což je vztah mezi podélným sklonem koryta a korytotvorným průtokem. Často se uvádí jako průtok mezi břehovými hranami. Analýzou průtokových dat ve vazbě na GMF analýzu typů koryt v dynamické rovnováze vyplynulo to, že při identickém sklonu údolnice se mění geomorfologické typy koryt podle rostoucích průtoků i odporu prostředí (Šindlar et al. 2012, Fryirs et Brierley 2013).

Dle metodiky ČHMÚ je při dynamické rovnováze u meandrujících toků korytotvorným průtokem průtok Q_{30d} . S nárůstem energie vodního toku pak stoupá na Q_{10} a u divočení toků prudce klesne na Q_1 . Lze z toho usoudit, že jsou morfologické

tvary nivy i koryta toků při dynamické obnově závislé na odtokové charakteristice povodí a podélného sklonu. Nemalou měrou do tohoto systému zasahují i geologické podmínky daného úseku, jako je odpor prostředí složený z vegetace i objemu transportu splavenin a jeho složení (Fryirs et Brierley 2013). Korytotvorný průtok lze stanovit z morfologické charakteristiky koryta převážně vinutí trasy, poměru průměrných šířek a hloubek v brodových úsecích, omočení obvodu a průtočného profilu. Je důležitý pro dlouhodobou stabilitu koryta vodního toku.

Dalším důležitým faktorem je vodnost toku, což je hodnota dlouhodobého průměrného průtoku. Průtok se měří v $m^3 \cdot s^{-1}$, u malých průtoků i v $l \cdot s^{-1}$. Je to poměr vody, která za jednotku času proteče daným vodním profilem. Z těchto hodnot se pak dále odvozují průměrné průtoky Q_a , jakožto aritmetický průměr daného průtoku za určitou časovou jednotku, což může být den, měsíc či rok. Výsledná hodnota je pak vztažena ke konkrétnímu datu. Rozdíl průměrného průtoku vodního koryta v zimním období bude jiný nežli v letním, a s největší pravděpodobností i v roce 2021 než v roce 1960. Proto je tak důležité tuto hodnotu spojit s konkrétním datem, aby byla vypovídající. Na základě vodnosti toků jsou tyto rozděleny do několika kategorií:

1.	pramenné oblasti	$Q_a < 0,01 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
2.	potoky	$Q_a = 0,01 - 0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
3.	velké potoky	$Q_a = 0,1 - 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
4.	malé řeky	$Q_a = 1 - 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
5.	střední řeky	$Q_a = 10 - 100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
6.	velké řeky	$Q_a = 100 - 1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
7.	veletoky	$Q_a > 1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Vodnost toků je s průtokem v břehových hranách koryta neboli korytotvorným průtokem hlavním faktorem výsledných morfologických charakteristik koryt vodních toků. Dalo by se říct, že se vzrůstajícími hodnotami vodnosti toků a průtoku v závislosti na podélném sklonu údolnice, roste i energie vody a tím urychluje geomorfologické procesy (Šindlar et al. 2012).

Při hodnocení povodí je důležitý i splaveninový režim. Vznik splavenin a jejich transport a akumulace ve směru toku je označován jako fluviální geomorfologický proces (Fryirs et Brierley 2013). Hodnotí se jako celek. Jestliže se koryto nachází v dynamické rovnováze, je objemový transport splavenin vstupujících do lokality roven stejnému objemu splavenin z lokality vystupujících. Změnou vodnosti a průtoku v korytě dojde i ke změně poměru energie vody a odporu prostředí. Tím se spustí proces přirozené změny v korytě, jako je například vymílání konkávního břehu v oblouku meandru a transport materiálu po proudu na konvexní břeh. Při fluviálních

geomorfologických korytotvorných procesech nemusí dojít jen k transportu materiálu. Může dojít i k protnutí hrany meandru za vzniku okrouhlíku. Tak mohou vznikat meandrová jezera tehdy, když se meandr zcela oddělí od říčního toku. Tímto způsobem vznikají i mokřady a tůně. Tento proces je samozřejmě ovlivněn i materiálem podloží a sedimenty. Jestliže již došlo k zásahu do koryta toku a jeho změně z přirozeného stavu do technicky upraveného, je přirozený odpor prostředí nahrazován technickou stabilizací. Pomocí příčných objektů se pak udržuje dynamická rovnováha.

3.7 REVITALIZACE

Při technickém zásahu do koryta se nejčastěji užívá lichoběžníkovitého průřezu. Navržené sklony svahů se pohybují v poměru 1 : 1 až 1 : 2 pro dlažby i tvárnice. Pro kamenné pohozy a vegetační opevnění se využívá poměru 1 : 2,5 a mírnější. V prosté zemině se pak za přípustné považují sklony svahů 1 : 3, případně mírnější. Koryta upravená do prizmatického lichoběžníkového průřezu se sklonem přibližně 1 : 2 jsou v nížinných oblastech s plochými nivami nepřírozená. Mělké vody jsou v těchto korytech silně redukovány, což má dopad i na porost svahů. Ve své práci hovoří Kovář o tom, že úpravy koryt vodních toků měly zajistit větší průtočné kapacity pro vyústění systémů plošného odvodnění. Úpravy spočívaly v prohlubování, rozšiřování a napřimování koryt. Podpořila se tím jejich hydraulická hladkost a voda v nich mohla proudit rychleji (Kovář 1976).

Pro revitalizaci vodního toku je významný stav povodí, které vymezuje hydrologické a ekologické charakteristiky vodního toku (Kovář 1976). Podle (Maleňák et al. 2002) je třeba při revitalizacích vycházet z přírodních tvarů koryt, což jsou profily podkovy nebo mělkého, širokého pekáče. Zde je zásadní poměr mezi šířkou a hloubkou. U stabilních koryt potoků se běžně pohybují poměry šířky a hloubky koryta 4 : 1 až 10 : 1. Přírodní koryta se od technicky upravených významně odlišují proměnlivostí tvarů příčného průřezu po trase. Při revitalizacích se více dbá na vytváření průřezu mělkého koryta nežli hlubokých úzkých stok. Tím se i dosáhne potřebného poměru šířky ku hloubce jako u přírodních koryt.

Kvůli nestabilitě strmých svahů při čerstvé výstavbě koryta se pekáčovitý tvar běžně nenavrhuje. Upřednostňuje se spíše tvar mělké a ploché mísy (Šindlar 1999).

Revitalizační koryta se budují jako proměnlivá, nebo pevná. Na začátku je třeba se rozhodnout, zda bude koryto živé, které se může působením stranové eroze dál samovolně vyvíjet, nebo bude stabilní v protierozním provedení. Podle toho se pak bude lišit tvarování příčných průřezů a opevnění koryta. Při nedostatku vody v sušších obdobích, je výhodou členitější dno, kde se střídají hlubší a mělké úseky.

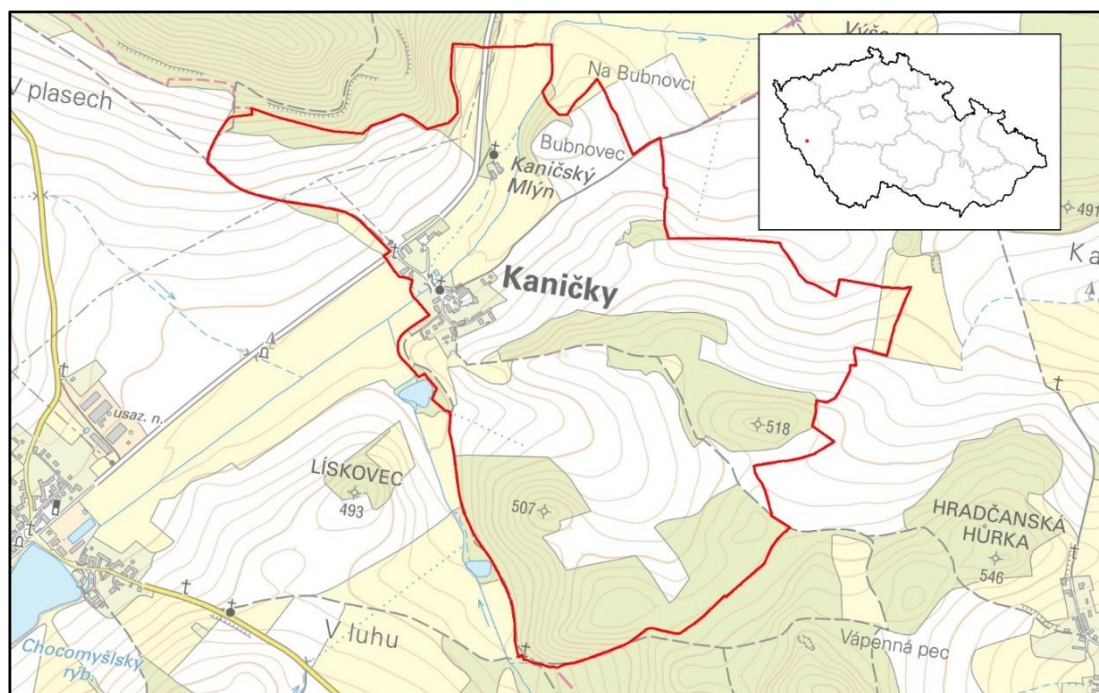
Ty jsou velice zásadní pro život v tomto vodním toku. U sklonitějších údolí, kde voda dosahuje vyššího průtoku, se využívají koryta se složenými příčnými průřezy. Důvodem je rozdílná charakteristika vodního toku při běžném a korytotvorném průtoku (Just et al. 2005).

Tvary revitalizovaných koryt napodobují přírodní koryta. Mohou být od vlásečnicových po doširoka rozprostřených a divoce klikatících se meandrů. Je důležité skloubit průtoky s kapacitou a plochou území, kde se snažíme navrátit vodnímu toku jeho přirozený ráz a schopnosti. V zahraničí (Kern 1994; Hansen 1996) přistupují k revitalizacím se zajímavým a poněkud radikálním názorem, že revitalizace znamená nebránit toku v přírodním vývoji. Berou pak povodeň v upraveném korytě jako přirozený revitalizační proces.

4. CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ

4.1 ŘEŠENÉ ÚZEMÍ - KANIČKY

Řešené území se nachází v povodí vodního toku Merklínka (č.povodí 1-10-02-085) katastrálním území obce Kaničky (č.k. 663018), v okrese Domažlice v Plzeňském kraji.



Obrázek 1, Lokalizace řešeného území v rámci České republiky (zdroj dat: ČÚZK)

4.2 PŘÍRODNÍ CHARAKTERISTIKY ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ

Řešené území je vymezeno povodím IV. řádu Merklínka (1-10-02-85) o celkové výměře 34601707,88 m². Povodí náleží do povodí III. řádu Berounky (11002), dále náleží k povodí II. řádu Vltavy (110) a prvního řádu Labe (1). (PVL 2021).

4.2.1 GEOMORFOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY

Geomorfologické charakteristiky řešeného území byly převzaty z prohlížečích služby Esri ArcGIS Server - Geomorfologické jednotky ČR - 1998 poskytované jako veřejná prohlížečích služba poskytující přehled o geomorfologických jednotkách České republiky. Služba zobrazuje mapu geomorfologického členění Česka, tak, jak byla zpracována v letech 1994-1998 zákresem do Základních map ČR v měřítku 1:100000 pro ČUZK. Členění začíná na hierarchicky nejvyšší úrovni subprovincií a pokračuje přes oblasti, celky, podcelky a okrsky, až do nejpodrobnější úrovně částí:

Subprovincie: Poberounská soustava

Oblast: Plzeňská pahorkatina

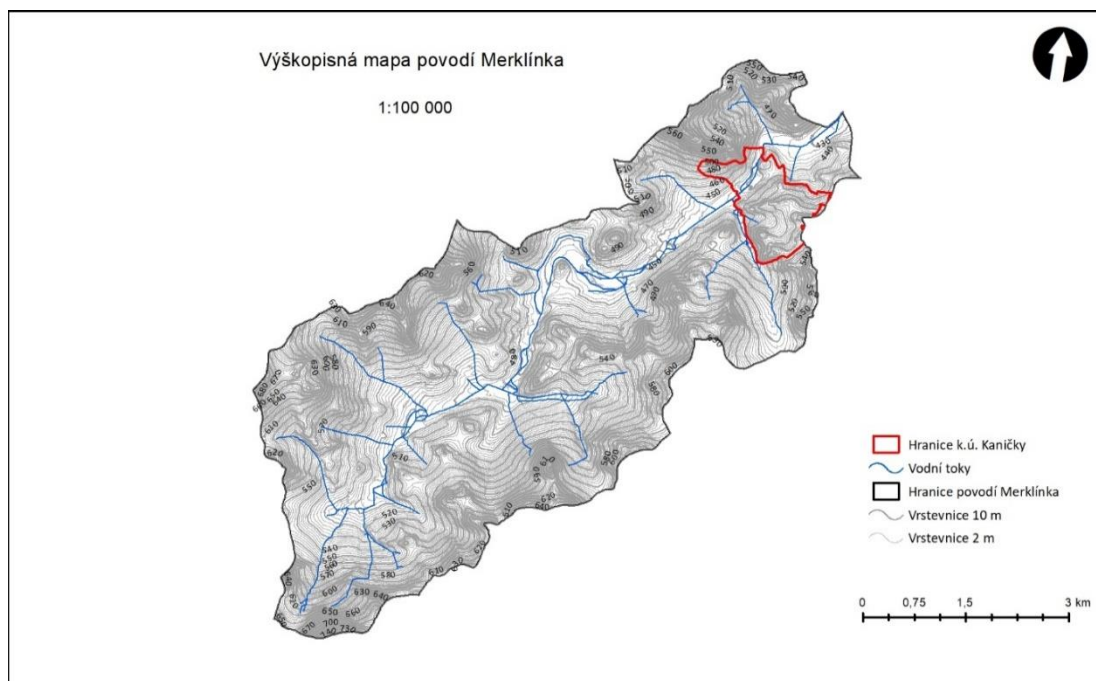
Celek: Švihovská vrchovina

Podcelek: Chudenická vrchovina

Okrsek: Korábská vrchovina, Poleňská pahorkatina

(ČUZK 2021, 1)

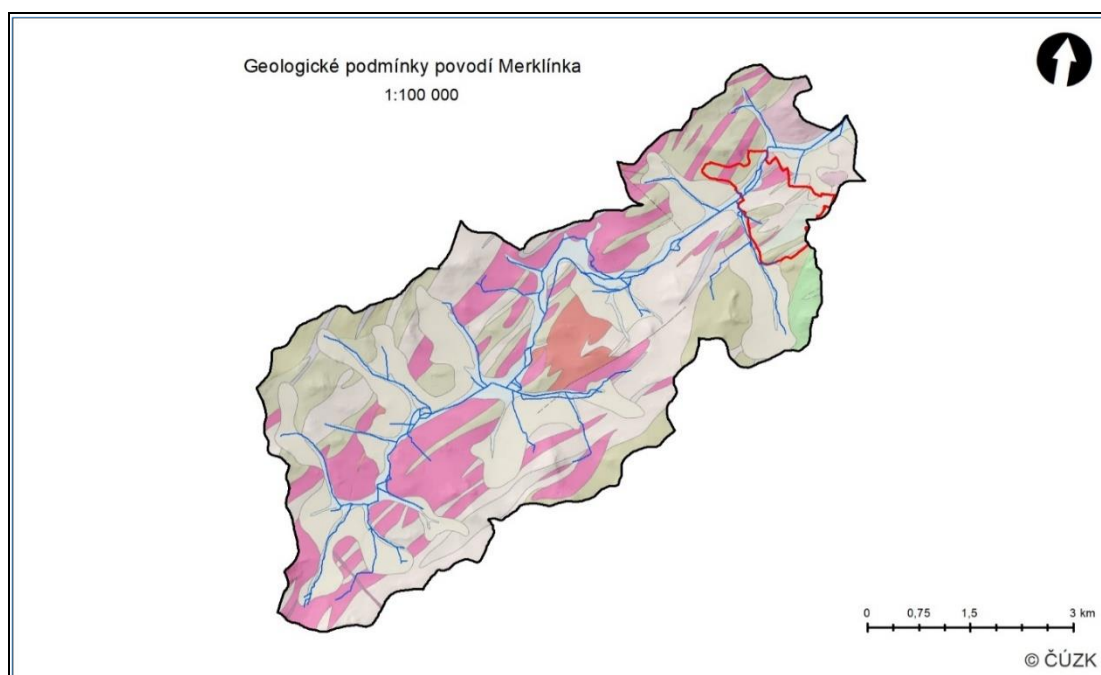
Nejnižší nadmořská výška povodí Merklínka je 426 m, maximální nadmořská výška je 760 m, se střední nadmořskou výškou celého území 526,2 m.



Obrázek 2, Vrstevnice povodí Merklínka (zdroj dat: DMR5g ČÚZK)

4.2.2 GEOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY POVODÍ

Geologické charakteristiky povodí řeky Merklínka byly převzaty z webové mapové služby (WMS) České geologické služby (ČGS 2021). Dle uvedeného zdroje se v řešeném území nachází horniny moldanubické oblasti středočeského plutonu soustavy Českého masivu (krystalinika a prevariského paleozoika). Jedná se zejména o granodiority, pararuly, rohovce tonality a křemenné diority. Údolní a akumulární polohy jsou překryty hlinitými, písčítými až šterkovými sedimenty.

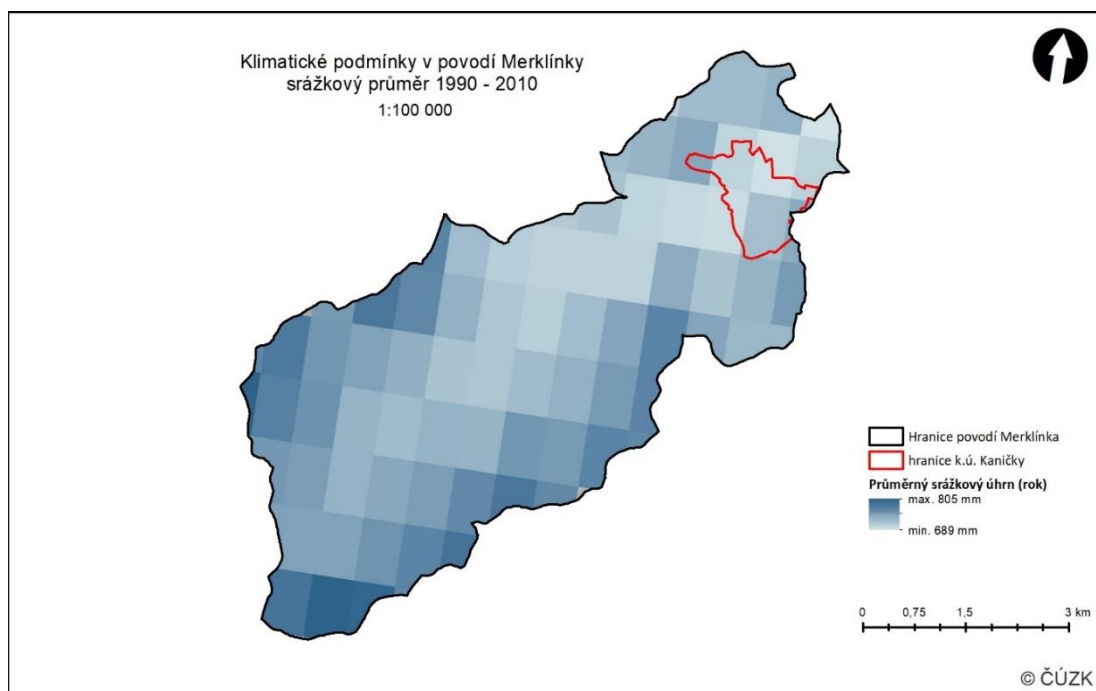


Obrázek 3, Geologické podmínky povodí vodního toku Merklínka na výřezu Geologické mapy České republiky 1:50 000 (GEOČR50). Zdroj dat: ČGS (ČGS 2021), ČÚZK (ČÚZK 2021).

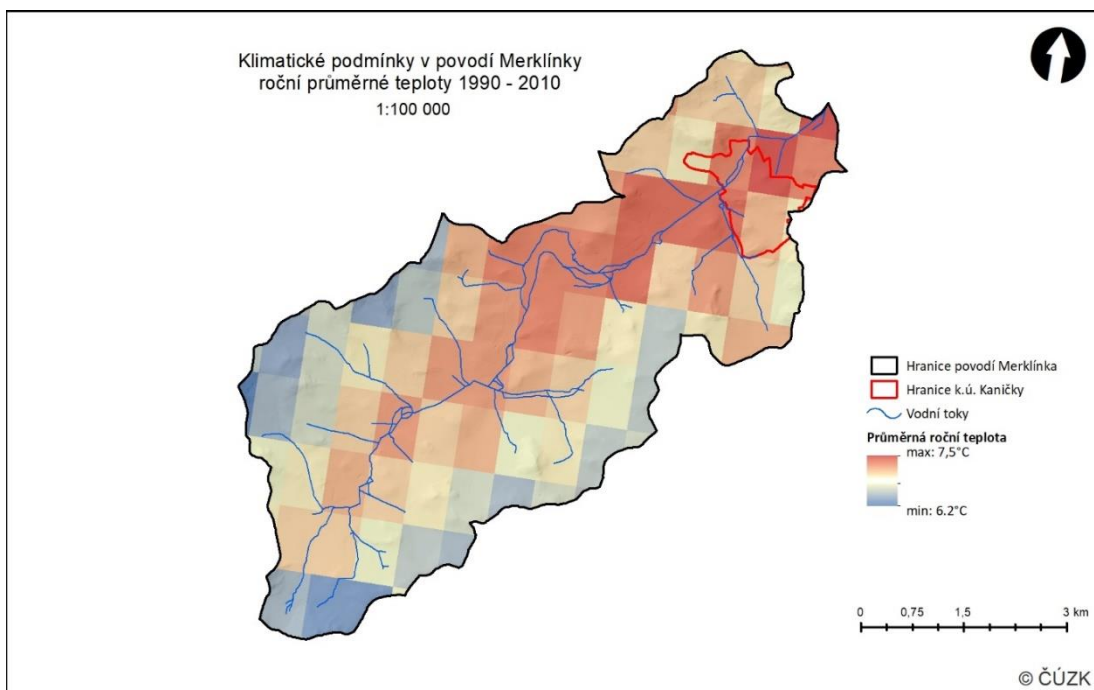
4.2.3 KLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY

Klimatické charakteristiky byly převzaty z databáze worldclim.org za období 1970 – 2020, v rastru rozlišení 30 vteřin, tj. cca 1 km² (Fick et Hijmans 2017). V uvedeném období se pohybovala průměrná roční teplota v rozmezí 6,2 – 7,5°C v závislosti na nadmořské výšce území. Roční úhrny srážek se pohybovaly v rozmezí 689 – 805 mm.

Další klimatické charakteristiky byly převzaty z klimatických regionů vymezených dle Quitta (1971). Povodí Merklínka se nachází na rozhraní klimatických regionů MT4 a MT7. Klimatický region MT4 je charakterizován mírným a krátkým jarem, mírným, krátkým a suchým létem. Podzim je mírný a krátký, zima je mírně teplá a suchá. Klimatický region MT7 je rovněž charakterizován krátkým a mírným jarem, mírným, mírně suchým a normálně dlouhým létem. Podzim je krátký a mírně teplý, zima je mírně chladná, suchá až mírně suchá a normálně dlouhá (Quitt 1971).



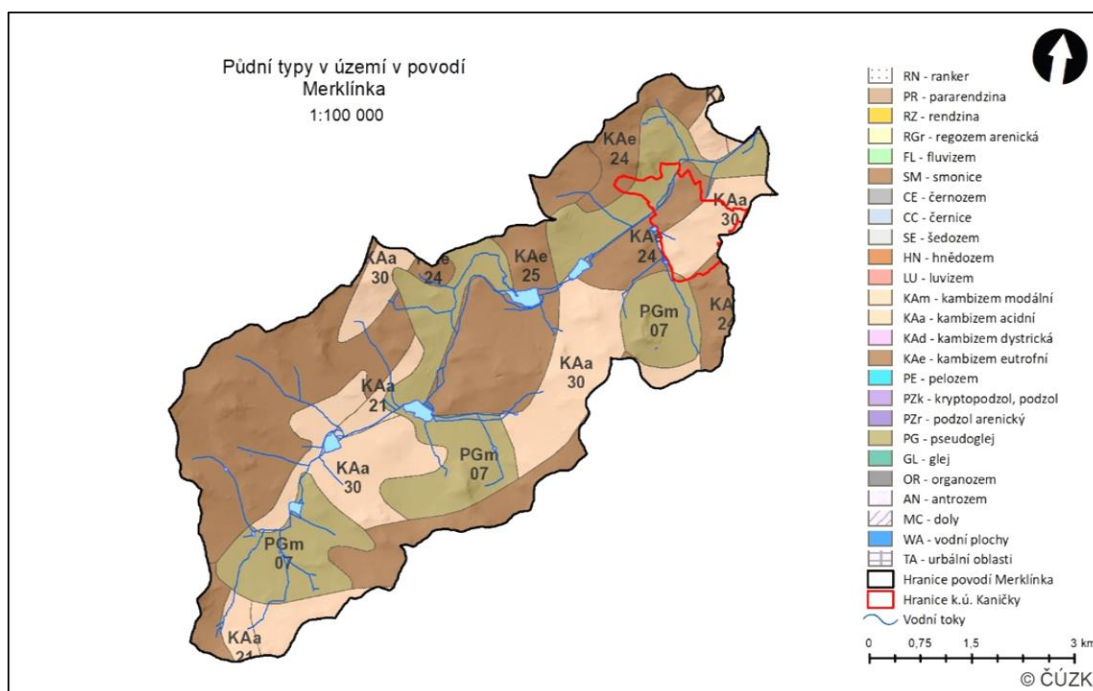
Obrázek 4, Mapa průměrných ročních úhrnů srážek (mm/rok) za období 1970 – 2000 (zdroj: Fick et Hijmans 2017)



Obrázek 5, Mapa průměrných ročních teplot za období 1970 – 2000 v povodí řeky Merklínka (zdroj: Fick et Hijmans 2017)

4.2.4 PEDOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY

Pedologické charakteristiky byly převzaty z půdního atlasu ČR v měřítku 1:250000 (Kozák et al.), který je publikován na internetovém portálu Cenia. V povodí Merklínka převládají půdní typy kambizemě eutrofní a kambizemě kyselé, které jsou doplněny pseudogleji modálními. Rozložení jednotlivých půdních typů a subtypů je patrné z mapy na obrázku č. 6.



Obrázek 6, Půdní typy a subtypy v povodí řeky Merklínka (Kozák et. al. 2009)

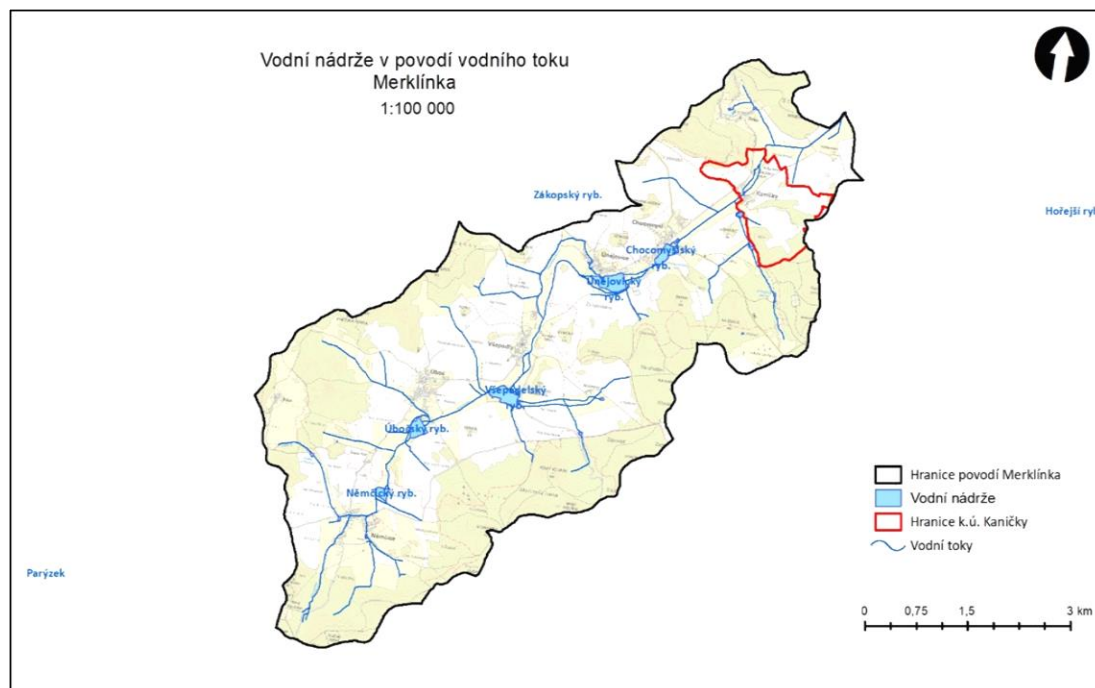
4.2.5 HYDROLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY

Vodní toky v povodí Merklínka

Přehled vodních toků v povodí Merklínka byl převzat z databáze DIBAVOD ze sekce A – základní jevy povrchových a podzemních vod (VUV TGM 2021). Povodí Merklínky je odvodňováno drobným vodním tokem Merklínka, která pramení v nadmořské výšce 627 m n.m. Řešené území opouští v nadmořské výšce 426 m n.m. na soutoku s Chudenickým potokem. Celková délka vodního toku Merklínka v povodí číslo 1-10-02-85 má délku 12899 m. Převýšení vodního toku je 201 m. Průměrný spád toku je 9,1 ‰. V povodí Merklínka se nachází řada dalších vodních toků jejichž celková délka je 35998,80 m.

Vodní plochy v povodí Merklínka

Dle databáze DIBAVOD se v povodí řeky Merklínka nachází celkem 24 vodních ploch o celkové výměře 302752,30 m². Největší vodní plochou je Únějovický rybník o celkové ploše 88244,60 m². Nejmenší evidovaná vodní plocha má výměru 99,50 m².



Obrázek 7, Vodní toky a vodní nádrže nacházející se v povodí Merklínka (zdroj dat: DIBAVOD)

Záplavová území

Charakteristiky záplavových území byly převzaty z databáze DIBAVOD sekce D – záplavová území pro povodňové stavy Q_5 , Q_{20} a Q_{100} . Vzhledem k charakteru území a spádu vodního toku jsou rozlivy omezovány do lužních poloh území v okolí

vodního toku Merklínka. Plocha zaplaveného území je při daných povodňových hodnotách následující:

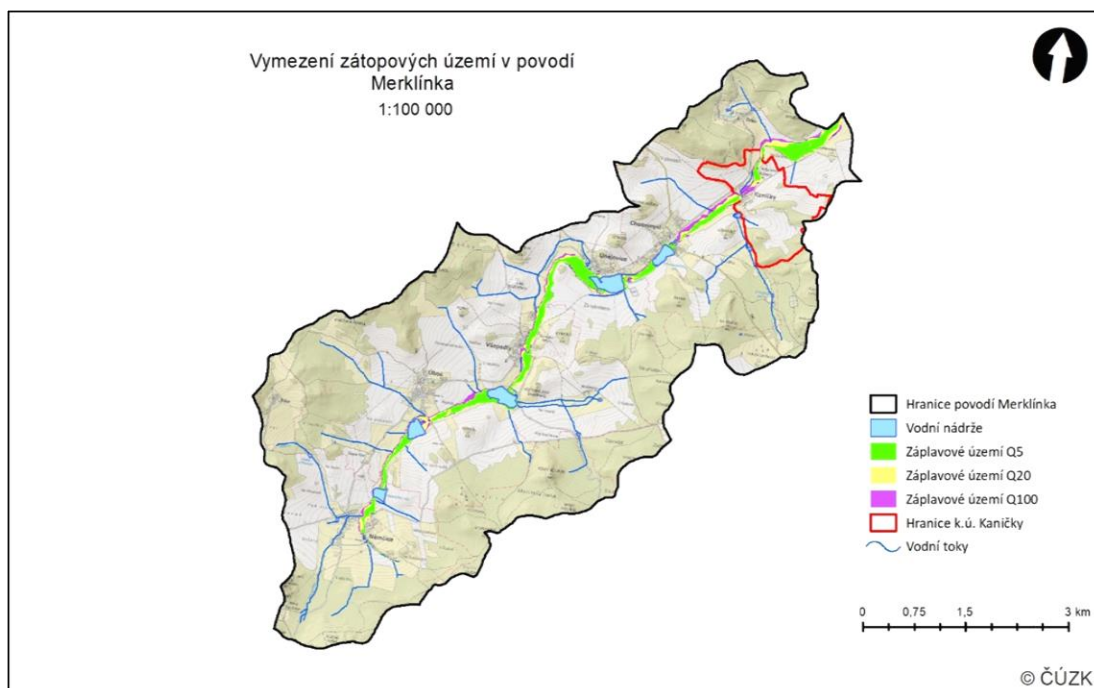
Q₅ 100,65 ha

Q₂₀ 124,53 ha

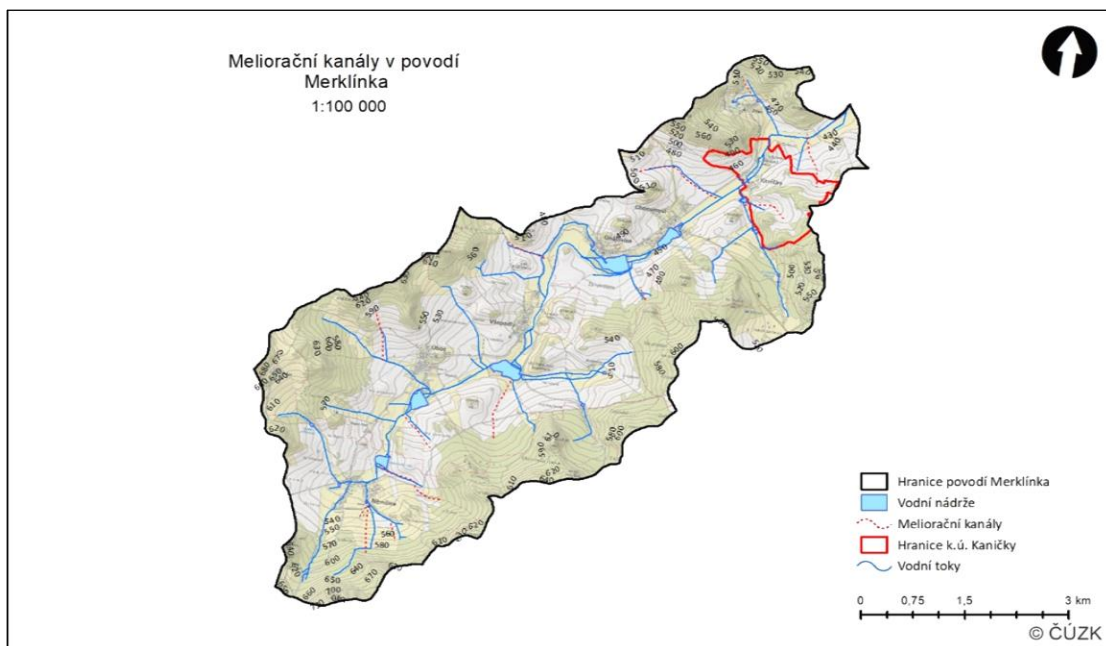
Q₁₀₀ 146,01 ha

Podzemní vody

Podle databáze DIBAVOD dle sekce A – základní jevy povrchových a podzemních vod A04 – meliorační kanály, je patrné, že orné půdy byly v minulosti odvodněny pomocí melioračních opatření. V současné době není meliorační soustava udržována.



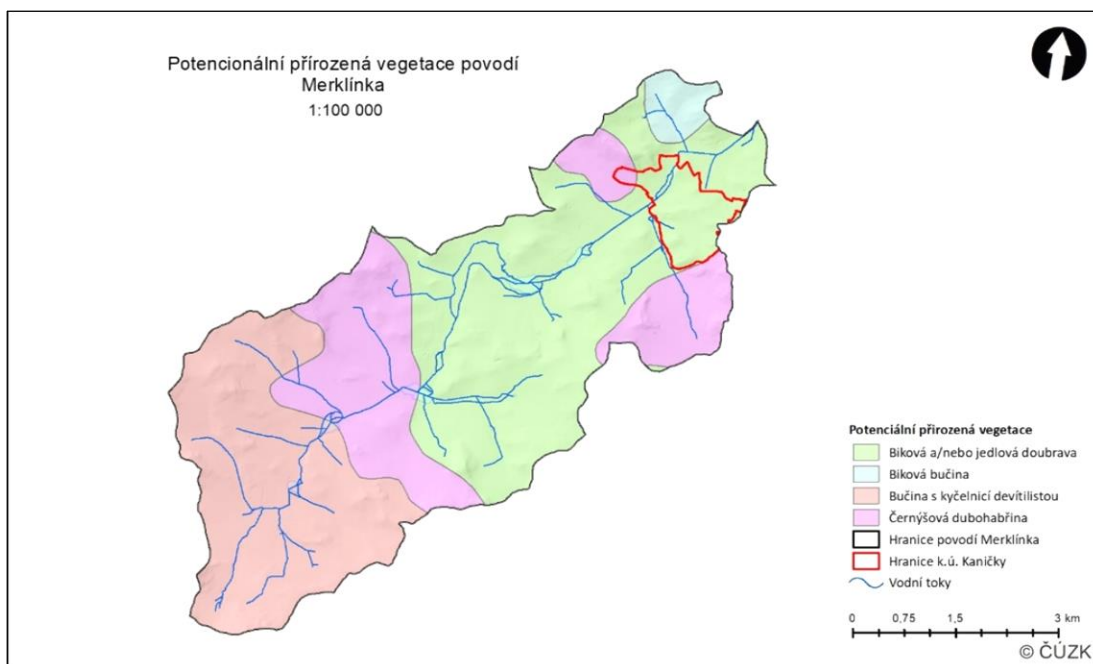
Obrázek 8, Záplavová území pro stavy Q₅, Q₂₀ a Q₁₀₀ v povodí vodního toku Merklínka



Obrázek 9, Meliorační kanály v povodí Merklínka

4.2.6 POTENCIÁLNÍ PŘIROZENÁ VEGETACE ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ

Podle Mapy potencionální přirozené vegetace České republiky (Neuhaauslová et. al. 2001) by byla potencionální přirozená vegetace na území povodí Merklínka tvořena ve vyšších polohách bučinami s kyčelnicí devítilistou, ve středních polohách povodí černýšovými dubohabřinami a v nejnižších polohách bikovými a jedlovými doubravami. Do severovýchodní části území zasahují bikové bučiny.



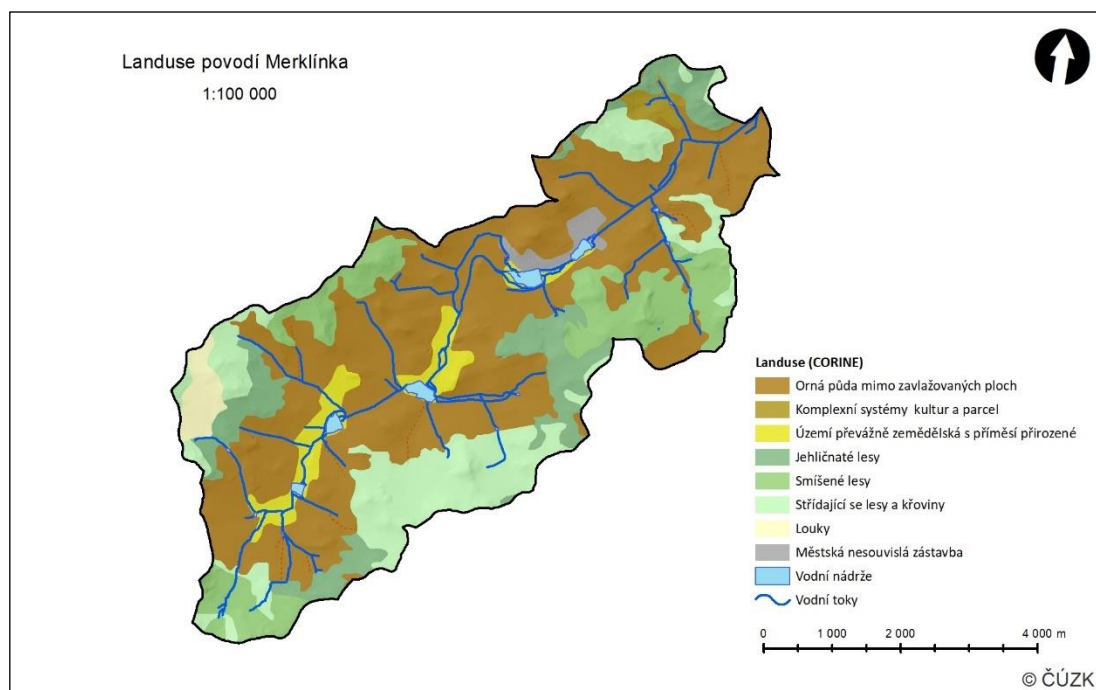
Obrázek 10, Potencionální přirozená vegetace na území v povodí Merklínka (zdroj dat: CENIA 2021)

4.2.7 SOUČASNÝ LAND USE ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ

Na vypracovaném mapovém podkladu je znázorněné využití půdy a plošné zastoupení jednotlivých celků. Je důležité se s výhledem do budoucna soustředit na citlivé zásahy do ekologických systémů (Veldkamp at Lambin). Z tabulky č. 1 a obrázku č. 19 je patrné největší plošné zastoupení orné půdy mimo zavlažovaných ploch, za kterými následují lesní porosty. Vyplývá z toho jasný zásah lidské činnosti na využití lokálních zdrojů.

Tabulka 1, Rozložení Land use v celém povodí Merklínka

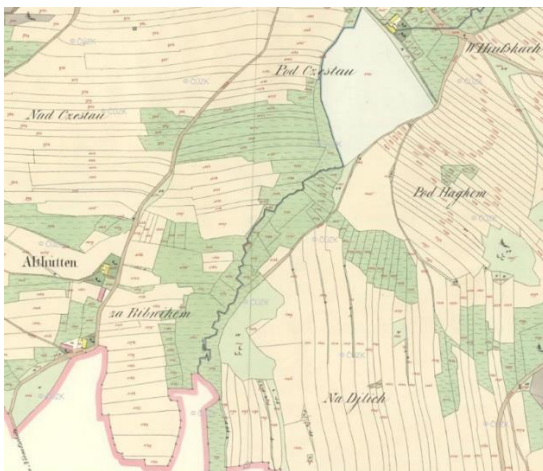
OID	CORINE	Cnt_CORINE	Sum_plocha (ha)
0	Jehličnaté lesy	6	342,576
1	Komplexní systémy kultur a parcel	1	34,974
2	Louky	1	64,063
3	Městská nesouvislá zástavba	1	48,204
4	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	1	1804,845
5	Smíšené lesy	3	430,076
6	Střídající se lesy a křoviny	8	551,805
7	Území převážně zemědělská s příměsí přirozené	3	183,626
Celková plocha v (ha)			3460,171



Obrázek 19, Rozložení Land use v celém povodí Merklínka

4.3 HISTORICKÝ VÝVOJ ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ

Z dostupných historických podkladů na portálu ČUZK v sekci Císařské povinné otisky stabilního katastru 1824 - 1843 byly zpracovány náhledy vodního toku Merklínka (ČUZK 2021). Je na nich patrný přírodnější ráz vodního toku Merklínka.



Obrázek 11, Úbočský rybník (Zdroj: Císařské povinné otisky stabilního katastru, 8164-1_5, Čechy, Archivní katalog ÚAZK Vademecum, 1837)



Obrázek 12, Všepadelský rybník (Zdroj: Císařské povinné otisky stabilního katastru, 8900-1_3, Čechy, Archivní katalog ÚAZK Vademecum, 1837)

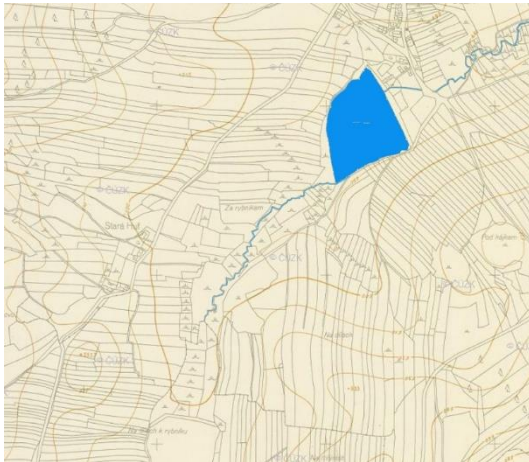


Obrázek 13, Únějovice - přítok (Zdroj: Císařské povinné otisky stabilního katastru, 8253-1_2, Čechy, Archivní katalog ÚAZK Vademecum, 1837)

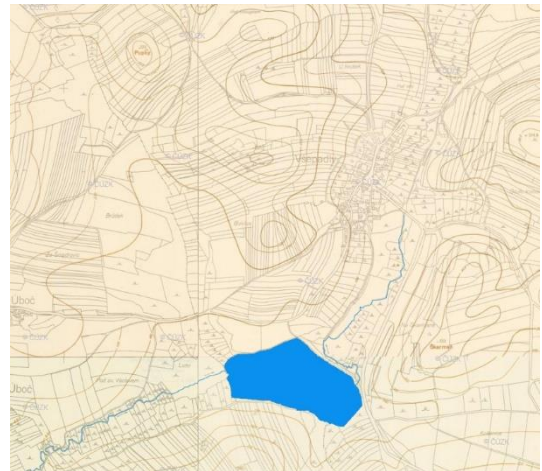


Obrázek 14, Merklínka Chocomyšl – Kaničky (Zdroj: Císařské povinné otisky stabilního katastru, 2548-1_1, Čechy, Archivní katalog ÚAZK Vademecum, 1837)

Zvýrazněním meandrů na obrázcích č. 15 a 16, které vychází z archivní fotodokumentace zpracované z náhledů vodního toku Merklínka z let 1953 (ČUZK 2021) se dá usuzovat, že původní koryto Merklínky bylo do roku 1953 od obce Němčice až do Únějovic z větší části v přirozeném korytě. V těchto letech již byly upraveny rybníky u Němčic, Úboči, Všepadel, Únějovicích i Chocomyšli do stejné podoby, jako je tomu dnes.

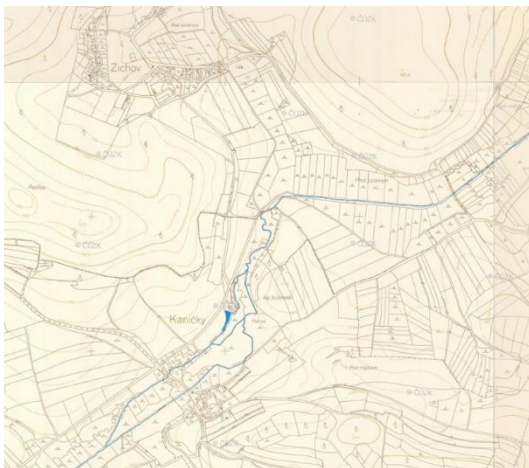


Obrázek 15, Úbočský rybník a Merklínka (Zdroj: SMO, Klatovy 9-0, 1953)

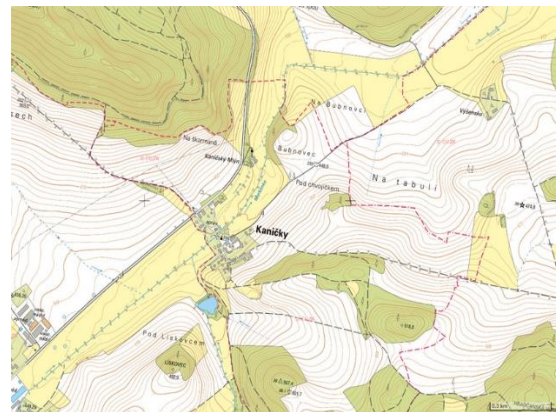


Obrázek 16, Všepadlský rybník a Merklínka (Zdroj: SMO, Klatovy 9-0, Klatovy 8-0, Klatovy 8-9, Klatovy 9-9. 1953)

Úsek vodního toku Merklínka od Chocomyšle do Kaniček byl v letech 1953 již upraven. Hlavním důvodem zásahu do vodního toku byla potřeba vybudování náhonu do mlýna v Kaničkách patrný na obrázku č. 17. Před mlýnem byl zásobní rybník, který dnes již neexistuje, stejně jako přírodní kanál do tohoto rybníka viz obrázek č. 18.



Obrázek 17, Náhon na mlýn v Kaničkách (Zdroj: SMO, Přeštice 7-8, 1952)



Obrázek 18, Zrušený náhon na mlýn v Kaničkách (Zdroj: ČÚZK Geoprohlížeč, měřítko mapy: 1 : 7 560, 2021)

4.4. POVODÍ MERKLÍNKA

Merklínka se nachází v povodí č. 1-10-02-085. Zařezává se do údolí v Chudenicko-Švihovské vrchovině. Pramení v okrese Domažlice na vrchu Koráb v Chudenické vrchovině. Celková plocha povodí Merklínky je 34601707,88 m². Několik menších pramenů klikatících se v lesním srázu se stéká do potůčku, který na spodní hraně lesa, hned vedle vodojemu obce Němčice u Domažlic, začíná nultým kilometrem již říčky Merklínka.



Obrázek 20, Pramen Merklínka nad obcí Němčice



Obrázek 21, Pramen Merklínka nad obcí Němčice

Po 1,2 km protéká obcí Němčice, kde je koryto vyhloubeno pod úroveň terénu 1,5 m. Břehy jsou nezpevněné s úhlem 45° s travním porostem. Koryto je napřímeno podél zástavby. Po 550 m protéká pod silniční komunikací a dále kopíruje vozovku ve vyzděném kameninovém korytě včetně dna. Za obcí Němčice již Merklínka pokračuje v zahluženém korytě s nezpevněnými zatravněnými břehy podél silniční komunikace. Po 600 m odbočuje prudce vlevo a po 300 m vtéká do prvního vodního díla toku Merklínky - Němčického rybníka.



Obrázek 22, Přítok Merklínky do Němčic



Obrázek 23, Pokračování Merklínky v Němčicích



Obrázek 24, Průtok Merklínky korytem v Němčicích



Obrázek 25, Pokračování Merklínky za Němčicemi



Obrázek 26, Přítok Merklínky k Němčickému rybníku



Obrázek 27, Němčický rybník

Tento rybník má rozlohu 25719,42 m². Je to průtočný rybník a je tvořen z hlavního přítoku a na druhé straně stavidla, za kterým Merklínka pokračuje dál. Jediná regulace odtoku je ručním stavidlem. Přítok je bez možné regulace. Rybník má spodní výpusť přímo do vodního koryta. Hráz je sypaná.

Za Němčickým rybníkem pokračuje Merklínka přes louky v částečně přirozených meandrech. Koryto je na mnoha místech slabě zaneseno kamením, ale stále volně průtočné bez naplavenin. Místy se vytváří lokální tůně, které však nejsou větších rozměrů. Koryto je zde částečně zahloubeno do půdní nivy. Břehy jsou zarostlé trávou zasahující až do vodního koryta. Na mnohých místech je v blízkosti keřový porost s občasným výskytem olší a dalších náletů. Okolí koryta je směrem ke druhému rybníku úkrytem pro ptactvo a drobnou zvěř. Výška hladiny se pohybuje v korytě od 10 cm do 30 cm. Místy jsou i v malé míře vymleté břehy. Dno je slabě zanesené bahnem.



Obrázek 28, Výpusť z Němčického rybníka



Obrázek 29, Merklínka směr Úbočský rybník



Obrázek 30, Merklínka směr Úbočský rybník



Obrázek 31, Merklínka směr Úbočský rybník

Na 3 km vodního toku Merklínky přechází částečně přírodní meandrování do narovnaného vodního koryta směrem na Úbočský rybník. Tento úsek je proveden zahloubením do půdní nivy a místy zpevněn kamenným vyztužením břehových linií. Merklínka zde protéká mezi loukami, které se mírně svažují směrem ke korytu. Travní porost zasahuje až do koryta. Dno je mírně zanesené bahnem a sedimenty. Oba břehy jsou až na výjimky bez keřového či stromového porostu. Zvýšený výskyt stromů, převážně olší, je až u břehových linií dalšího Úbočského rybníka.



Obrázek 32, Narovnaný úsek před Úbočským rybníkem



Obrázek 33-1, Přítok Merklínky k Úbočskému rybníku

Na 3,5 km přitéká říčka Merklínka do Úbočského rybníka. Rybník je obtočný s rozlohou 47579,20 m². Obtočné rameno je levostranné a do koryta Merklínky se vrací 100 m za spodní výpustí Úbočského rybníka. Rybník má neregulovatelný hlavní přítok s ručně ovládaným stavidlem a dvěma bezpečnostními přelivy. Pomocí obtoku je zajištěn trvalý minimální průtok korytem Merklínky. Hráz rybníka je sypaná.



Obrázek 33-2, Přítok Merklínky do Úbočského rybníka



Obrázek 33-3, Úbočský rybník

Výstup z výpustě je vyveden přímo do vodního koryta, které pokračuje v rovné linii mezi loukami. Louky se z obou stran mírně svažují k vodnímu korytu. To je zahlobeno v půdní nivě a stejně jako před Úbočským rybníkem, i zde jsou břehy s částečným kamenným zpevněním. Na březích vodního koryta jsou místy středně vysoké keře. Travnatý porost na břehových liniích zasahuje až do koryta. Dno je slabě zaneseno bahnem a sedimenty. Stejný ráz narovnaného koryta pokračuje v celé délce 1 km až k dalšímu Všepadelskému rybníku.



Obrázek 34, Výpust z Úbočského rybníka



Obrázek 35, Merklínka směr Všepadly



Obrázek 36, Merklínka směr Všepadelský rybník



Obrázek 37-1, Merklínka přítok Všepadelského rybníka

Na 4,9 km vodního toku Merklínka vtéká do dalšího vodního díla, Všepadelského rybníka. Rozloha rybníka je 75620,06 m². Tento rybník je průtočný s jedním bezpečnostním přelivem. Ruční stavidlo je se spodní výpustí. Hráz je sypaná.

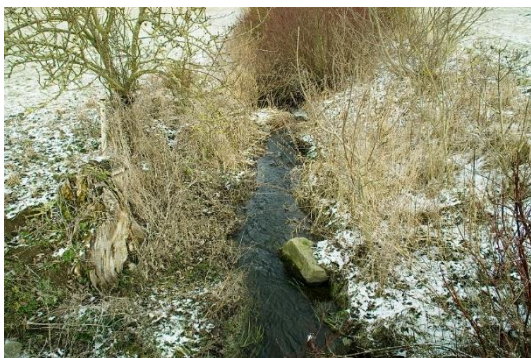


Obrázek 37-2, Merklínka přítok Všepadelského rybníka



Obrázek 38, Všepadelský rybník

Za výpustí Všepadlského rybníka Merklínka pokračuje narovnaným korytem se zpevněnými kamennými břehy. Po 650 m protéká pod silniční komunikací ve Všepadlech, kde je udělaný bezpečností obtok hlavního koryta. Dále pokračuje rovně mezi loukami. Šíře vodního koryta se pohybuje stále kolem 1 m, stejně jako hloubka mezi 20 – 40 cm. Koryto je s mírným nánosem bahna a sedimentů, čisté bez naplavenin a jiných překážek. Travní porost zasahuje až do vodního koryta. Břehy jsou bez keřového i stromového porostu.



Obrázek 39, Výpust z Všepadlského rybníka



Obrázek 40, Most ve Všepadlech



Obrázek 41, Merklínka směr Únějovice



Obrázek 42, Merklínka směr Únějovice



Obrázek 43, Merklínka směr Únějovice



Obrázek 44, Obtok Merklínky v Únějovicích

Na 7,9 km přitéká Merklínka k Únějovického rybníku s rozlohu 88244,60 m². Rybník je pravobřežně obtočný. Hlavní koryto Merklínky se 40 m za výpustí rybníka napojuje zpět do společného koryta. Pomocí propusti je vtok do rybníka regulovatelný. Únějovický rybník má dva bezpečnostní přelivy. První se napojuje do obtočného ramene Merklínky hned za hrází.



Obrázek 45, Únějovický rybník



Obrázek 46, Výpust z Únějovického rybníka a pravý přítok obtoku rybníka

Druhý přeliv je sveden do společného koryta až 400 m za hrází. Vlastní hráz rybníka je sypaná. Stavidlo je s ruční regulací.

Od Únějovického rybníka Merklínka pokračuje 0,5 km k poslednímu rybníku v Chocomyšli. Tento úsek je v přirozeném rázu koryta s meandry a menšími tůněmi. V celém úseku jsou oba břehy lemovány stromy. Travní porost je zde jen zřídka. Koryto je prostupné s mírně bahnitým sedimentem na dně. Je zde i malé množství naplavenin. Před vtokem do Chocomyšského rybníka je na celém toku Merklínky pouze zde úsek s inundačním prostorem, kde se má v případě vyšších průtoků možnost vylít z koryta bez škod na majetku. Prostor je ohraničen vyvýšenou bariérou oddělující prostor od pole, které pak stoupá až k lesu vzdáleném 100 m. Je zde i zvýšené množství hnízdících vodních i jiných ptáků.



Obrázek 47, Merklínka směr Chocomyšl



Obrázek 48, Merklínka směr Chocomyšl



Obrázek 49, Inundační prostor před Chocomyšlí



Obrázek 50, Chocomyšský rybník

Chocomyšlský rybník je na 8,7 km vodního toku Merklínky. Je průtočný s plochou 44789,14 m². Hráz je sypaná s jedním bezpečnostním přelivem u ručně ovládaného stavidla. Z rybníka je udělaná i samostatná výpust pro rybářský podnik, který pod hrází rybníka má několik betonových sádek. Za hlavní výpustí podtéká Merklínka pod silniční komunikací a pokračuje v narovnaném korytu směrem do obce Kaničky. Tento úsek je na obou březích lemovaný stromořadím. Břehy jsou nezpevněné zaříznuté do půdní nivy. Šíře toku se pohybuje mezi 2 - 4 m s bahnitým dnem. Travní porost zasahuje až do koryta Merklínky. Koryto je bez naplavenin s hloubkou 20 – 50 cm. Za obcí Chocomyšl je z pravého břehu vyvedená AČOV, do které je připojena celá obec Chocomyšl a je plánované i připojení obce Únějovice.



Obrázek 51, Výpust Chocomyšlského rybníka



Obrázek 52, Merklínka směr Kaničky



Obrázek 53, Merklínka směr Kaničky



Obrázek 54, Merklínka směr Kaničky

V Kaničkách protéká Merklínka pod nově opraveným mostem, kde je instalovaná stanice na měření výšky hladiny. Dále pokračuje upraveným korytem až do Strýčkovic.



Obrázek 55, Merklínka za mostem v Kaničkách



Obrázek 56, Merklínka směr Strýčkovice

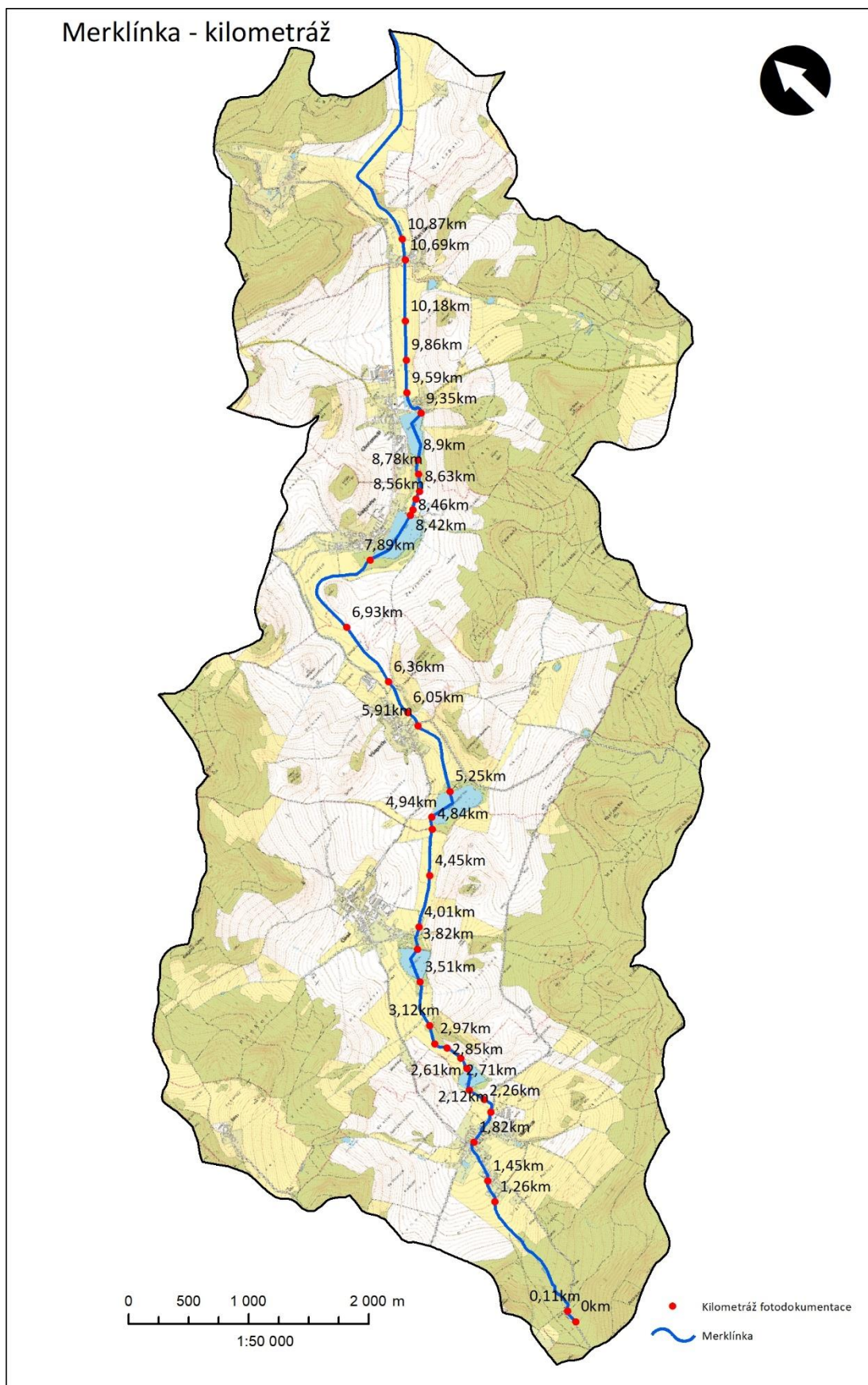
Úsek mezi obcemi Chocomyšl a Kaničky, byl v minulosti stejně jako většina vodního toku Merklínky uměle upraven. Původně meandrující ramena zde byla rozdvojena. Z důvodu výstavby Kaničského mlýna, bylo vodní koryto upraveno na hlavní koryto a náhon na mlýnské kolo. Úsek 3,6 km řeky Merklínky od mostu v Kaničkách po hranice obce Strýčkovice byl také v sedmdesátých letech 20. století zbaven přirozeného meandrování a zahlouben do nynější podoby. Důvodem k tomuto zásahu do vodního koryta byl zemědělsko-hospodářský záměr. Došlo k záboru říční nivy pro zjednodušení a rozšíření obdělávané půdy (Duras 2021). Změna krajinného rázu a zásah do životního prostředí byly převáženy lidskými potřebami.

Kilometráž Merklínky - tabulka

Tabulka 2, Kilometráž Merklínky, soupis obrazové dokumentace

Obrázek číslo	Úsek	Kilometráž	Popis
20	1	0,00	
21	2	0,11	
22	3	1,26	
23	4	1,45	
24	5	1,82	
25	6	2,12	
26	7	2,26	
27	8	2,61	Němčický rybník
28	9	2,71	
29	10	2,80	
30	11	2,85	
31	12	2,97	
32	13	3,12	
33-1	14	3,51	
33-2	14	3,51	
33-3	14	3,51	Úbočský rybník
34	15	3,82	
35	15	4,01	
36	16	4,45	
37-1	17	4,84	
37-2	17	4,84	
38	18	4,94	Všepadelský rybník
39	19	5,25	
40	20	5,91	
41	21	6,05	
42	22	6,36	
43	23	6,93	
44	24	7,89	
45	25	8,42	Únějovický rybník
46	26	8,46	
47	27	8,56	
48	28	8,63	
49	29	8,78	
50	30	8,90	Chocomyšlský rybník
51	31	9,35	
52	32	9,59	
53	33	9,86	
54	34	10,18	
55	35	10,69	
56	36	10,87	

Kilometráž Merklínky - obrazová fotodokumentace - body



Obrázek 57, Kilometráž fotodokumentace Merklínky

4.4.1 VODNÍ NÁDRŽ STRÝČKOVICE

V červnu 2019 Povodí Vltavy oživilo myšlenku na vybudování vodní nádrže Strýčkovice mezi obcemi Kaničky a Strýčkovice (č.povodí 1-10-02-087), namísto navrácení Merklínky k přirozenému a přírodě blízkému stavu. Tento projekt vodní nádrže Strýčkovice byl plánovaný již ve druhé polovině 20. století, ale nedošlo k němu. V roce 2019 Povodí Vltavy chtělo tento projekt doplnit do Generelu území chráněných pro akumulaci povrchových vod (Generel LAPV 2019). V případě realizace tohoto vodního díla by se zatopilo území od hranice obce Strýčkovice, až ke Kaničkám, resp. louky mezi obcí Kaničky a Chocomyšl. Zde by končilo maximální vzdutí hladiny vodního díla. Rozliv vodní hladiny by zasahoval i do katastrů okolních obcí Chudenic, Přetína, Křenic a Zíchova, spadajícího pod Městys Koloveč.

Tabulka 3, Parametry plánované vodní nádrže Strýčkovice mezi obcí Kaničky a Strýčkovice

Plocha povodí	42,9 km²
Celkový ovladatelný prostor Vo	16,51 mil. m³
Kóta hladiny při Vo	442,00 m n.m.
Plocha hladiny při Vo	176,1 ha
- z toho ZPF	139,9 ha
- z toho lesní plocha	34,1 ha
Výška hráze nad terénem u Strýčkovic	24 m



Obrázek 58, Odhadovaná rozloha vodní nádrže Strýčkovice při Vo 176,1 ha (Zdroj: Generel LAPV 2019)

Zastupitelé dotčených obcí se, mimo starosty Městyse Koloveč, vyjádřili k celému záměru vybudování vodní nádrže Strýčkovice negativně. Stejně negativní stanovisko mělo i více odborníků (Duras 2019). Důvodem byl především nejasný vodohospodářský význam přehrady. Nebyla by určena pro pitnou vodu, ale pouze pro blíže nezdůvodněný odběr užitkové vody. Dle předběžných odborných odhadů stávající přítok vody by ani nebyl schopný nahradit odpar z celkové plochy nádrže. Byla zde i obava na dopad stávajících místních podzemních vod. Jako nepřiměřené se jevílo i retenční využití nádrže z hlediska protipovodňové ochrany, a to hlavně s ohledem na povahu a ojedinělost místních záplav (Generel LAPV 2019).

Negativní stanovisko vydalo i OŽP MěÚ Domažlice, které se záměrem a vymezením vodní nádrže v krajině s vysokou estetickou hodnotou nesouhlasí. Dále poukazovalo i na existenci Regionálního biokoridoru - ÚTP ÚSES ČR (1996) a Krajiné památkové zóny Chudenicko, prohlášenou 1. července 1996 vyhláškou Ministerstva kultury č. 208. Zmíněná přehrada by měla přímý dopad i na kulturně historické objekty, zejména Kapli Panny Marie v Kaničkách a historického barokního Kaničského mlýna s kapličkou (Generel LAPV 2019).

Na základě zamítavého stanoviska většiny starostů dotčených obcí, byl záměr vybudování vodní nádrže Strýčkovice v roce 2020 Povodím Vltavy zastaven a nebyl zařazen do Generelu LAPV.

5. METODIKA

V metodické části byly na modelovém úseku vodního toku Merklínka pomocí získaných dat a terénním průzkumem zjištěny přírodní podmínky a hydromorfologický stav vodního toku. Dále byl navržen systém pro měření mělkých podzemních vod v blízkosti koryta Merklínky i vlastního toku. Na základě zpracovaných dat byla ověřována vzájemná spojitost výšky hladiny v korytě říčního toku a podzemní vody v údolní nivě. Měření výšky hladiny probíhalo pomocí ultrazvukového senzoru a další doplňující elektroniky v samostatně autonomních jednotkách včetně napájení. Výsledná data měření byla vyhodnocena a zpracována do grafické podoby.

5.1 METODIKA MĚŘENÍ

V obci Kaničky probíhalo měření výšky hladiny vody v půdní nivě a říčním korytě. V půdní nivě měření započalo v červnu 2020. Měření výšky hladiny v korytě Merklínky pod mostem započalo v říjnu 2020.

Měření bylo zajištěno pomocí programovatelného hardware Arduino, včetně doplňujících modulů a ultrazvukové sondy. Obě měřicí stanice byly napájeny z fotovoltaického autonomního systému. Zaznamenané výsledky z měření se ukládaly v intervalu 30 minut na paměťovou kartu SD u půdní sondy, a v intervalu 15 minut u říční sondy. Zaznamenané hodnoty z obou sond, byly dále odesílány k monitoringu i do webového prostředí Thingspeak.com. Zakreslení měřicích stanovišť v obci Kaničky je na obrázku číslo 59.



Obrázek 59, Schéma měřicích míst v Kaničkách

5.1.1 PŮDNÍ SONDA

Hladina podzemní vody byla měřena půdní sondou ve vzdálenosti 50 m od vodního toku Merklínka na lokalitě se souřadnicemi JTSK x: - 843639,64 y: - 1097082,85, na pozemku č.p. 34/1, kultura trvalý travní porost, vlastnické právo Obec Kaničky. Úroveň terénu je ve výšce 441,47 m n.m.

Půdní sonda se skládala z plastové krabice s krytím IP 68 (dále jen box), obsahující veškerou elektroniku včetně PWM solárního kontroleru s baterií, solárního panelu a PVC trubky (dále jen trubka). Vysoká ochrana IP 68 u boxu zaručovala bezpečný chod ve venkovních podmínkách.



Obrázek 60, Měření výšky hladiny vody v půdní nivě v Kaničkách

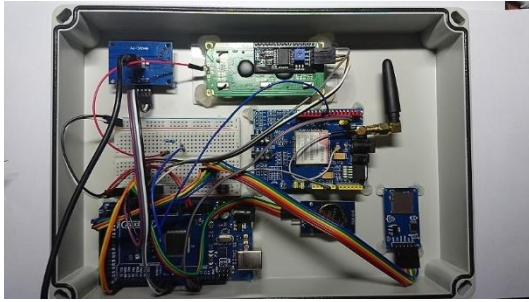
Vrt byl vyhlouben ručním vrtákem o průměru 240 mm do hloubky 2000 mm, vpažen trubkou nejprve o průměru 110 mm, později širší o průměru 130 mm. Trubka byla ve spodní části perforována otvory o průměru 6 mm, a to vždy po 4 otvorech nad sebou s rozestupem 50 mm, ve čtyřech řadách do kříže. Vznikl tak dostatek otvorů pro zajištění natečení vody z půdního profilu do trubky a vyrovnání hladiny vody ve vrtu s výškou hladiny podzemní vody v půdním profilu. Měření tak probíhalo s reálnou hladinou podzemní vody v okolním půdním profilu. Celková délka trubky byla 2500 mm, z toho 650 mm zůstalo nad povrchem. Zahloubení vlastní trubky do půdního profilu bylo 1850 mm. Konec trubky nad povrchem byl zakončen uzavíratelnou zátkou, aby mohla probíhat kontrola ultrazvukové sondy a případné ruční měření hladiny. Ultrazvuková sonda byla v trubce uložena v hloubce 1080 mm od hrdla trubky v kruhovém držáku vyrobeném v plexiskla. Držák ultrazvukové sondy měl několik otvorů (Obrázek 67, Příloha č.1), aby mohlo docházet k výměně nakondenzované vlhkosti v trubce nad hladinou vody a okolním prostředím mimo

trubku, přes odvětrávací otvor. Ten byl vytvořen v horní části pod hrdlem trubky. Půdní sonda byla obsypána materiálem, který byl vytěžen při provádění vrtu.

Vrt byl dále osazen boxem s programovatelným zařízením Arduino Mega 2560 R3 (Obrázek 70, Příloha č.2), ke kterému byly dále připojeny pomocné moduly časovače RTC DS3231 (Obrázek 73, Příloha č.3), modul záznamu na paměťovou kartu micro SD Card modul SPI (Obrázek 72, Příloha č.2), GSM modul SIM 900 GSM Shield (Obrázek 71, Příloha č.2), dvouřádkový LCD display (Obrázek 79, Příloha č.5) a vlastní ultrazvukové čidlo JSN-SR04T 2.0 (Obrázek 75, Příloha č.3). Všechny tyto moduly byly uloženy ve víku boxu (Obrázek 56). O napájení se staral autonomní fotovoltaický systém složený z fotovoltaického panelu (Obrázek 68, Příloha č.1), solárního regulátoru (Obrázek 69, Příloha č.1) a olovněné baterie 12 V / 7,2 Ah (Obrázek 78, Příloha č.4). Baterie a solární regulátor byly uloženy v těle boxu (Obrázek 62). Při dostatečném osvětlení napájel solární systém veškerou elektroniku a zároveň dobíjel baterii, která pak převzala napájení v době, kdy fotovoltaika byla mimo provoz. To nastávalo nejen v noci, ale i v době, když bylo zamračeno nebo osvětlení fotovoltaického panelu byl nedostatečný. Když byla baterie dobítá, dokázala udržet systém v chodu i několik dní bez napájení z fotovoltaického panelu.

Box s veškerou elektronikou včetně fotovoltaického regulátoru a baterie, byl připevněn ke stojanu s fotovoltaickým panelem, umístěným vedle trubky s měřicí sondou. Propojení se sondou pak bylo pomocí odpojitelného kabelu. Box byl v provedení s ochranou IP 68, aby byl dostatečně ochráněn proti vniknutí vody do vnitřních částí s elektronikou. Box a fotovoltaický panel byl přidělán na hliníkový stojan, zabudovaný v zemi vedle půdní sondy (Obrázek 60). Hliníkový stojan byl vyroben ze čtvercového dutého profilu, aby byl lehký, ale zároveň pružný při horších povětrnostních podmínkách. Horní část stojanu, na které byl přidělán fotovoltaický panel, byla upravena s náklonem cca 40° pro lepší osvětlení z dopadajícího slunečního záření. Stojan byl zapíchnutý v půdní nivě směrem na jih pro maximální napájecí výkon. Pomocí kabelových vodotěsných rychlospojek byl fotovoltaický panel připojen k solárnímu regulátoru, umístěnému v těle boxu. Všechny vstupní otvory do boxu byly provedeny ze spodní strany a osazeny voděodolnými šroubovacími průchodkami, aby se do boxu nedostala vlhkost z okolního prostředí. Solární regulátor byl umístěn co nejvíce vpravo, aby se vedle něj vešla baterie a zároveň tam zůstal i dostatečný prostor na jeho chlazení.

Propojení řídicí jednotky a všech modulů bylo provedeno kabelovými propojkami přes nepájivé kontaktní pole (Obrázek 74, Příloha č.3). Display byl napájen přes dálkové spínání analogového výstupu Arduina, aby stále nesvítil.



Obrázek 61, Měření výšky hladiny ve vrtu krabice-víko



Obrázek 62, Měření výšky hladiny ve vrtu krabice-tělo

Instalovaná hlavní řídicí jednotka Arduino Mega 2560 R3 byla naprogramována pomocí jazyka Wiring přes softwarové prostředí IDE verze 1.8.5. Programování probíhalo přes USB rozhraní pomocí notebooku s operačním systémem Windows 10 Pro. Zdrojový kód pro ovládání celého měřicího systému byl vytvářen na základě volně dostupných knihoven k jednotlivým modulům. Ty bylo potřeba programově propojit a nakonfigurovat tak, aby byla zajištěna stabilita celého systému.

Pro přenos dat na portál Thingspeak.com a vzdálenou kontrolu pomocí příkazů z nastaveného telefonního čísla, bylo potřeba do modulu GSM vložit SIM kartu s datovým tarifem mobilního operátora. Objem dat byl malý, takže stačil nejnižší tarif daného mobilního operátora. Lokální ukládání dat v půdní sondě probíhalo na SD kartu vloženou do micro SD Card modulu. Velikost SD karty byla 2 GB, aby záznam a práce s vlastní kartou byla co nejrychlejší. Pro ukládání dat byla kapacita 2 GB plně dostačující i na několik let trvajícím záznamu měření. Měření, přenos i záznam dat probíhal v pravidelném cyklu každých 30 minut.

5.1.2. ŘÍČNÍ SONDA

Hladina vodního toku Merklínka byla měřena v říčním profilu pod mostem v obci Kaničky o souřadnicích JTSK x: -843647,28 y: -1097147,51 v nadmořské výšce 440 m n.m.

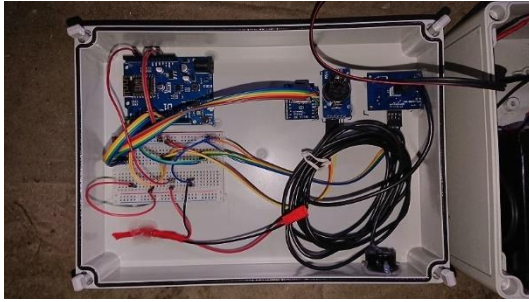
Říční sonda se skládala z plastové krabice s krytím IP 68 (box), stejné, jako u půdní sondy. Box byl osazen řídicí programovatelnou jednotkou Arduino WeMos D1 R1 (Obrázek 76, Příloha č.4), ke které byly připojeny pomocné moduly časovače RTC DS3231 (Obrázek 73, Příloha č.3), modul záznamu na paměťovou kartu SD WeMos micro SD shield (Obrázek 77, Příloha č.4) a vlastní ultrazvukové čidlo JSN-R04T 2.0 (Obrázek 75, Příloha č.3). Všechny tyto moduly byly uloženy ve víku boxu (Obrázek 59). O napájení se staral autonomní fotovoltaický systém složený z fotovoltaického panelu a solárního regulátoru identického jako u půdní sondy.



Obrázek 63, Měření výšky hladiny vodního toku Merklínka pod mostem v Kaničkách

Box s veškerou elektronikou byl umístěn na boční konstrukci mostu ve střední úrovni mostovnice, nad korytem vodního toku Merklínka. Ultrazvukové čidlo bylo umístěno do dna víka boxu (Obrázek 64) a směřovalo kolmo dolů do koryta toku. Průřez koryta v měřicím místě pod silničním mostem je lichoběžníkovitého profilu vydlážděn vypárovanými žulovými kostkami v betonové konstrukci (Obrázek 63). V těle boxu byl umístěn solární regulátor co nevíce vpravo, aby se vedle něj vešla baterie a zároveň tam zůstal i dostatečný prostor na jeho chlazení (Obrázek 65). Přívod od fotovoltaického panelu byl proveden z boční strany boxu a osazen voděodolnou šroubovací průchodkou, aby se do boxu nedostala vlhkost z okolního prostředí. U fotovoltaického panelu bylo propojení s boxem provedeno pomocí vodotěsných rychlospojek. Stojan, na kterém byl přidělaný fotovoltaický panel, byl zabudovaný v zemi na levém břehu koryta vodního toku Merklínka pod mostem ve vzdálenosti 10 m od boxu umístěného na mostovnici (Obrázek 63). Hliníkový stojan byl vyroben stejně jako u půdní sondy ze čtvercového dutého profilu, aby byl lehký, ale zároveň pružný při horších povětrnostních podmínkách. Horní část stojanu, na které byl přidělaný fotovoltaický panel, byla upravena také s náklonem cca 40° pro lepší osvit z dopadajícího slunečního záření. Stojan byl zapíchnutý v půdní nivě směrem na jih pro maximální napájecí výkon.

Propojení řídicí jednotky a všech modulů bylo provedeno kabelovými propojkami přes nepájivé kontaktní pole (Obrázek 74, Příloha č.3). Pro monitorované měření napětí baterie byl instalován v boxu napěťový dělič s rozlišením 1 V pro orientační kontrolu kapacity olověné baterie. Tento údaj byl přenášen i na webový portál Thingspeak.com.



Obrázek 64, Měření výšky hladiny Merklínky krabice-1



Obrázek 65, Měření výšky hladiny Merklínky krabice-2

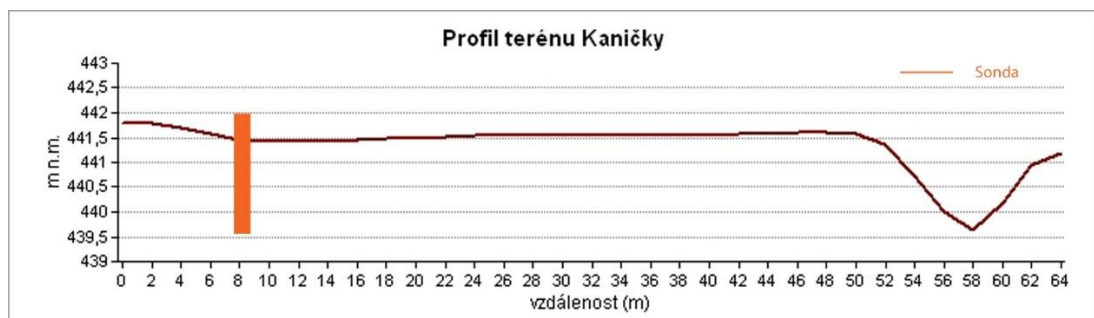
Instalovaná hlavní řídicí jednotka Arduino WeMos D1 R1 byla naprogramována pomocí jazyka Wiring přes softwarové prostředí IDE verze 1.8.5. Programování probíhalo přes USB rozhraní pomocí notebooku s operačním systémem Windows 10 Pro. Zdrojový kód pro ovládání celého měřicího systému byl vytvářen na základě volně dostupných knihoven k jednotlivým modulům. Ty bylo potřeba programově propojit a nakonfigurovat tak, aby byla zajištěna stabilita celého systému.

Pro přenos dat na portál Thingspeak.com bylo využito WiFi modulu, který je součástí řídicí jednotky Arduino WeMos. Řídicí jednotka se tak připojila na vytvořenou WiFi síť z obecního úřadu v obci Kaničky, která tam pro přenos dat byla vybudována.

Lokální ukládání dat v říční sondě probíhalo na SD kartu vloženou do SD WeMos micro SD shieldu. Velikost SD karty byla 2 GB, aby záznam a práce s vlastní kartou byla co nejrychlejší. Pro ukládání dat byla kapacita 2 GB plně dostačující i na několik let trvajícím záznamu měření. Měření, přenos i záznam dat probíhal v pravidelném cyklu každých 15 minut.

5.2 DIGITÁLNÍ MODEL TERÉNU (DMR)

Graf terénu byl vytvořen na základě 3D analýzy digitálního modelu terénu DMR 5g dostupného z databáze ČÚZK (www.cuzk.cz). Na obrázku č. 61 je zakreslené zahlobení půdní sondy na měření hloubky hladiny vody v půdní nivě ve vzdálenosti 50 m od koryta Merklínky. Spodní část pažení zasahuje pod hladinu vodního toku Merklínka.



Obrázek 66, Zakreslené zahlobení půdní sondy a koryta Merklínky v Kaničkách

5.3 MĚŘENÍ HODNOT

Zaznamenané hodnoty z výsledných měření byly získány měřením dat půdní sondou a měření výšky hladiny v korytě Merklínky pod mostem v Kaničkách říční sondou. Na základě vyhodnocení profilu koryta a poměrových údajů získaných z plánů, bylo možno vypočítat průtočné množství dle měnící se výšky hladiny vodního toku (Kudrna 1985).

Na mostě probíhalo měření výšky hladiny vodního toku Merklínka říční sondou instalovanou přímo v boxu. Zaznamenané údaje se ukládaly na SD kartu měřícího zařízení. Po stažení dat bylo potřeba všechny údaje překontrolovat a vyřadit nekorektní hodnoty, které vznikají při průchodu ultrazvuku mezi měřící sondou a vodní hladinou. V případě, že se při měření, které probíhalo v 15 minutovém intervalu, dostalo cokoliv do kužele ultrazvuku, byl odraz zaznamenán a chybně uložen, jako výška hladiny vodního toku Merklínka.

U půdní sondy byla data stejně jako u říční sondy zaznamenávána na SD kartu. Následným stažením dat a podrobením analýze bylo také potřeba odstranit chybné údaje vzniklé při měření. Bylo by možné i kompenzovat měření ultrazvukové sondy pro danou teplotu při použití měření teploty v prostoru šíření ultrazvukových vln a následné korekci dle tabulkových hodnot prostupnosti ultrazvuku vzduchovou vrstvou. Znamenalo by to podstatnou úpravu zdrojového programovacího kódu a další rozšíření o modul měření teploty. Vzhledem k orientačnímu měření vody v půdní sondě byly hodnoty i bez těchto kompenzací dostačující.

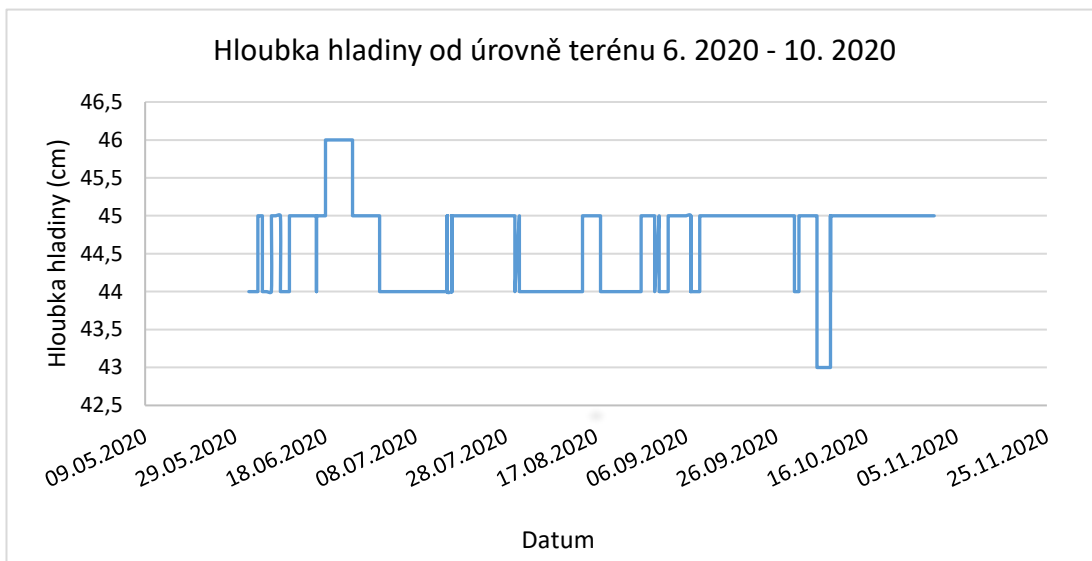
Naměřená data byla přenesena do Excelu, kde se musela vyčistit od chybně naměřených hodnot. Pro vhodnější analýzu i přehlednost byly následně s pomocí funkcí vytvořeny tabulky a grafy.

Výpočty průtoků v profilu koryta vodního toku Merklínka pod mostem v Kaničkách, byly provedeny na základě vyžádaných stavebních výkresů z Obce Kaničky, po rekonstrukci mostu poškozeného při povodni v roce 2016. Získaná data o korytě byla dosazena do výpočtů Chézyho rovnice.

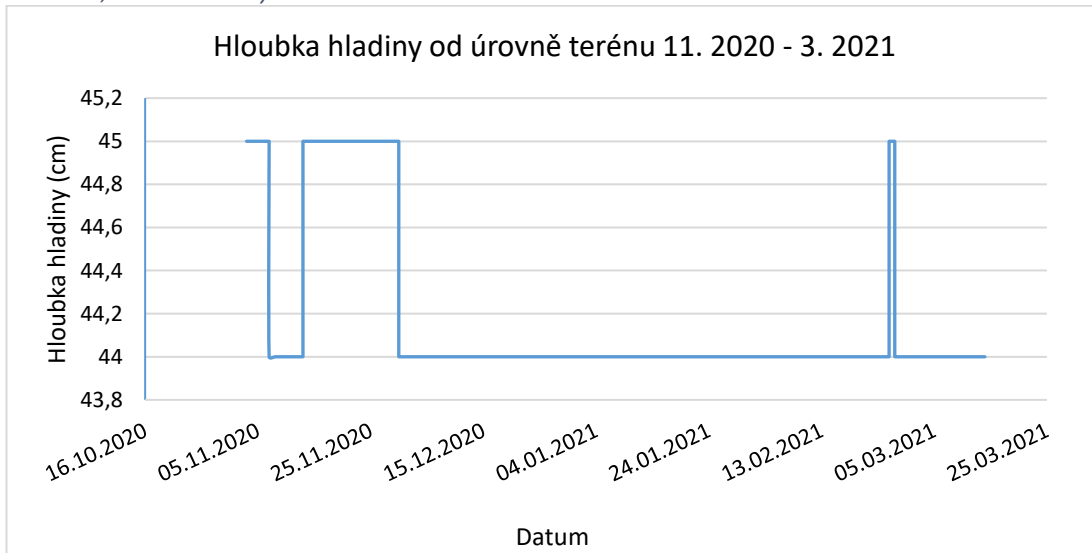
6. VÝSLEDKY

V tabulce č. 4 je graficky znázorněna hloubka hladiny v údolní nivě v období 6 – 10. 2020 a následně v tabulce č. 5 za období 11. 2020 – 3. 2021. V tabulce č. 11 jsou pak tyto naměřené hodnoty převedeny do průměrných hodnot daného období měřených půdní sondou v údolní nivě měřeného vrtu.

Tabulka 4, Hloubka hladiny od úrovně terénu 6. 2020 - 10. 2020



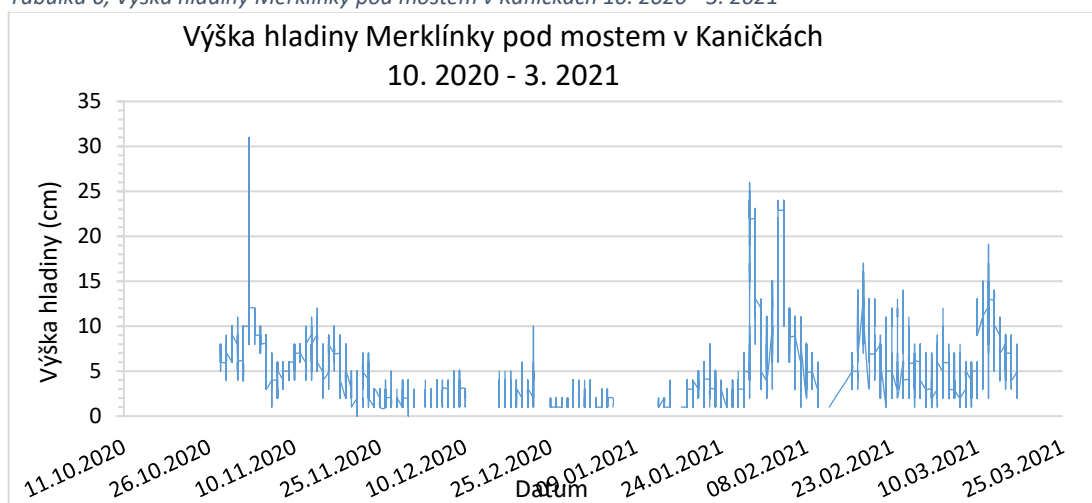
Tabulka 5, Hloubka hladiny od úrovně terénu 11. 2020 - 3. 2021



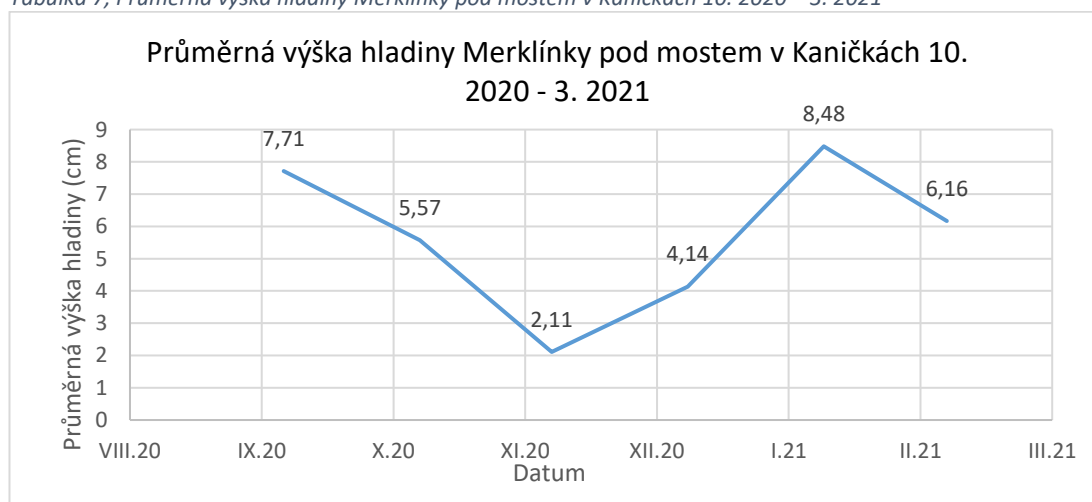
V tabulce č. 6 je záznam hodnot výšek hladiny vodního toku Merklínka od září 2020 do března 2021. V tabulce č. 7 jsou pak tyto hodnoty převedeny do průměrných hodnot v daném období a v tabulce č. 8 na průměrný průtok v korytě za dané období.

Tabulka č. 9, ukazuje průtoky v profilu koryta v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ při dané výšce hladiny vodního toku Merklínka. Z těchto údajů byla vytvořena i následně tabulka č. 10, která zobrazuje konsumční křivku.

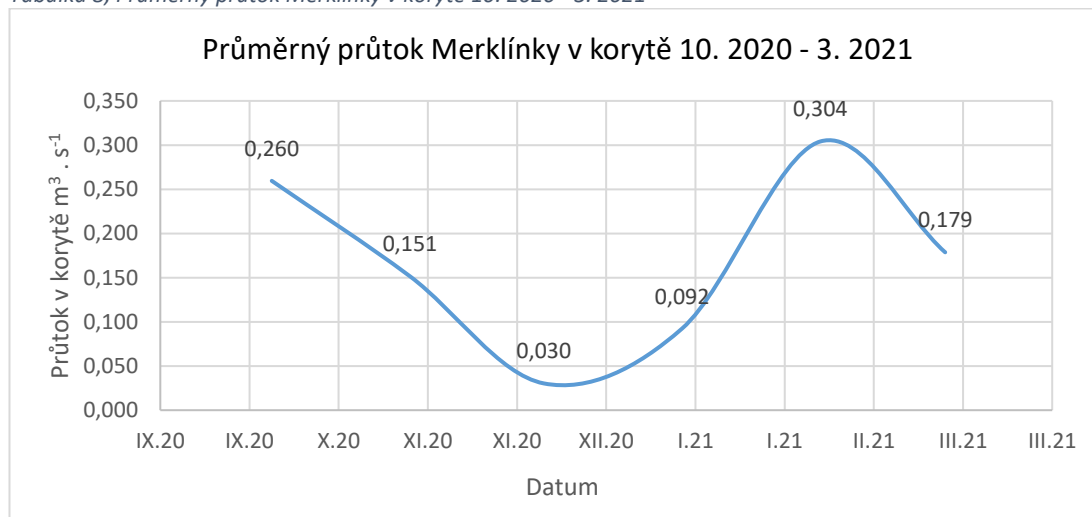
Tabulka 6, Výška hladiny Merklínky pod mostem v Kaničkách 10. 2020 - 3. 2021



Tabulka 7, Průměrná výška hladiny Merklínky pod mostem v Kaničkách 10. 2020 - 3. 2021



Tabulka 8, Průměrný průtok Merklínky v korytě 10. 2020 - 3. 2021



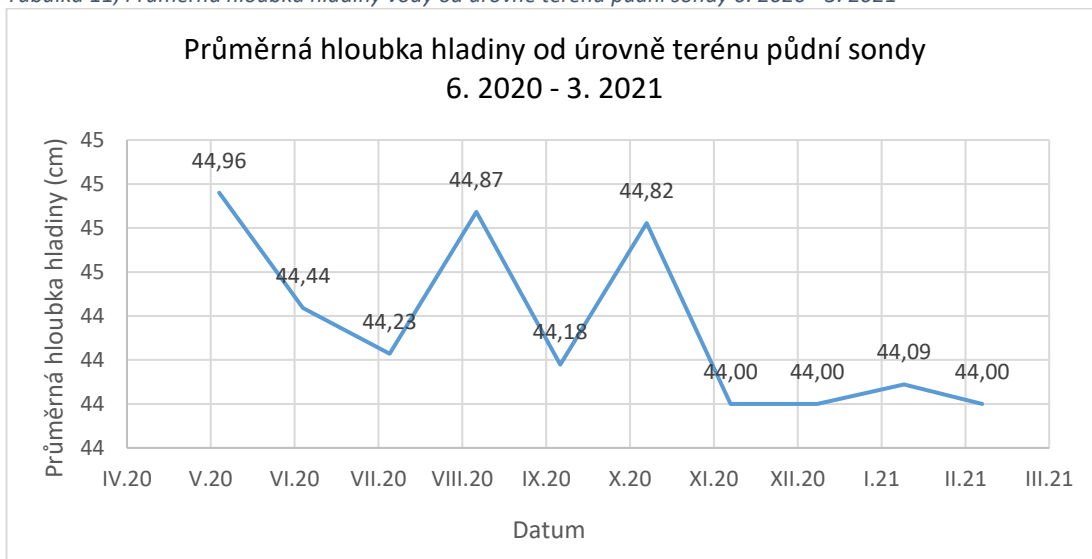
Tabulka 9, Výpočet průtoků v korytě Merklínky pod mostem v Kaničkách dle výšky hladiny

Výška sloupce vody (cm)	h (m)	O (m)	S (m ²)	R	$R^{1/6}$	n	C	v (m · s ⁻¹)	Q (m ³ · s ⁻¹)
1	0,01	3,8283	0,0381	0,0100	0,4638	0,0250	18,5515	0,2267	0,0086
2	0,02	3,8566	0,0764	0,0198	0,5202	0,0250	20,8070	0,3587	0,0274
3	0,03	3,8849	0,1149	0,0296	0,5561	0,0250	22,2442	0,4685	0,0538
4	0,04	3,9131	0,1536	0,0393	0,5830	0,0250	23,3187	0,5658	0,0869
5	0,05	3,9414	0,1925	0,0488	0,6046	0,0250	24,1837	0,6546	0,1260
6	0,06	3,9697	0,2316	0,0583	0,6228	0,0250	24,9109	0,7369	0,1707
7	0,07	3,9980	0,2709	0,0678	0,6385	0,0250	25,5400	0,8142	0,2206
8	0,08	4,0263	0,3104	0,0771	0,6524	0,0250	26,0953	0,8874	0,2754
9	0,09	4,0546	0,3501	0,0863	0,6648	0,0250	26,5930	0,9571	0,3351
10	0,1	4,0828	0,3900	0,0955	0,6761	0,0250	27,0444	1,0237	0,3992
15	0,15	4,2243	0,5925	0,1403	0,7208	0,0250	28,8325	1,3225	0,7836
20	0,2	4,3657	0,8000	0,1832	0,7537	0,0250	30,1462	1,5805	1,2644
25	0,25	4,5071	1,0125	0,2246	0,7797	0,0250	31,1872	1,8104	1,8330
30	0,3	4,6485	1,2300	0,2646	0,8012	0,0250	32,0498	2,0191	2,4835
35	0,35	4,7899	1,4525	0,3032	0,8197	0,0250	32,7862	2,2112	3,2118
40	0,4	4,9314	1,6800	0,3407	0,8357	0,0250	33,4285	2,3896	4,0146
45	0,45	5,0728	1,9125	0,3770	0,8499	0,0250	33,9979	2,5567	4,8896
50	0,5	5,2142	2,1500	0,4123	0,8627	0,0250	34,5092	2,7140	5,8350
55	0,55	5,3556	2,3925	0,4467	0,8743	0,0250	34,9730	2,8629	6,8494
60	0,6	5,4971	2,6400	0,4803	0,8849	0,0250	35,3975	3,0044	7,9316
65	0,65	5,6385	2,8925	0,5130	0,8947	0,0250	35,7886	3,1394	9,0807
70	0,7	5,7799	3,1500	0,5450	0,9038	0,0250	36,1514	3,2686	10,2962
75	0,75	5,9213	3,4125	0,5763	0,9122	0,0250	36,4896	3,3927	11,5775
80	0,8	6,0627	3,6800	0,6070	0,9202	0,0250	36,8064	3,5120	12,9243
85	0,85	6,2042	3,9525	0,6371	0,9276	0,0250	37,1043	3,6271	14,3363
90	0,9	6,3456	4,2300	0,6666	0,9346	0,0250	37,3856	3,7384	15,8134
95	0,95	6,4870	4,5125	0,6956	0,9413	0,0250	37,6521	3,8461	17,3555
100	1	6,6284	4,8000	0,7242	0,9476	0,0250	37,9052	3,9506	18,9627

Tabulka 10, Konsumční křivka průtoků Merklínky pod mostem v Kaničkách



Tabulka 11, Průměrná hloubka hladiny vody od úrovně terénu půdní sondy 6. 2020 - 3. 2021



7. DISKUZE

Povodí Merklínky je odvodňováno vodním tokem Merklínka. Významnou akumulační schopnost představuje v povodí Merklínka 24 vodních ploch o celkové výměře více jak 30 ha. Vzhledem k charakteristice povodí Merklínka jsou záplavová území při Q_5 i Q_{20} téměř identická. Až při Q_{100} dochází v okolí Všepadel, Chocomyšle a hlavně v Kaničkách k větším rozlivům mimo koryto vodního toku, nežli při Q_{20} .

Jak se zmiňuje Kovář (1976), byly v minulosti budovány na vodních tocích systémy plošného odvodnění, které s největší pravděpodobností stály i za zhoršením hydromorfologického stavu a narovnáním vodního koryta v celém povodí Merklínka. Tyto soustavy jsou dnes již neudržované, ale stále ovlivňují vodní režim v údolní nivě.

Z historických podkladů bylo zjištěno, že zásahy do vodního toku Merklínka probíhaly již před rokem 1837. Zájmový úsek, který byl od pramene po 11 km vodního toku Merklínka, prošel až na malou část mnoha zásahy lidské činnosti. Při detailnějším pohledu na okolí koryta Merklínky, jsou ještě dnes patrné původní trasy a meandry toku. Dle dochovaných mapových záznamů se dá usuzovat, že kromě budování rybníční soustavy na vlastním toku Merklínky, byl větší zásah do 50. let 20. století pouze mezi 9 až 14 kilometrem k hranici obce Strýčkovice. Další zásahy již do celého vodního toku Merklínka následovaly v době kolektivizace.

Rovné kanály propojující rybníční soustavu jsou až na solitérní keře a stromy zbaveny veškeré zeleně. Na březích koryta najdeme většinou travní byliny a kopřivy, místo vyvinutých břehových porostů, potočních luhů a pásu dřevinné vegetace.

V obci Kaničky bylo instalováno měřicí zařízení výšky hladiny vodního toku Merklínka pod mostem pomocí říční sondy. Druhé měření probíhalo ve vzdálenosti 50 m od vodního koryta Merklínka pomocí půdní sondy a zaznamenávalo hloubku vodní hladiny v údolní nivě. Porovnáním měření výšky hladiny v korytě a hloubky hladiny v půdní sondě mělo prokázat vzájemnou spojitost.

V průběhu měření, které započalo 1. 6. 2020 instalováním půdní sondy, se však ukázalo, že navržený průměr 110 mm u PVC trubky, která byla instalována v půdní nivě do hloubky 1850 mm, je nedostatečný. Docházelo tak často k chybným měřením způsobeným odrazem od kondenzované vody na stěnách. Nepomohla ani úprava uložení ultrazvukové sondy do držáku s odvětrávacími otvory. Začátkem července 2020 tak došlo k výměně PVC trubky za širší s průměrem 130 mm. Ta už vykazovala menší chybovost měření. Došlo ještě k úpravě držáku ultrazvukové sondy s většími odvětrávacími otvory (Obrázek 67, Příloha č.1). V průběhu provozu půdní sondy se také ukázalo, že některé ultrazvukové sondy nejsou vhodné pro dané nasazení, i když v technické parametry vyhovovaly. Došlo k výměně tří typů, nežli se

povedlo zajistit stabilnější výsledky s JSN-SR04T (Obrázek 75, Příloha č.3). Při hledání vhodných ultrazvukových sond započalo i testování nového, v pořadí již čtvrtého modelu. Ten zatím nebyl nasazen z důvodu vynucené změny celého programovacího skriptu, který musí projít dále testováním na stabilitu programu. S nasazením nového ultrazvukového čidla je ale počítáno, protože i když JSN-SR04T má lepší vlastnosti než předešlé modely, musí se stále fyzicky kontrolovat a očišťovat nakondenzovaná vlhkost. U říční sondy se model JSN-SR04T osvědčil. U této měřicí stanice není nutná žádná fyzická kontrola. Co se však poslední měsíc u říční sondy projevuje, je záznam nekorektních hodnot v určitých hodinách přes den. Je to asi způsobené úhlem osvětlení Slunce do ultrazvukového kanálu pod sondou. Bude se to řešit lepším zastíněním výstupu ultrazvukového čidla proti okolnímu záření pomocí nalepené clony. Jak se to projeví na měření bude teprve zkoumáno.

Jako zcela dostatečně fungující se ukázalo navržené autonomní fotovoltaičké systému u obou měřicích stanic. A to pro napájení veškeré použité elektroniky, tak i instalovaného záložního akumulátoru s kapacitou 7,2 Ah (Obrázek 78, Příloha č.4). Výkon instalovaného fotovoltaičké panelu (Obrázek 68, Příloha č.1) byl vhodný pro dané nasazení. Pro testovací účely byl u říční sondy použitý a dodatečně instalovaný dělič napětí, který měřil stav nabití baterie s rozlišením 1 V. Na základě odesílaných dat bylo tak možné kontrolovat kapacitu baterie na dálku. U půdní sondy, říční sonda jej už neobsahovala, se při provozu ukázalo, že není potřeba instalovaný display, který je také jako ostatní moduly spotřebičem kapacity baterie při záložním provozu. Původní myšlenka byla možná kontrola vizuálním pohledem na display, což se neukázalo jako potřebné.

Moduly na měření a udržení času (Obrázek 73, Příloha č.3), modul záznamu dat na SD kartu (Obrázek 72 a 77, Příloha č.2 a č.4) i GSM modul (Obrázek 71, Příloha č.2) fungovaly bez problémů. Osvědčila se jejich stabilita v rozdílných klimatických podmínkách i při výpadku napájení.

Trochu neznámou bylo použití nepájivého pole (Obrázek 74, Příloha č.3) na propojení všech komponent v měřicích stanicích v takto složitých provozních podmínkách. Důvod jeho použití tkvěl v tom, že lze velice rychle a operativně vyměnit daný modul v případě jeho poškození, a to i bez potřeby pájek nebo jiných energeticky náročných zařízení. Svorkovnicový systém by byl také použitelný, ale nepřehledný. Díky zajištění instalovaných boxů proti vniknutí vlhkosti dovnitř, nedošlo ani k žádnému problému s kontakty v rámci nepájivého pole. Ukázalo se, že je zcela vyhovující i pro tento typ použití.

Data z měření byla zasílána pro kontrolu na webový portál Thingspeak.com, včetně již zmíněné kapacity baterie. Vizuálně se tak dalo kontrolovat, jak měřicí

stanice pracují a zda odesílají i měří správné údaje. Jelikož je portál Thingspeak.com v omezené míře zdarma, je vhodnou variantou na monitoring i s touto omezenou bezplatnou verzí, která by šla kdykoliv rozšířit o větší záznamové schopnosti i snímání více údajů včetně archivace.

8. ZÁVĚR

Na základě zpracovaných a dostupných dat i terénního průzkumu bylo zjištěno, že povodí Merklínky prošlo v minulosti zásadní proměnou spojenou s lidskou činností. Zrušení meandrování toku nebylo jediné, čím se hospodaření na okolních nivách podepsalo. Došlo i ke zrušení několika rozvětvených ramen Merklínky, které dle dostupných mapových a dalších podkladů byly její součástí ještě před rokem 1837. Snížení vodní kapacity koryta i zádrže rozlivných inundačních ploch zásadně ovlivnilo chování toku při povodňových situacích. Významný dopad na stav Merklínky má i skutečnost, že mezi 2 a 9 km vodního toku Merklínka je vybudována soustava pěti rybníků. Tato vodní díla zásadně ovlivňují vodní tok Merklínka, a to i proto, že pouze dva z nich jsou obtočné. Kromě zásahu do schopnosti autonomně přetvářet a měnit charakteristiku vlastního toku, je zde zřejmý dopad na život pod hladinou i mimo ni. Nelze opomenout i fakt, že u přirozeně meandrujících toků je pestrá skladba fauny a flóry i mimo koryto vlastního toku. To ale není příklad Merklínky s výjimkou několika málo úseků.

Mezi obcemi Kaničky a Strýčkovice jsou rozlehlé louky, přes které dříve Merklínka meandrovala a měla zde dostatek prostoru na akumulaci přívalové vody při vylití z koryta. Narovnaním toku došlo k již uvedeným změnám, ale i k urychlení průtoku do obce Strýčkovice. To zkrátilo čas reakce na protipovodňová opatření. V roce 2019 Povodí Vltavy rozhodlo, že se pokusí vybudovat vodní nádrž Strýčkovice. Tento záměr se neseťkal s kladným přijetím starostů dotčených obcí. Jelikož úsek mezi Kaničkami a Strýčkovicemi není intenzivně obděláván, ani zde není zástavba a v okolí vodního toku jsou louky, bylo by zde možné uvažovat o revitalizačních opatřeních vodního toku Merklínky v celém úseku.

Hlavním záměrem bakalářské práce bylo zjistit, zda výška hladiny vodního toku Merklínka ovlivňuje výšku hladiny vody v údolní nivě v blízkosti jejího koryta.

Bylo navrženo měřicí místo toku Merklínka a vybudován vrt pro měření hladiny povrchové vody v obci Kaničky. Dále bylo navrženo originální měřicí zařízení na principu přímého měření hladiny povrchové nebo podzemní vody pomocí ultrazvuku. Měření hladiny povrchové i podzemní vody bylo provedeno v katastrálním území obce Kaničky v povodí Merklínka v období červen 2020 až březen 2021 u půdní sondy a říjen 2020 až březen 2021 u říční sondy. Říční sondou byla hladina Merklínky měřena pod mostem v Kaničkách, voda v půdním profilu pak v 50. metrové vzdálenosti od koryta Merklínky pomocí půdní sondy. Měření vody v půdním profilu ukázalo, že při běžných klimatických podmínkách je změna hladiny podzemní vody minimální i s ohledem na roční období. Měřené hodnoty se významně nelišily od

začátku měření v červnu roku 2020, až po březen roku 2021. Malé odchylky naměřených hodnot spadají spíše do rozsahu citlivosti ultrazvukového čidla a teploty, při které docházelo k měření. I při významnějších deštích v období měření hladiny vodního toku Merklínka svůj průtok příliš neměnila. V případě zvýšeného průtoku byl tento v trvání několika hodin zase stabilizován na běžné hodnoty.

Obě měřicí sondy napájel autonomní fotovoltaický systém, který se osvědčil a fungoval spolehlivě. Hlavním problémem měření se ukázaly ultrazvukové sondy. Za období červen 2020 až listopad 2020 došlo k výměně 3 typů ultrazvukových čidel. Docházelo u nich při delším provozu k zachytávání vlhkosti na vysílacím senzoru, který pak chybně odrážel ultrazvukové vlny zpět do přijímače a zaznamenával nekorektní hodnoty. To se projevovalo hlavně při měření v půdní sondě. Tam také docházelo k odrazům z nakondenzované vlhkosti na stěnách trubky, ve které byla sonda instalována. Výměnou za trubku s větším průměrem a úpravou držáku ultrazvukové sondy, se tyto odrazy zmenšily. Až poslední varianta čidla vykazovala menší chybovost.

Vyhodnocením naměřených dat, tabulka č. 4, 5, 6, 7, 8 a 11, bylo zjištěno, že hladina vodního toku Merklínky neovlivňuje výšku hladiny podzemní vody ve zřízeném hydrologickém vrtu, a naopak za normálních podmínek hydraulický gradient směřuje od vrtu směrem k vodnímu toku Merklínky.

Podle výpočtů může hladina Merklínky ovlivnit hladinu podzemní vody ve zřízené půdní sondě za předpokladu dosažení stavu Q_5 a vyšší. Tuto hypotézu však nebylo možné ověřit, protože ve sledovaném období nebylo průtoku Q_5 dosaženo.

V bakalářské práci bylo na základě prokázaných analýz a měření dosaženo následujících dílčích závěrů:

1. Hladina vody v půdní sondě byla po celou dobu měření vyšší než hladina ve vodním toku Merklínka.
2. Při vyšších vodních stavech v korytě Merklínky nebylo zaznamenáno úměrné zvýšení vodní hladiny v půdní sondě.
3. V průběhu měření nenastal vyšší stav hladiny Merklínky v korytě vodního toku s déle trvající amplitudou, aby bylo možné lépe pozorovat vzájemný vztah vodní hladiny v půdní sondě a výšky hladiny v korytě Merklínky.

Z výše uvedených dílčích závěrů vyplývá, že za normálních průtoků není ve zvolené lokalitě hladina podzemní vody ovlivňována vodním tokem Merklínka. Úpravou koryta Merklínky došlo ke zhoršení hydromorfologického stavu v okolí vodního toku, a to se projevuje tím, že dochází k drenování půdní nivy směrem do vodního toku. K potvrzení tohoto jevu by přispělo, kdyby tato metoda měření byla nasazena kromě

upraveného vodního toku jako je Merklínka, kde je zhoršený hydromorfologický stav, i na přirozený vodní tok a došlo k porovnání výsledných měření.

K lepším výsledkům měření výšky hladiny vody v půdní nivě, by přispělo také nainstalování více měřících sond ve stejné vzdálenosti od vodního koryta Merklínky a v přiměřené vzdálenosti od sebe. Tím by se mohly získané výstupy lépe analyzovat.

Ze starých mapových podkladů také vyplývá, že ve vzdálenosti necelých 50 m od zahloubené půdní sondy vedl přítok do mlýna v Kaničkách, který je dnes již zasypaný. Může tak stále docházet k nadržení vody oproti výšce hladiny v korytě Merklínky. To by vysvětlovalo i to, že výška hladiny ve vrtu byla trvale nad hladinou výšky Merklínky v jejím stávajícím korytě. Zásobní a akumulární rybník v blízkosti mlýna v Kaničkách, který je nyní také již zasypaný, byl stejně jako hladina v půdní sondě nad hladinou Merklínky v korytě. Dalším důvodem vyšší hladiny v půdní sondě může být syčení prameny z okolního kopce Radlice. V blízkosti mlýna v Kaničkách je přítok do menší tůně, která je i v období sucha stále dostatečně zásobená vodou. V zimě pak i vzhledem k vyššímu proudění přítoku nezamrzá.

Na velké části narovnaného vodního toku Merklínka, by stále bylo možné navrátit koryto do přirozeného meandrujícího toku a zlepšit její hydromorfologický stav. Bylo by ale třeba udělat nezbytné porovnání hydraulických charakteristik území jako podkladu k návrhům revitalizačních opatření zaměřených na posílení retenčních schopností území z hlediska odtoku srážkových vod, a to i s ohledem na to, že v minulosti bylo území meliorováno dle obrázku číslo 9. S pomocí vhodných projektů pak oslovit místní starosty a Povodí Vltavy. Tak, jak si dnes všichni uvědomují důležitost navrácení vody do krajiny, vyvstává zde velký potenciál pro kladné přijetí.

9. LITERATURA

9.1 ODBORNÉ PUBLIKACE

Balatka B., Kalvoda J., 2010: *Vývoj údolí Sázavy v mladším Kenozoiku*. Česká geografická společnost, Praha.

Barteková T., Musil J., Daněk T., Barankiewicz M., 2017: *Monitoring katadromní migrace úhoře říčního*. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, v.v.i., Praha.

Bezdíček V., 1959: *Úprava vodních toků*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.

Cílek V., Just T., Sůvová Z., Mudra P., Rohovec J., Zajíc J., Dostál I., Havel P., Storch D., Mikuláš R., Nováková T., Moravec P., 2017: *Voda a krajina*. Nakladatelství Dokořán, s.r.o., Praha

Dana J. D., 1850: *On Denudation in the Pacific*. American Journal of Science, Series 2, 9: 48–62.

Fryirs A. K., Brierley G. J., 2013: *Geomorphic analysis of river systems: an approach to reading the landscape*. Blackwell Publishing Ltd., West Sussex, UK.

Gilbert G. K., 1914: *The transportation of débris by running water*. United States Geological Survey Professional Paper. Government printing office, Washington, D. C.

Hansen H. D., 1996: *River Restoration - Danish Experience and Examples*. Ministry of Environment and Energy, Danish Environmental Protection Agency, European Centre for River Restoration, Danmark.

Just T., Matoušek V., Dušek M., Fischer D., Karlík P., 2005: *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. 3. ZO ČSOP Hořovicko, Praha.

Kern K., 1994: *Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung*. Springer Verlag Heidelberg, Berlin.

Kovář P., 1976: *Úpravy toků*. VŠZ, Praha 1976.

Kovář P., Pech P., 1996: *Modelling Floods with Respect of Changes in Land Use on Small Catchments*. In *Proceedings INTERPRAEVENT* (Vol. 96, pp. 91-100).

Kozák J., Němeček J., 2009: *Atlas půd České republiky*. Vydalo Mze ČR ve spolupráci s ČZÚ v Praze, Praha.

Kubeš J., 1996: *Plánování venkovské krajiny*. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Ostrava.

Kudrna K., 1985: *Zemědělské soustavy*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Leopold L. B., Wolman M. G., 1957: *River Channel Patterns – Braided, Meandering and Straight*. Professional Paper, United States Geological Survey, Washington

Leopold L. B., Wolman M. G., Miller J. P., 1964: *Fluvial Processes in Geomorphology*. W. H. Freeman, San Francisco.

Maleňák J., Šlezinger M., Podsedník O., 2002: *Vodní stavby I: úpravy toků, jezy, vodní cesty a plavba*. Akademické nakladatelství CERM, Učební texty vysokých škol, Brno.

Mergl M., Vohradský O., 2000: *Vycházky za geologickými zajímavostmi Plzně a okolí*. Koura Publishing, Mariánské lázně.

Neuhäuslová, Z., Neuhäuslová Z., Blažková D., Grulich V., Husová M., Chytrý M., Jeník J., Jirásek J., Kolbek J., Kropáč Z., Ložek V., Moravec J., Prach K., Rybníček K., Rybníčková E., Sádlo J., dotisk 2001: *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky*. Academia, Praha.

Otto A., Braukmann U. 1983: *Typology of water courses in rural districts*. Schriftenreihe des Bundesministers fuer Ernährung, German.

Plenkner V., Hans M., Düsing E., 1887: *Uplavnění řek methodou kanalisační a předběžná studia k regulaci řek vůbec se zvláštním zřetelem na řeky české*. Nákladem spisovatele, Praha.

Powell J.W., 1875: *Exploration of the Colorado River of the West and its Tributaries*. Government Printing Office, Washington, D. C.

Quitt, E., 1971: *Klimatické oblasti Československa*. Academia, Praha.

River Restoration Centre, 2002: *Manual of river restoration techniques*. Silsoe Beds, UK.

Rosgen D. L. A., 1994: *A Classification of natural rivers*. Catena, 22: 69-99

Šindlar M., 1999: *Revitalizace toků a jejich niv jako součást protipovodňové ochrany*. Sborník konference Krajnotvorné programy, Příbram.

Šindlar M., Zapletal J., Pelíšek I., 2012: *Geomorfologické procesy vývoje vodních toků, část I. – Typologie korytotvorných procesů*. Vyd. 2. SINDLAR Group, Hradec Králové.

Štafl J., 1957: *Terasy řeky Úslavy mezi ústím Mže a Žinkovy*. MS Geofond, Praha.

Zezulák J., 1987: *Vodohospodářské stavby*. Určeno pro studium oboru zemědělské meliorace, [Část] 2. 1. vyd. SPN, Praha.

Zuna J., 1999: *Vliv úprava revitalizací potočních koryt a niv na odtok velkých vod*. Sborník konference Krajnotvorné programy, Příbram.

9.2 LEGISLATIVNÍ ZDROJE

ČSN, ©2021: ČSN EN 14614 (online) [cit. 2021.01.30], dostupné z http://www.technicke-normy-csn.cz/757723-csn-en-14614_4_73565.html.

PSP ČR, ©2001: Parlament České republiky, Zákon č. 254/2001 Sb., Zákona o vodách (online) [cit. 2021.02.13], dostupné z <https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=254&r=2001>.

9.3 INTERNETOVÉ ZDROJE

Corenblit D., Steiger J., Gurnell M. A., Tabacchi E., Roques L., 2009: *Control of sediment dynamics by vegetation as a key function driving biogeomorphic succession within fluvial corridors*. (online) [cit 23. 03. 2021], dostupné z <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/esp.1876>>

ČUZK, ©2021a: Český úřad zeměměřický a katastrální (online) [cit. 2021.01.20], dostupné z <<https://ags.cuzk.cz/arcgis/rest/services/GeomorfologickeJednotky/MapServer>>.

ČUZK, ©2021b: Český úřad zeměměřický a katastrální, archiv Císařské otisky spojené (1824–1843) (online) [cit. 2021.01.14], dostupné z <<https://ags.cuzk.cz/archiv/>>.

ČUZK, ©2021c: Český úřad zeměměřický a katastrální, archiv SMO 1 : 5 000 první vydání spojené (online) [cit. 2021.01.14], dostupné z <<https://ags.cuzk.cz/archiv/>>.

ČGS, ©2021: Česká Geologická Služba (online) [cit. 2021.01.22], dostupné z <<https://mapy.geology.cz/arcgis/services/Geologie/geocr50/MapServer/WMSServer>>.

Fick, S. E., Hijmans R. J., 2017: *WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas*. International Journal of Climatology 37 (12): 4302-4315 (online) [cit. 2021.02.13], dostupné z <<https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html>>.

General LAPV, ©2019: (online) [cit. 2021.01.20], dostupné z <www.eagri.cz>.

MZP, ©2021: Ministerstvo životního prostředí (online) [cit. 2021.01.14], dostupné z <https://www.mzp.cz/www/dav.nsf/rocenka_06/b2.htm>.

PVL, ©2021: Evidence vodních toků (online) [cit. 2021.01.25], dostupné z <<https://voda.gov.cz/portal/isvs/download/vt.htm>>.

ÚTP ÚSES, ©1996: výkres záměrů ÚAP ORP Domažlice (online) [cit. 2021.02.13], dostupné z <<https://geoportal.plzensky-kraj.cz/gis/orp-domazlice-2016/>>.

Veldkamp A., Lambin E. F., 2001: *Predicting land-use change, Agriculture, ecosystems & Environment*, Volume 85, Issues 1–3, Pages 1-6, ISSN 0167-8809, (online) [cit. 2021.01.14], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880901001992>>.

9.4 OSTATNÍ ZDROJE

Šimůnková K., 2020: *Pozorování migrace raka kamenáče*. Západočeská universita v Plzni, Pedagogická fakulta, Centrum biologie, geověd a envigogiky. 43s. (bakalářská práce). „nepublikováno“.

Vavruška V., 2016: *Studie migračního zprůchodnění jezu na řece Otavě v obci Katovice*. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství. 41s. (bakalářská práce). „nepublikováno“.

10. PŘÍLOHY

10.1 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1 Fotodokumentace modulů Arduino, fotovoltaických komponent

Příloha č.2 Fotodokumentace modulů Arduino

Příloha č.3 Fotodokumentace modulů Arduino, nepájivé pole, ultrazvuk

Příloha č.4 Fotodokumentace modulů Arduino, baterie

Příloha č.5 Fotodokumentace modulů Arduino

Příloha č.1 Fotodokumentace modulů Arduino, fotovoltaických komponent



Obrázek 67, Držák ultrazvukové sondy v trubce půdní sondy

Parametry FVP:

Fotovoltaický solární panel 12V/ 20W

monokrystalický

Rozměry: 490x360x25mm

Rám: duralový 25mm, krycí sklo.

Max.napětí naprázdno $V_{oc}=19,1V$

Max.zkratový proud $I_{sc}=1,47A$

Max.napětí při zátěži 20W: $V_{mp}=16,2V$

Max.proud při 20W: $I_{mp}=1,23A$

Max.systémové napětí: 1000V

Pracovní teplota $-45+85st.C$

Rozměry:490×360×2-5mm



Obrázek 68, Solární panel 12 V/ 20 W



Obrázek 69, Solární kontroler PWM SC1205 12V/ 5A

Parametry kontroleru:

Solární regulátor PWM SC1205 12V/5A

Jmenovité napětí baterie: 12V

Jmenovitý nabíjecí proud: 5A

Jmenovitý zátěžový proud: 5A

Napětí pro odpojení zátěže: $<11,2V$

Napětí pro obnovené připojení zátěže: $<12,6V$

Odpojení nabíjení: $>14,8V$

Max. výkon FV panelu: 60W

Max. výstupní napětí FV panelu: 21,6V

Indikace nabíjení

Rozměry: 64×38×23mm

Příloha č.2 Fotodokumentace modulů Arduino

Parametry Arduino Mega 2560 R3:

Atmel ATmega2560 16MHz takt CPU

256kB flash paměť, 8kB RAM paměť

4kB EEPROM paměť

USB přímo na desce

4x RS-232 za použití převodníku úrovní

Napájení 5V USB, 7-16V adaptér

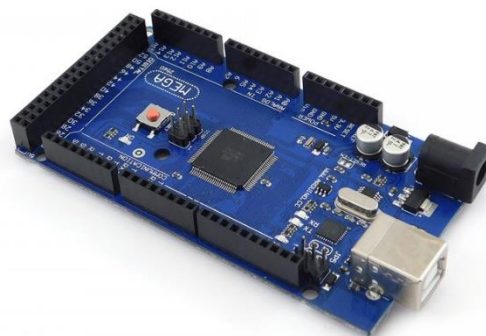
I/O piny: 54 digitálních

4 hardwarové UART

14 s podporou PWM

I2C sběrnice

16 vstupních analogových



Obrázek 70, Arduino Mega 2560 R3



Obrázek 71, GSM-GPRS modul SIM900

Parametry GSM- GPRS Shield SIM900:

Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz

Napájení: 5V-20V

GPRS multi-slot class 10/8

GPRS mobilní stanice (třída B)

Vyhovuje GSM fázi 2/2 +

Třída 4 (2 W @ 850/900 MHz)

Třída 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)

Ovládání pomocí AT příkazů (GSM 07,07, 07,05 a

SIMCom rozšířené AT příkazy)

Nízká spotřeba energie: 1,5 mA (sleep mode)

Provozní teplota: -40 ° C až +85 ° C

Parametry microSD Card modul SPI:

Napájení: 3.3, 5V

Podpora: Micro SD card (<=2Gb), Mirco SDHC

card (<=32Gb)

Standardní SPI interface 5V nebo 3.3V

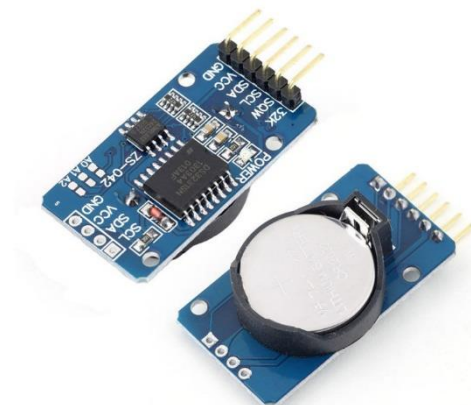
Velikost: 42x24x12mm

Váha: 5g



Obrázek 72, microSD Card modul SPI

Příloha č.3 Fotodokumentace modulů Arduino, nepájivé pole, ultrazvuk



Obrázek 73, RTC modul DS3231

Parametry RTC DS3231:

Čip: DS3231

I2C rozhraní 400 KHZ

přesnost: $\pm 2\text{ppm}$ (± 0.432 Sekund/Den)

integrována AT24C32 IIC EEPROM pamět 32k

vysoká přesnost 32.768 KHZ a interní korekce běhu čipu dle teploty

LIR2032 3.6V baterie

indikátor napájení

defaultní adresa 0x57, 0x68 (může se lišit)

Velikost: 38x22x14mm

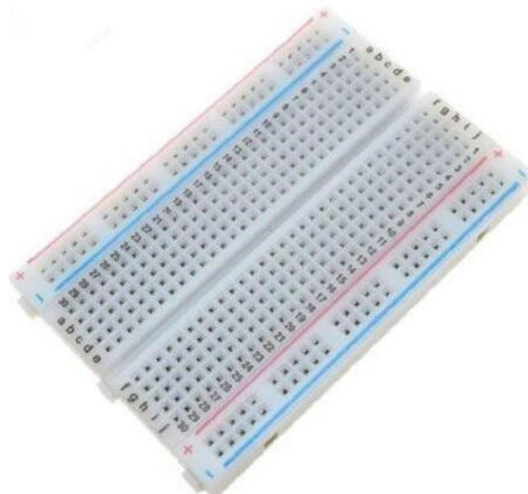
vložena 3.6V baterie pro udržování času CR2025

Parametry pole:

Nepájivé kontaktní pole MB-102 400p

Rozteč: 2,54mm

Počet pinů: 400



Obrázek 74, Nepájivé pole MB-102



Obrázek 75, Ultrazvuková sonda JSN-SR04T s kabelem

Parametry JSN-SR04T s kabelem:

Pracovní rozsah: 25-450cm

Vysoká přesnost: až 5mm

Pracovní úhel: <50 stupňů

Klidový proud: <5mA

Proud při měření cca: 30mA

Frekvence: 40khz

Napájecí napětí: 5VDC

Rozměry modulu: 41x29mm

Délka kabelu: 2,5m

Příloha č.4 Fotodokumentace modulů Arduino, baterie

Parametry Arduino WeMos D1 R1:

Parametry: CPU 80 Mhz, rychlost 115200

Integrovaný 5V 1A spínaný zdroj (maximální napájecí napětí 24V)

Všechny I/O piny mají přerušeni, PWM, I2C a 1-Wire , mimo pin D0.

11 x vstupně / výstupní digitální piny

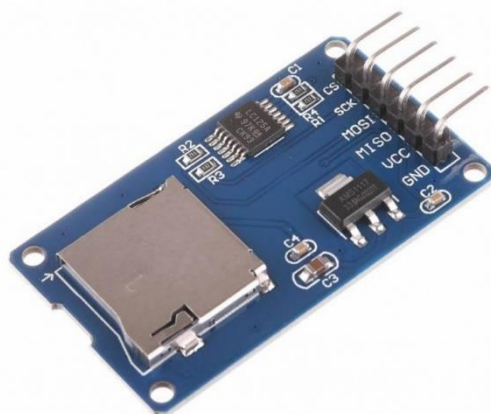
1 x ADC pin (vstupní rozsah 0-3.3V)

USB - Serial Převodník CH340G

Flash 4MB



Obrázek 76, Arduino WeMos D1 R1



Obrázek 77, WeMos micro SD shield

Parametry SD WeMos micro SD shield:

Napájení: 3.3, 5V

Podpora: Micro SD card (<=2Gb), Micro SDHC card (<=32Gb)

Standardní SPI interface 5V nebo 3.3V

Velikost: 42x24x12mm

Váha: 5g

Parametry baterie Panasonic

LC-R127R2PG:

Výška: 100.0 mm

Délka: 151.0 mm

Šířka: 64.5 mm

Hmotnost (netto): 2.500 kg

Napětí: 12 V

Kapacita: 7.2 Ah

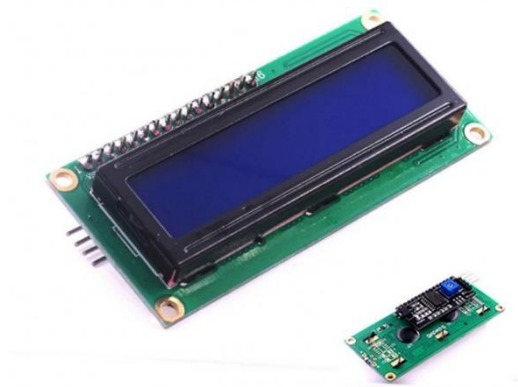
Faston: 4.8 mm

Životnost: 6-9 let



Obrázek 78, baterie Panasonic LC-R127R2PG

Příloha č.5 Fotodokumentace modulů Arduino



Obrázek 79, LCD display 16x2 znaků, modrý

Parametry display LCD 16x2 znaků, modrý:

Napájení: +4.5V - +5.5V

Rozlišení displeje: 16 znaků × 2 řady (32 znaků)

Integrovaný řadič displeje HD44780

Komunikace: Paralelní

Pracovní teplota: 0 - +55°C

Skladovací teplota: -20 - +60°C

Barva podsvícení: Modrá

Rozměry modulu: 80mm x 35mm x 9mm.

Viditelná oblast: 64.5mm x 16mm