

UNIVERZITA KARLOVA

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Hydrologie a hydrogeologie

Studijní obor: Povrchová a podzemní voda



Karolína Lukášová

HYDROLOGICKÉ SUCHO V POVODÍ HORNÍ MŽE

Hydrological drought in the upper Mže catchment area

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.

Praha, 2020

Zadání bakalářské práce

Hydrologické sucho v povodí horní Mže

Hydrological drought in the upper Mže catchment area

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je vyhodnocení hydrologického sucha v povodí horní Mže.

Použité pracovní metody, zájmové území a vybrané datové zdroje

Teoretická část se bude zabývat rešerší literatury, popisem zájmového území z hlediska fyzickogeografických charakteristik a srážko-odtokovým procesem. Druhá část bude praktická, kdy bude za pomoci dat denních průměrných průtoků poskytnutými ČHMÚ zhodnoceno hydrologické sucho na Mži a jejích třech přítocích. K analýze budou použity metody prahové hodnoty a nedostatkových objemů.

Klíčová slova: povodí horní Mže, hydrologické sucho, odtok, srážky, fyzickogeografické podmínky

Datum zadání: 27. 11. 2019

Jméno studenta: Karolína Lukášová

Podpis studenta:

Jméno vedoucího práce: prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.

Podpis vedoucího práce:

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 11. 8. 2020

.....

Karolína Lukášová

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu práce prof. RNDr. Bohumírovi Janskému, CSc. za věnovaný čas, cenné rady a připomínky. Také děkuji rodině a přátelům za jejich podporu, kterou mi nejen během psaní této práce poskytovali.

Abstrakt

V dnešní době je sucho velmi aktuální téma. Hydrologické sucho vzniká nejčastěji nedostatkem srážek, přičemž v některých oblastech Česka je tento deficit až téměř jeden rok. Bakalářská práce se zabývá hodnocením tohoto druhu sucha v povodí horní Mže, které se nachází v západních Čechách, a to na pěti profilech: VD Lučina a Stříbro (Mže), Planá (Hamerský potok), Třebel (Kosový potok) a Stříbro (Úhlavka). Teoretická část vymezuje zájmové území z hlediska fyzickogeografických charakteristik i srážko-odtokových poměrů. Dále je uvedena rešerše současných poznatků o suchu, jeho příčinách a dopadech. Následuje praktická část s vlastní analýzou provedenou za použití dat průměrných denních průtoků z příslušných vodoměrných stanic a dvou metod – prahové hodnoty Q_{355d} a nedostatkových objemů. Výsledky jsou založené na vzájemném srovnání jednotlivých profilů i hydrologických let. Na Mži bylo největší sucho zaznamenáno v období 1934–1935, od 70. let 20. století docházelo k nadlepšováním průtoků. Za nejsušší roky v celém povodí lze považovat období posledních dvou let 2018–2019.

Klíčová slova: povodí horní Mže, hydrologické sucho, odtok, srážky, fyzickogeografické podmínky

Abstract

Nowadays drought is a very actual topic. Hydrological drought is most often caused by a deficit of precipitation and it has been missing almost one year of rain in some areas in Czechia. This bachelor thesis focuses on the analysis of this type of drought in the upper Mže River basin, which is located in West Bohemia. In the basin there are these five gauging stations: VD Lučina and Stříbro on the Mže River, Planá on Hamerský brook, Třebel on Kosový brook and Stříbro on the Úhlavka River. The theoretical part defines the area of interest in terms of physiographic and runoff conditions. Furthermore, a research of the current knowledge about drought, its causes and impacts is performed. The practical part follows with the analysis, using data of the average daily discharges from gauging stations and two methods – threshold limit method and deficit volumes. Results are based on a mutual comparison of the stations and hydrological years. The biggest drought on the Mže River was registred in the period 1934–1935, since 1970s natural discharges were improved due to the built dam. The period 2018–2019 can be considered as driest years for the whole river basin.

Key words: upper Mže River basin, hydrological drought, runoff, precipitation, physiographic conditions

Obsah

1 Úvod	8
2 Charakteristika zájmového území	9
2.1 Geomorfologické poměry	10
2.2 Geologické poměry	13
2.2.1 Hydrogeologické poměry	14
2.3 Pedologické poměry	15
2.4 Klimatické poměry	16
2.5 Hydrologické poměry	18
2.5.1 Hydrografické a morfometrické charakteristiky	19
2.6 Krajinový pokryv	21
3 Sucho	23
3.1 Druhy sucha	23
3.1.1 Meteorologické sucho	24
3.1.2 Hydrologické sucho	24
3.1.3 Agronomické sucho	25
3.1.4 Socioekonomické sucho	25
3.2 Příčiny sucha	25
3.3 Dopady sucha	26
4 Srážko-odtokové poměry povodí	28
4.1 Srážky	28
5 Použitá data a metody	32
5.1 Data a měrné profily	32
5.2 Metody	33
6 Výsledky	34
6.1 Denní průtoky	34
6.2 Měsíční průtoky	38
6.3 Roční průtoky	43
6.4 Hodnocení hydrologického sucha	49
7 Diskuze	58
8 Závěr	63

9 Zdroje.....	64
9.1 Použitá literatura a internetové zdroje.....	64
9.2 Archivní materiály	69
9.3 Datové zdroje.....	70
10 Seznam grafických příloh a tabulek	71
10.1 Seznam obrázků	71
10.2 Seznam tabulek	71
10.3 Seznam grafů	72

1 Úvod

Ačkoliv často vodu vnímáme jako docela obyčejnou, stojí za nemalou pozornost. Umýváme se v ní, plaveme v ní, vaříme s ní a pijeme ji, jsme jí ze dvou třetin tvořeni a potřebujeme ji k životu, který by se bez ní ani nemohl vyvinout (Chaplin 2001). Doposud nevyjasněnou otázkou vědy zůstává, odkud se na planetě Zemi voda vzala. Některé teorie připouští možné původní zdroje vody na naší planetě, jiné názory zase impakty vesmírných těles. Díky ideální vzdálenosti od Slunce a její velikosti, se může voda na Zemi vyskytovat v kapalném skupenství (Pavelková Chmelová, Frajer 2020). Pokud je voda čistá a máme jí dostatek, bereme ji jako samozřejmost. V opačném případě způsobuje problémy a využívání vody se tak ve světě stává klíčovým politickým tématem (Barnes, Alatout 2012).

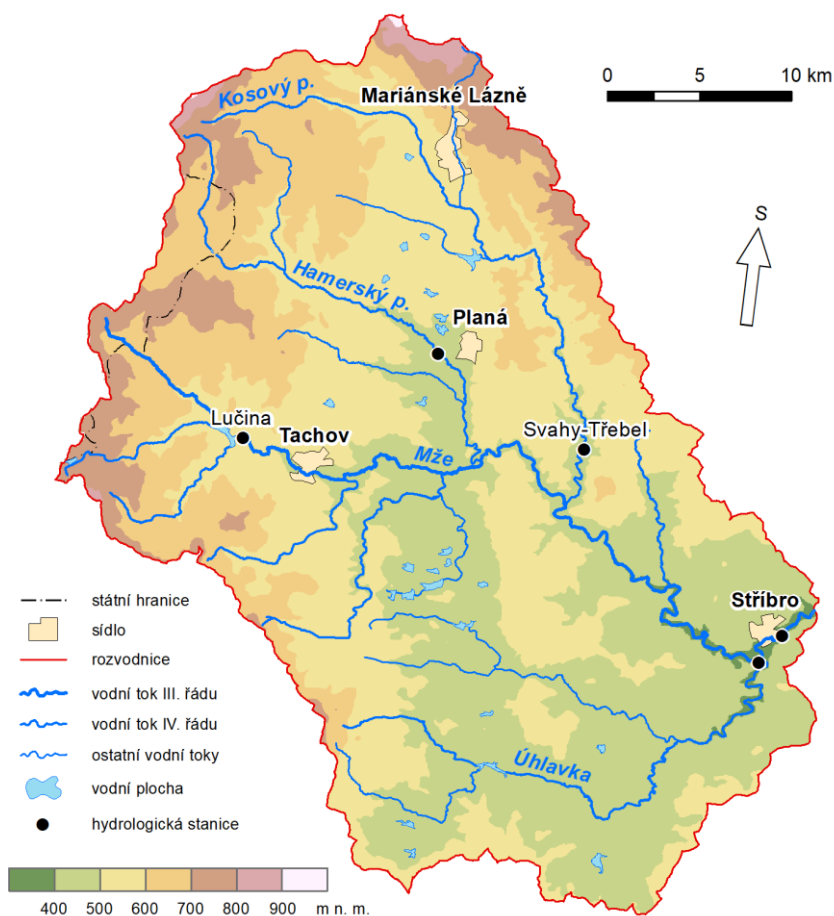
Aktuálně je jedním z takovýchto problémů sucho, které se výrazně projevuje v důsledku globální klimatické změny. Sucho lze definovat jako jev způsobený deficitem srážek, vedoucí následně k poklesu množství vody v různých částech hydrologického cyklu (Marval, Hejduková, Roub 2019). Kromě přírodních příčin, mezi něž patří např. El Niño nebo období sucha, jsou hlavními příčinami ty antropogenní. Člověk svými činnostmi – odlesňováním, regulací vodních toků, využíváním vodních zdrojů pro závlahy – silně prohlubuje nedostatek vody (Šifta 2019). Ten si v první řadě spojujeme se snížením úrody a vysycháním pastvin, následně výrazným vlivem na krajinu a zdraví populace a v budoucnu pravděpodobně způsobí masové migrace a humanitární krize (Janský 2019b).

Narůstající sucho je zásadním problémem i v Česku. Díky výskytu sucha v letech 2003 a 2015 začala mezirezortní komise VODA-SUCHO připravovat výstupy, na jejichž základě byla zpracována a 24. července 2017 vládou schválena Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky. Jde o komplex opatření vedoucích k vytvoření informační platformy pro monitoring sucha, ke zvýšení objemu vody v půdě úpravami zemědělského hospodaření, k rozvoji a posílení vodních zdrojů, ke zvýšení retenční a akumulární schopnosti krajiny, též nabádají k zodpovědnému nakládání se srážkovými vodami a obecně k šetření vodou. Za pomoci těchto pěti hlavních pilířů je možné zmírnit nebo dokonce eliminovat nepříznivé důsledky sucha a nedostatku vody. Zároveň je důležité, abychom byli v budoucnu připraveni na případné zhoršení situace (MZe 2017; Janský 2019a).

Doufejme, že lidstvo nenechá naplnit nejhorší scénáře a bude se příčinami i důsledky sucha intenzivně a seriózně zabývat. Důležitou úlohu má v tomto snažení každý z nás (Šifta 2019). A jak uvádí Evropská vodní charta: „Bez vody není života. Voda je drahocenná a pro člověka ničím nenahraditelná surovina.“ Voda je život.

2 Charakteristika zájmového území

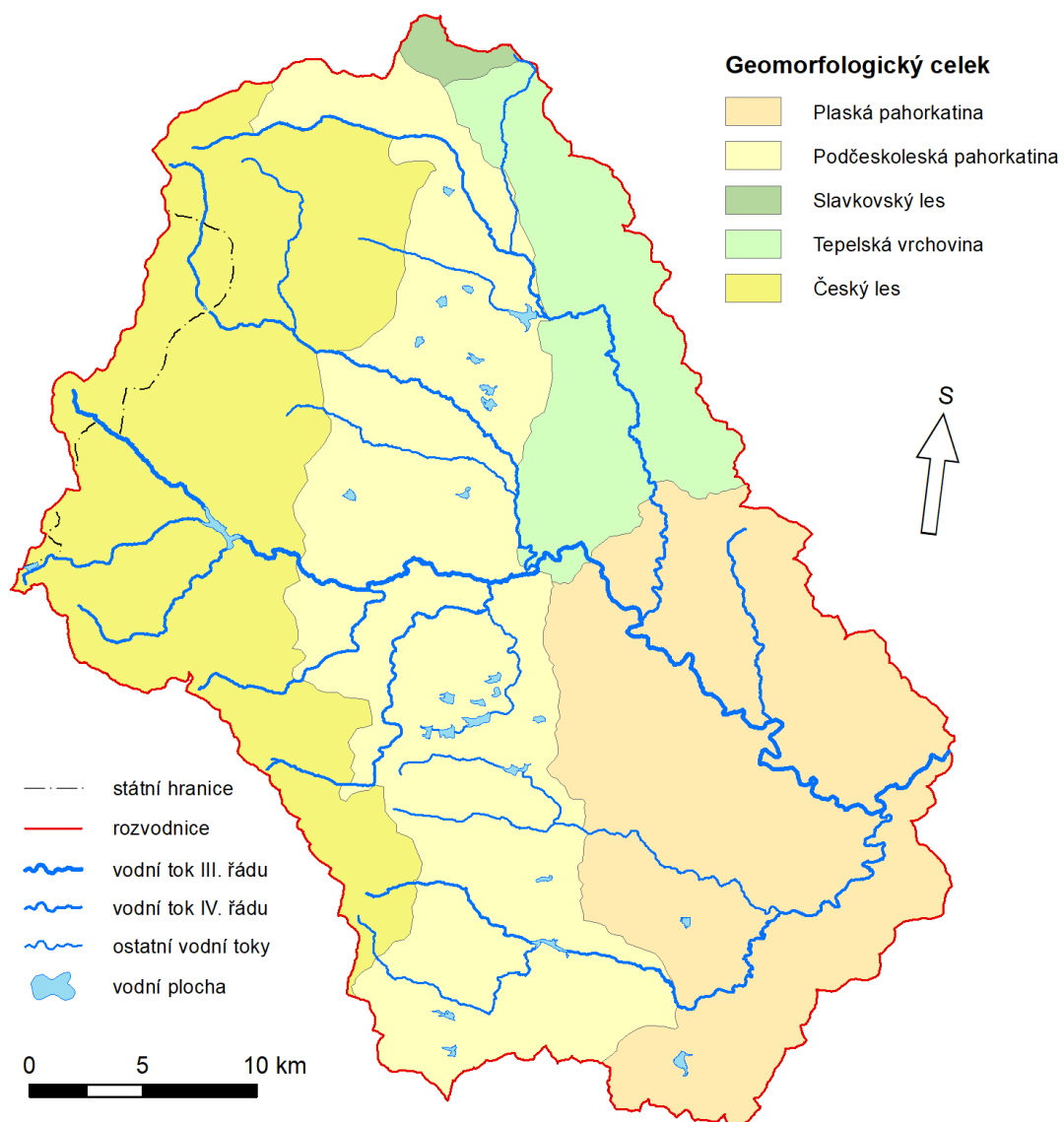
Povodí Mže (obr. 1) se nachází v západních Čechách a částečně svým územím přesahuje do Německa. Horní část tohoto povodí končí v místech, kde začíná být patrné vzdušné vodní nádrže Hracholusky, konkrétně na soutoku s Petrským potokem. Na severu sousedí rozvodnice horní Mže s povodím Ohře, na západě s povodím Nábý (přítok Dunaje) a s povodím Radbuzy na jihu. Mže pramení v Bavorsku poblíž obce Asch v nadmořské výšce okolo 750 m n. m., nicméně během prvních tří kilometrů Německo opouští. Za německými hranicemi protéká lokalitou CHKO Český les, v. n. Lučina a městem Tachov. Za chatovou osadou Ústí se údolí zužuje a poměrně rychlým tempem řeka teče až do obce Svojšín, kde kaňon končí (Šmíd 2010). Za necelých deset kilometrů Mže dotéká až do Stříbra, a ještě na jeho katastrálním území se stává součástí v. n. Hracholusky, jejíž hladina se dále rozprostírá údolím v nadmořské výšce 352 m n. m. Plocha povodí horní Mže činí 1167 km², z toho 82 % (tj. 958 km²) leží v severozápadní části Plzeňského kraje (okresy Tachov a Domažlice), 15 % (tj. 179 km²) na jihozápadě Karlovarského kraje (okres Cheb) a pouhých 30 km² na území Německa v bavorském státním obvodu Horní Falc.



Obr. 1: Výškové poměry v povodí horní Mže (zdroj: ArcČR 500, DIBAVOD, OpenStreetMap, Esri DE)

2.1 Geomorfologické poměry

Zájmové území povodí Mže patří do geomorfologické provincie Česká vysočina pokrývající většinu České republiky. Ta je součástí starých pohoří na eurasijské litosférické desce, která vznikla variským vrásněním během paleozoika. Od druhohor docházelo k postupné denudaci povrchu až do paleogénu, kdy díky kerným pohybům dostala tvar kotliny. V pliocénu se začala tvořit současná podoba říční sítě. Celkový výzdvih České vysočiny pak pokračoval v kvartéru. Díky střídání glaciálů a interglaciálů v tomto období zde můžeme nalézt útvary vzniklé přítomností ledovce, popř. působením kryogenních pochodů v jeho předpolí (Demek, Mackovčín a kol. 2006).



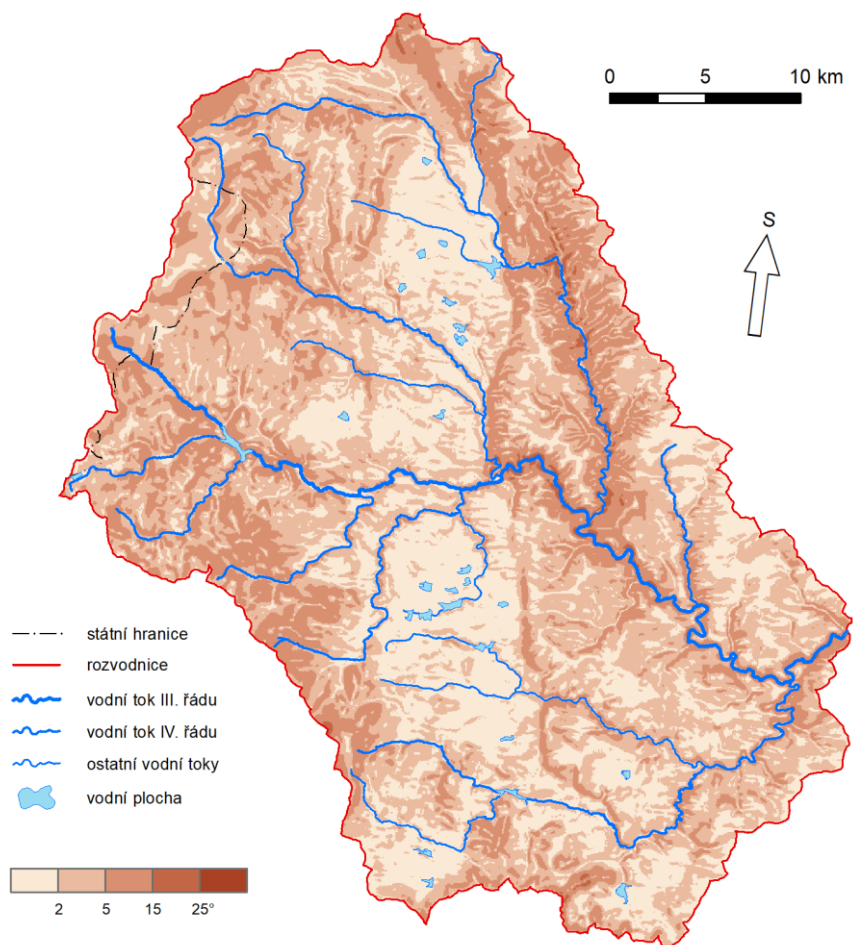
Obr. 2: Geomorfologické celky povodí horní Mže (zdroj: ArcČR 500, DIBAVOD, OpenStreetMap, ČÚZK)

Do povodí zasahují tři geomorfologické soustavy – Šumavská, Krušnohorská a Poberounská, které jsou dohromady tvořeny pěti geomorfologickými celky (obr. 2). V rámci Šumavské soustavy jsou to Český les a Podčeskoleská pahorkatina, které se nachází v západní části území. Pohoří Český les, na německé straně jako Hornofalcký les, se táhne podél česko-německé hranice v úzkém pásu jako pokračování Šumavy, od níž je odděleno Všerubskou vrchovinou. Rozlámání třetihorního reliéfu na kry a jeho vyzdvižení nechalo vzniknout obnažené a zarovnané ploše typické např. pro okrajové části Dyleňského lesa. Během pleistocénu se pak díky chladnému klimatu na současné podobě krajiny také podílelo mrazové zvětrávání, jehož výsledkem mohou být mrazové sruby nebo kamenná moře. Na východním úpatí Český les přechází v pokleslé území Podčeskoleské pahorkatiny, která je tvořena z převážné části Tachovskou brázdou. Kromě zarovnaných povrchů jsou pro ni typické mělké tektonické kotliny s neogenními sedimenty a tvary vzniklé v důsledku zvětrávání žulových hornin (Dudák 2005). Severovýchodní cíp povodí tvoří dva geomorfologické okrsky Slavkovského lesa – Krásenská vrchovina a Lysinská hornatina, nejvýše vyzdvižená kra podél mariánskolázeňského zlomu (Demek, Mackovčín a kol. 2006). Spolu s Tepelskou vrchovinou, jejíž poměrně plochý reliéf s hluboce zaříznutými údolními klesá od severozápadu k jihovýchodu, jsou součástí Krušnohorské soustavy. Do JV části území pak jako geomorfologický podcelek zasahuje Stříbrská pahorkatina řadící se k Poberounské soustavě. Od Podčeskoleské pahorkatiny je oddělena výrazným zlomovým svahem (Dudák 2005). Stejně jako v Tepelské vrchovině pokračují antecedentní hluboká údolí, mezi nimiž se vypíná neovulkanická kupa Vlčí hora (704 m n. m.), která je nejvyšším bodem Plaské pahorkatiny (Demek, Mackovčín a kol. 2006). Na jihu oblasti vystupuje kerná vrchovina s dominantním půlkruhovitým hřbetem – Sedmihoří, jež leží na rozvodí Mže a Radbuzy (Dudák 2005).

Jedním z nejvyšších a nejvýznamnějších vrcholů povodí je Dyleň (940 m n. m.), na jejímž úbočí pramení Hamerský i Kosový potok (Dudák 2005; Švorc, Švorcová 2006). Stejně jako Dyleň se na rozvodnici nachází i nejvyšší vrchol Lysina (982 m n. m.), který odvodňuje levostranné přítoky Kosového potoka. Nejnižší je povodí v místech údolí Kosového potoka na přítoku do Mže až k v. n. Hracholusky, kde klesá téměř na 350 m n. m. Průměrná nadmořská výška zájmového území činí okolo 550 m n. m. Sklon svahů (obr. 4) je nejvyšší v Tepelské vrchovině, kterou rozčleňuje hlubokými údolními svého dolního toku Kosový potok s levostrannými přítoky, jak znázorňuje obr. 3 (Dudák 2005). Naopak za velmi rovinatou lze kvůli rozsáhlým zbytkům zarovnaných třetihorních povrchů typu pediplén a etchplén považovat Podčeskoleskou pahorkatinu (Demek, Mackovčín a kol. 2006).



Obr. 3: Pohled na severozápad do údolí Kosového potoka z Vlčí hory; na horizontu je patrný přechod mezi rovinatou Podčeskoleskou pahorkatinou a Tepelskou vrchovinou (zdroj: vlastní fotografie)

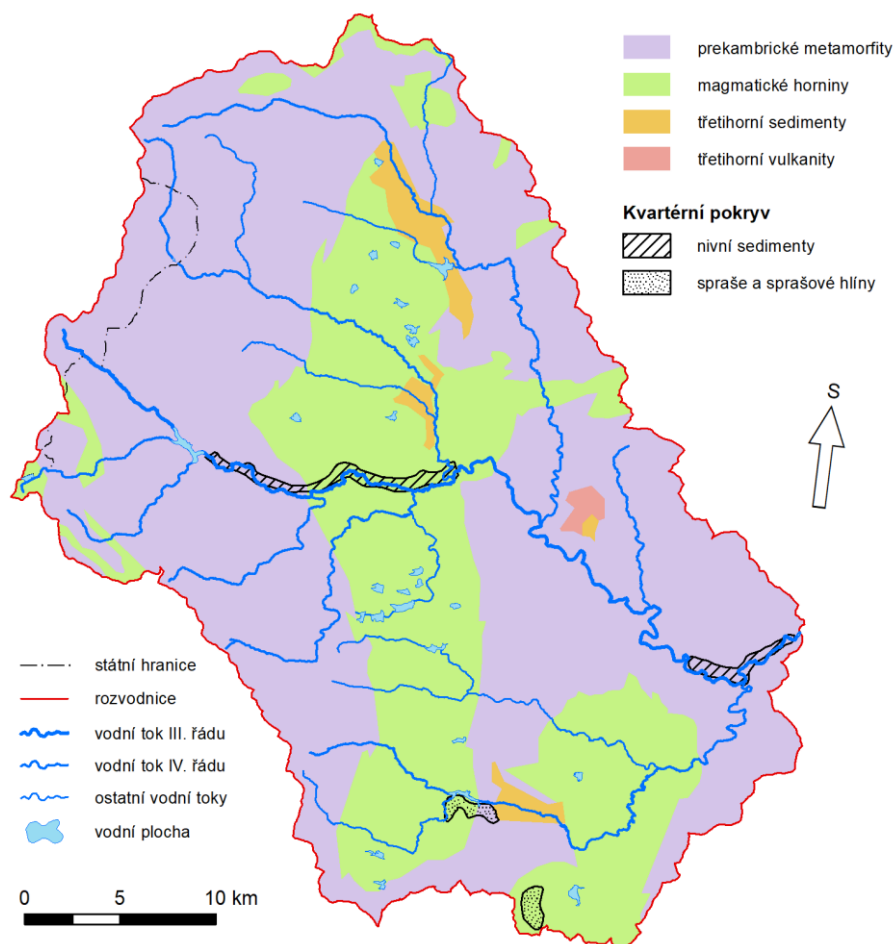


Obr. 4: Sklon svahů v povodí horní Mže (zdroj: ArcČR 500, DIBAVOD, OpenStreetMap, Esri DE)

2.2 Geologické poměry

Území povodí horní Mže je geologicky velmi komplikované, protože se na něm stýkají tři oblasti Českého masivu – moldanubikum, bohemikum a saxothuringikum. Většinu terénu zaujímá krystalinikum v podobě variských granitoidů a prekambriických metamorfovaných hornin (Chlupáč 2002; Dudák 2005). Západ je tvořen moldanubikem Českého lesa. Jeho východní hranici s bohemikem lze přibližně oddělit poruchovým pásmem, Českým křemenným valem, který se táhne od obce Furth im Wald v Bavorsku k Tachovu a pak méně výrazně až k Mariánským Lázním (Dudák 2005). Obě oblasti na severozápadu hraničí se saxothuringikem litoměřickým hlubinným zlomem, jenž je skrytý pod mladšími uloženinami (Chlupáč 2002).

Pokud pohlédneme na vývoj reliéfu chronologicky, nejstaršími horninami jsou proterozoické metamorfity moldanubika (Chlupáč 2002). V největším zastoupení lze nalézt svory a pararuly, které vznikly přeměnou jílovitých a písčitých usazenin. Slabě metamorfované jsou pak neoproterozoické droby a břidlice ve východní části území patřící k tepelsko-barrandienské oblasti (bohemikum) (Demek, Mackovčín a kol. 2006). Severovýchod tvoří zelené břidlice, jež jsou součástí mariánskolázeňského komplexu, největšího nahromadění přeměněných vulkanických hornin Českého masivu. V oblasti vystupují na povrch také vyvěřelé horniny. V rámci Českého křemenného valu jsou to křemenné žíly variského stáří a zřejmě předvariské granity až diority lestkovského a kladrubského masivu (Dudák 2005). Třetihorní sedimenty, usazované konkrétně během neogénu, najdeme uložené podél současných vodních toků (například Úhlavka, Kosový a Hamerský potok). Pro terciér jsou také typické vulkanity. Mezi jeden z nich patří i izolovaná Vlčí hora, efuze olivinického nefelinitu s pyroklastiky. Pro kvartérní vývoj jsou charakteristické říční terasy a sprašové návěje ukládané větrem. V okolí Tachova a Stříbra v údolí Mže nalezneme fluvialní uloženiny s malou mocností, spraše a sprašové hlíny však spíš jen vzácně (Dudák 2005; Anderle, Dudák 2008). Geologickou situaci zjednodušeně ilustruje obr. 5.



Obr. 5: Geologické poměry povodí horní Mže (zdroj: ArcČR 500, DIBAVOD, OpenStreetMap, ČGS)

2.2.1 Hydrogeologické poměry

Povodí se nachází v hydrogeologickém rajonu krystalinika proterozoických a paleozoických hornin. Kvůli zpevněnému podloží je voda vázána na pukliny. Zvodnění bývá vyšší u vyvřelých hornin, a to zejména při povrchu, kde se uplatňuje zvětrávání. Vydátnost pramenů je nízká, u granitoidů průměrně $1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, u metamorfitů jsou to pak pouze desetiny $1 \cdot \text{s}^{-1}$ (Dudák 2005).

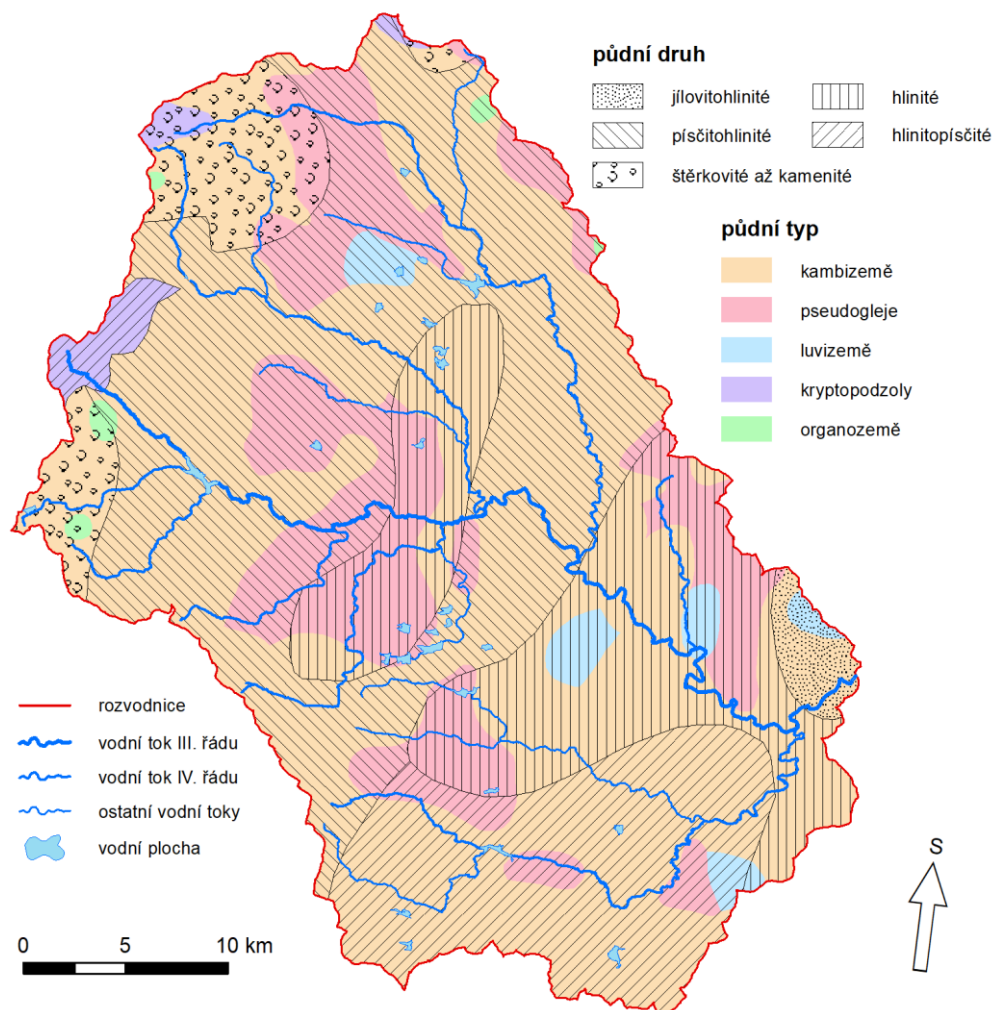
Pro tuto oblast jsou také díky porušené tektonické zóně typické vývěry kyselék. Zlomy umožňují výstup oxidu uhličitého, obohacují tak vody a zároveň fungují jako místo drenáže (Lipšová 2008). Za nejvýznamnější skupinu pramenů můžeme označit tzv. mariánsko-lázeňskou zřídelní oblast, která je jejich počtem nejbohatší kyselkovou oblastí Českého masivu. Pokud minerální vody klasifikujeme podle obsahu iontů, nejčastěji zde nalezneme sodno-sírano-chloridový typ vznikající v žulových horninách a vápenato-hořečnato-hydrogenuhličitanový typ vznikající v amfibolitech (Dudák 2005). Regionálního významu dosahují i vývěry v okolí Konstantinových Lázní, jež jsou vázané na

tektoniku Tachovské brázdy a obsahují nejvíce volného CO₂ ze všech minerálních pramenů v ČR (Anderle, Dudák 2008).

2.3 Pedologické poměry

Zastoupení jednotlivých půdních typů není v zájmovém území příliš pestré (obr. 6). Většinu reliéfu pokrývají kambizemě a z nich nejvíce kambizemě kyselé, které vznikly na kyselých vyvěřelých nebo metamorfovaných horninách pod lesním porostem (Anderle, Dudák 2008). U těchto půd obsah humusu a jeho kvalita stoupají od nejlehčích k těžším půdám (Němeček a kol. 2008). Díky zbarvení oxidy a hydroxidy železa se jejich výrazný B horizont vyznačuje hnědou barvou (Hauptman, Kukul, Pošmourný 2009). Na ojedinělých výchozech jsou doprovázeny luvizeměmi s mělkým humusovým horizontem (Anderle, Dudák 2008). Pod ním se nachází typický, imobilizací a migrací jílu do spodin vytvořený, vybělený E horizont (Hauptman, Kukul, Pošmourný 2009). Vyskytují se hlavně na rovinách nebo méně zvlněném povrchu, jinak by snadno podlehly erozi (Němeček a kol. 2008). V podmínkách periodického zamokření se na plochých sníženinách v podhůří Českého lesa vytvořily pseudogleje (Hauptman, Kukul, Pošmourný 2009). Jsou charakteristické procesem, při kterém dochází k postupnému vyluhování sloučenin železa, manganu a hliníku, čímž vzniká světle šedý a pod ním mramorovaný horizont (Anderle, Dudák 2008). Spolu s hnědými půdami tvoří asi 95 % plochy povodí.

Ve vyšších polohách se nacházejí kryptopodzoly, k jejichž vzniku vede hlavně ochuzování o sloučeniny železa a hliníku (Tomášek 2007). V této chladnější a vlhčí oblasti jsou vhodné podmínky i pro výskyt hydromorfních půd, konkrétně organozemí. Jejich profil tvoří nahromaděné a slabě rozložené rostlinné zbytky ve zvodněném prostředí (Dudák 2005). Z hlediska zrnitostního složení jsou zastoupeny nejvíce půdy hlinitopísčité až hlinité vzniklé na zvětralinách pevných hornin. Pro větší nadmořské výšky jsou charakteristické šterkové až kamenité půdy, které obsahují významné množství úlomků hornin větších než 2 mm (Vráblíková, Vráblík 2006). Zejména v hornatých oblastech Českého lesa jsou půdy ohroženy denudačními procesy a erozí (Anderle, Dudák 2008).

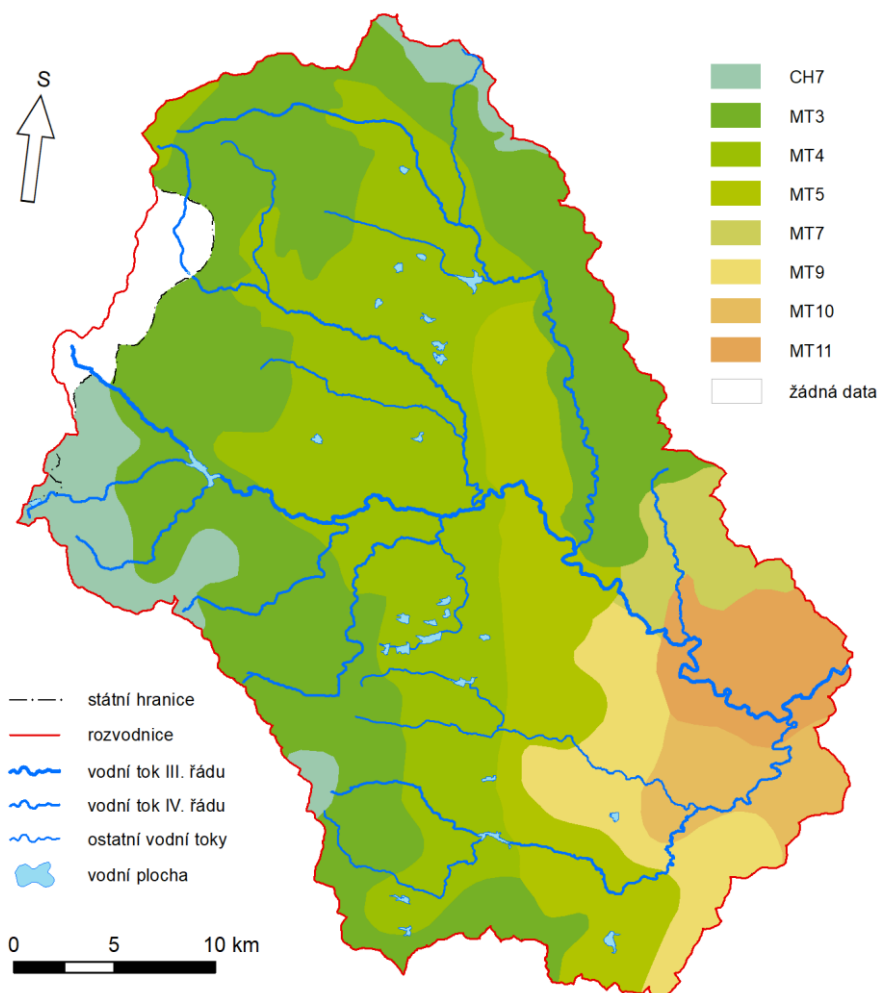


Obr. 6: Půdní typy a druhy v povodí horní Mže (zdroj: DIBAVOD, OpenStreetMap, ČGS, Esri DE)

2.4 Klimatické poměry

Pro hodnocení podnebí, kterým myslíme dlouhodobý charakteristický průběh počasí, používáme všeobecně uznávané třídění do kategorií podle určitých kritérií (Dudák 2005). Nejvíce rozšířenou klasifikací klimatu jsou Köppenova klimatická pásma rozdělená podle množství srážek a teploty v průběhu roku a jejich dopadu na vegetaci. V povodí se nachází podtypy Cfb a Dfb. Stejně jako většina Česka i značná část zájmového území patří k podnebí listnatých lesů mírného pásma (Cfb). Pouze vrcholové oblasti Slavkovského a Českého lesa řadíme k pásmu boreálního klimatu (Dfb), které se liší nižší teplotou nejchladnějšího měsíce. Podle Quittovy klasifikace klimatu (obr. 7), založené na kombinaci hodnot klimatologických charakteristik, se rozlišují tři oblasti (teplá, mírně teplá, chladná), rozdělené celkem na 23 jednotek (Tolasz 2007). Téměř celé povodí pokrývá mírně teplá oblast, jejíž klimatické podmínky jsou od JV k SZ chladnější a vlhčí. Nejteplejší jsou podoblasti M11 a M10 zahrnující

cíp Plzeňské kotliny. Pro většinu území, jednotky MT9, MT7, MT5 a MT4, je tedy charakteristické mírně chladnější klima s větším množstvím srážek. Okrajové pramenné oblasti povodí ve vyšších nadmořských výškách náleží do podoblasti MT3. Část Slavkovského a Českého lesa patří k chladné oblasti CH7, která je typická krátkým létem a dlouhou mírnou zimou (Anderle, Dudák 2008).

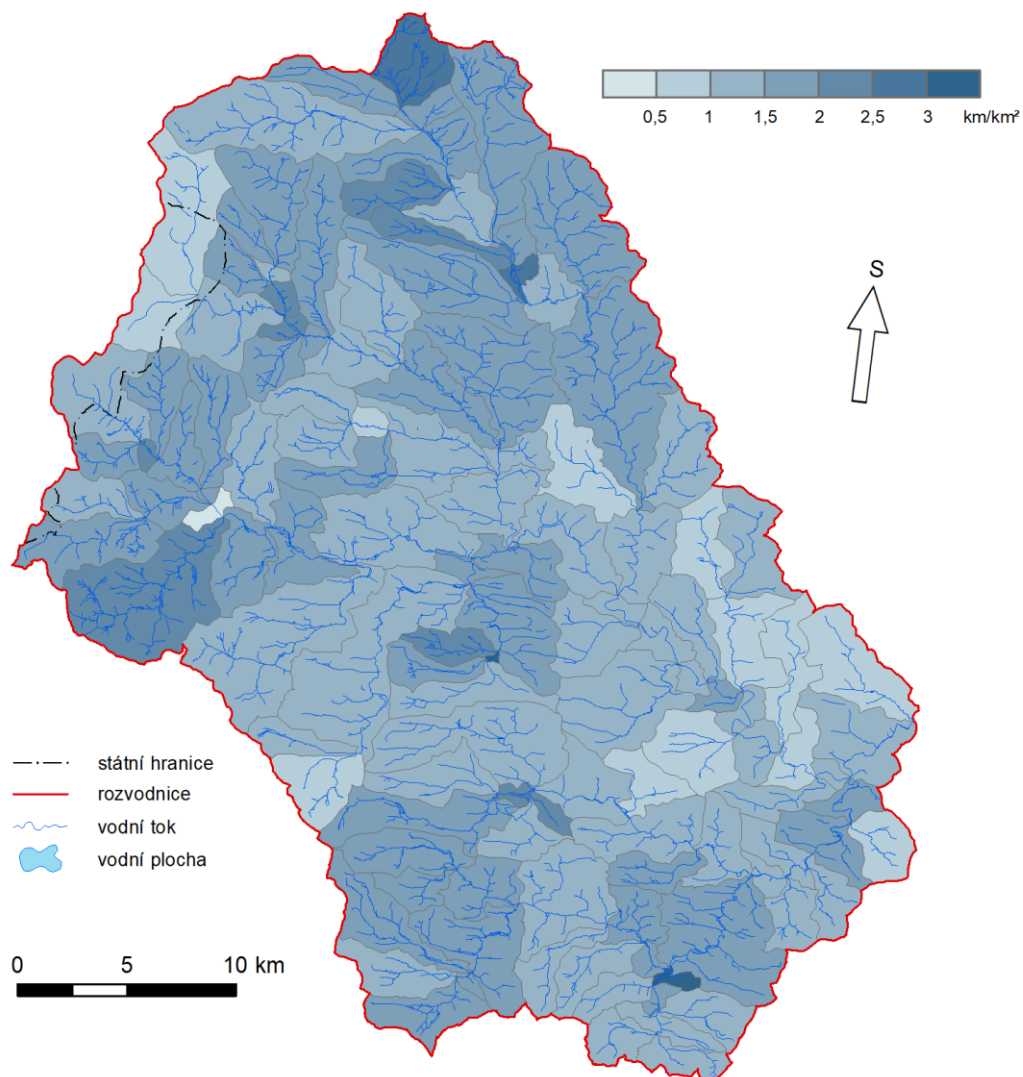


Obr. 7: Klimatické jednotky podle Quittovy klasifikace v povodí horní Mže (zdroj: ArcČR 500, DIBAVOD, OpenStreetMap, Geografický ústav ČSAV)

Hlavními klimatologickými prvky charakterizujícími zájmové území jsou teplota a srážky (Dudák 2005). Má na ně vliv především nadmořská výška, proto se nejteplejší a nejsušší oblast nachází v nejnižších polohách na Stříbrsku. Podle ČHMÚ za období 1981–2010 zde bylo během roku naměřeno průměrně 8 °C a méně než 600 mm srážek. Tyto hodnoty se mění směrem k severozápadu až na 5–6 °C a úhrn srážek nad 800 mm v Českém lese.

2.5 Hydrologické poměry

Ze všech čtyř řek, na jejichž soutoku leží město Plzeň, je Mže považována za hlavní zdrojnicí Berounky, a to hlavně díky většímu povodí a vyšším průtokům (Anderle, Dudák 2008). Jejimi nejvýznamnějšími pravostrannými přítoky jsou (v pořadí od pramene k profilu) Sklářský a Lužní potok, oba ústící do vodní nádrže Lučina. Dále jsou to Brtný potok, Sedlišťský potok s pravým přítokem Suchá protékající územím s četnými rybníky. V obci Stříbro se do Mže vlévá Úhlavka, která je na svém horním toku s poměrně otevřeným údolím napájena Výrovským a Čaňkovským potokem. Nejdelšími levostrannými přítoky Mže jsou Hamerský (s přítoky Tichá a Slatinný potok) a Kosový potok (s přítoky Senný a Úšovický potok) pramenící na svazích kopce Dyleň. Povodí Kosového potoka odvodňuje jižní část Tepelské vrchoviny (Švorc, Švorcová 2006). V obci Svojšín se do Mže vlévá Černošínský potok.



Obr. 8: Hustota říční sítě povodí horní Mže (zdroj: ArcČR 500, DIBAVOD, OpenStreetMap)

Vodní toky lze rozdělit podle Langhammera a kol. (2009) na 21 základních typů kombinací parametrů – úmoří, nadmořské výšky a geologického podloží. V povodí se nacházejí převážně dva typy lišící se od sebe pouze nadmořskou výškou – vrchovinné toky a toky středních výšek úmoří Severního moře na krystaliniku (131 a 121). Jedná se o velmi rozšířené typy. Ve srovnání s typem 121 tvoří toky kategorie 131 pramenné oblasti na severu a severozápadě, mají obvykle vyšší spád a kvůli menší délce nepříliš zahloubená údolí (Langhammer a kol. 2009).

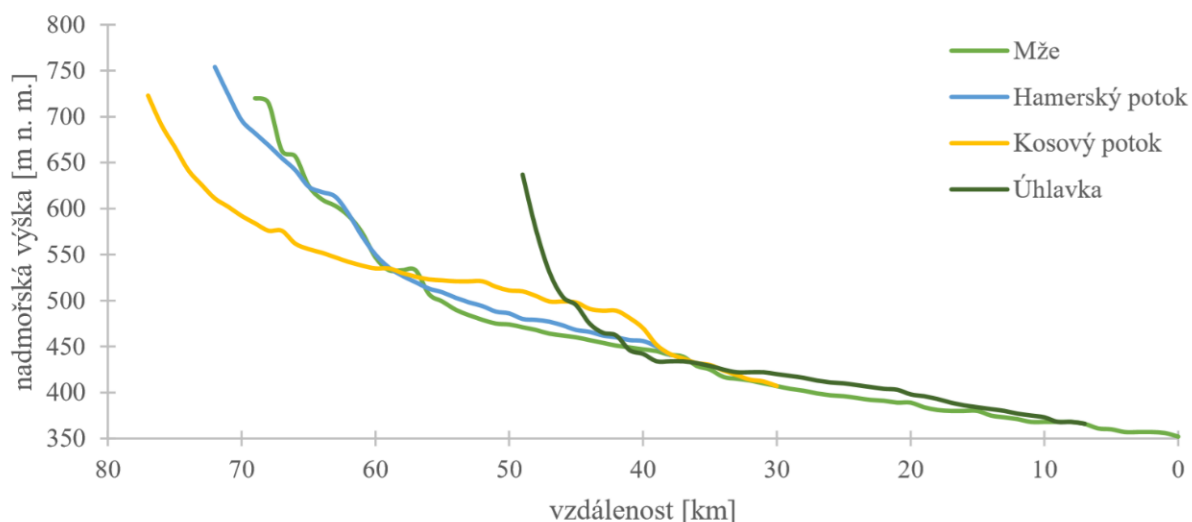
Díky stejně erozně odolným krystalickým horninám převládajícím v celém povodí je říční síť rovnoměrně uspořádaná do stromovitého vzhledu. Průměrná hustota říční sítě, která se vypočítá jako podíl délek všech vodních toků a plochy povodí, činí v zájmovém území 1,45 km.km⁻². Podle Herbera a Sudy (1996) ji lze slovně označit za velmi vysokou. Pro ČR obecně platí, že hustota je vyšší ve větších nadmořských výškách. V pramenných oblastech řek, kde se mohou toky přirozeně vyvíjet, je skutečně hustota vyšší a k ústí se snižuje (obr. 8). Na německé straně je nízká hustota způsobena nedostatkem dat (Pavelková Chmelová, Frajer 2020).

2.5.1 Hydrografické a morfometrické charakteristiky

Ke zhodnocení hydrografických a morfometrických parametrů charakterizujících povodí nebo vodní tok je nutné provést měření základních rozměrů celého povodí horní Mže a stejně tak i nejvýznamnějších přítoků (tab. 1).

Tab. 1: Přehled hlavních rozměrů povodí horní Mže a jejích přítoků

	horní Mže	Hamerský p.	Kosový p.	Úhlavka
plocha povodí P [km²]	1 667	198,5	226,1	296,6
délka rozvodnice L_R [km]	177,5	78,5	102,4	89,5
délka povodí L_P [km]	43,9	25	30,2	24,9
délka toku L [km]	65,9	33,4	46,4	41,4
přímá vzdálenost pramene a ústí L_x [km]	41,6	23,9	28,7	23
rozdíl max. a min. nadm. výšky v povodí h_{max} – h_{min} [m]	973 – 352	866 – 445	973 – 414	816 – 365
rozdíl nadm. výšek pramene a ústí H_P – H_Ú [m]	750 – 352	753 – 445	827 – 414	635 – 365



Graf 1: Rozvinutý podélný profil horní Mže

Míra křivolakosti neboli stupeň vývoje toku je poměr mezi délkou vodního toku a přímou vzdáleností od pramene k ústí $K = \frac{L}{L_x}$. Nabývá hodnot ≥ 1 a čím je toto číslo větší, tím více meandrů a zákrut se na toku nachází. Rozdíl je patrný nejvíce na Úhlavce, jejíž tok u obce Prostiboř významně mění směr. Průměrný sklon toku udává poměr rozdílu nadmořských výšek pramene a ústí a délkou toku $I_t = \frac{(H_P - H_U)}{L}$. Nejnižší sklon má Mže, protože s rostoucí délkou toku a jeho meandrováním se typicky snižuje. Tyto parametry také přehledně znázorňuje rozvinutý podélný profil, na jehož ose x je vynesena vzdálenost od ústí a na ose y nadmořská výška (graf 1).

Hodnocení tvaru povodí lze provést několika výpočty. Jedním z nich je tzv. charakteristika povodí $\alpha = \frac{P}{L^2}$. Pokud porovnáme hodnoty pro všechny toky, které jsou $>0,20$, podle tabulky Herbera a Sudy (1996) to znamená, že jejich povodí mají vějířovitý tvar. Podobnou funkci má

koeficient protáhlosti povodí $R_E = \frac{2\sqrt{\frac{P}{\pi}}}{L}$ nabývající hodnot v intervalu $(0;1)$, kde výsledky blíží se k nule charakterizují povodí jako protáhlé. I podle Gravelliova koeficientu $K_G = \frac{L_R}{2\sqrt{P\pi}}$, jenž nabývá hodnot ≥ 1 , lze za nejvíce protáhlé považovat povodí Kosového potoka, nejvíce kruhové je celkově povodí horní Mže. Výškopisné poměry popisuje průměrný sklon povrchu povodí $I = \frac{h_{max} - h_{min}}{\sqrt{P}}$. Ten je nejvyšší pro povodí Kosového potoka, které je poměrně malé a zahrnuje vysoko položené části Slavkovského lesa (Pavelková Chmelová, Frajer 2020). Pro přehlednost a úplnost slouží tab. 2.

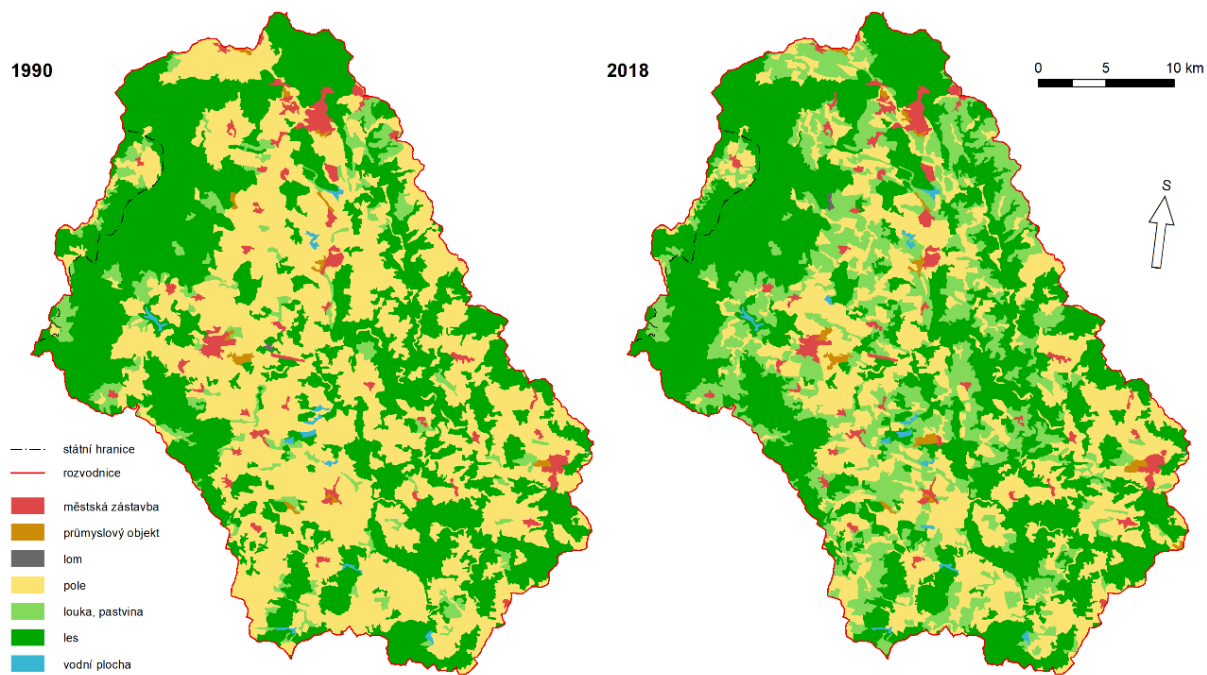
Tab. 2: Číselné hodnocení charakteristik povodí horní Mže a jejích přítoků

	horní Mže	Hamerský p.	Kosový p.	Úhlavka
charakteristika povodí α [-]	0,61	0,32	0,25	0,48
koefficient protáhlosti povodí R_E [-]	0,88	0,64	0,56	0,78
Gravelliův koeficient K_G [-]	1,47	1,57	1,92	1,47
stupeň vývoje toku K [-]	1,58	1,4	1,62	1,8
průměrný sklon povrchu povodí I [%]	1,82	2,99	3,72	2,62
průměrný sklon toku I_t [%]	0,6	0,92	0,89	0,65

2.6 Krajinový pokryv

Zásadní změny v krajině v minulém století byly ovlivněny politickou situací po 2. světové válce. Došlo k vysídlení Sudet, a to i přes návrat československého obyvatelstva, k úpadku sídel a zmírnění tlaku na zemědělskou půdu. Od padesátých let bylo prosazováno kolektivní hospodaření, což vedlo ke ztrátě jemné struktury polí a luk (Anderle, Dudák 2008). Na konci 80. let stát spravoval už asi 98,5 % zemědělského půdního fondu Česka. Po změně politického režimu v roce 1990 však můžeme sledovat výrazné přibývání luk a pastvin na úkor zemědělsky obdělávaných ploch (obr. 9), a to především ze dvou důvodů. Jedním z nich je vracení nemovitostí původním majitelům, kteří často neměli o využití těchto ploch k pěstování zájem. Dalším faktorem bylo postupné zastavení podpory zemědělské produkce státem a její nahrazení ve formě projektů cílených na neprodukcni funkce zemědělství (ochrana vodních toků, zalesňování, údržba krajiny apod.). Nově nastavené spotřebitelské ceny a konkurence levnějších produktů z Evropské unie tak způsobily snížení zisků místních zemědělců a spotřeby domácích potravin (Bičík a kol. 2010).

V zájmové oblasti převažují jehličnaté lesy tvořící přes 40 % území, a to hlavně poblíž státní hranice v CHKO Český les, který je jedním z největších souvislých lesních komplexů v Evropě (Dudák 2005). Okolo 29 % půdy se využívá k zemědělským účelům, ještě v roce 1990 to bylo 47 %. Díky tomu přibylo pastvin a luk především v okolí vodních toků a lesů ve výše položených oblastech a svažitéjším terénu, který je nevhodný k obdělávání. Sídel i průmyslových objektů není mnoho a jsou od sebe poměrně dost vzdálené – okresy Domažlice i Tachov se řadí do desítky příhraničních okresů s největší periferností v Česku (Jeřábek, Dokoupil, Havlíček 2004).



Obr. 9: Porovnání krajinného pokryvu v povodí horní Mže mezi lety 1990 a 2018 (zdroj: ArcČR 500, DIBAVOD, CORINE Land Cover)

3 Sucho

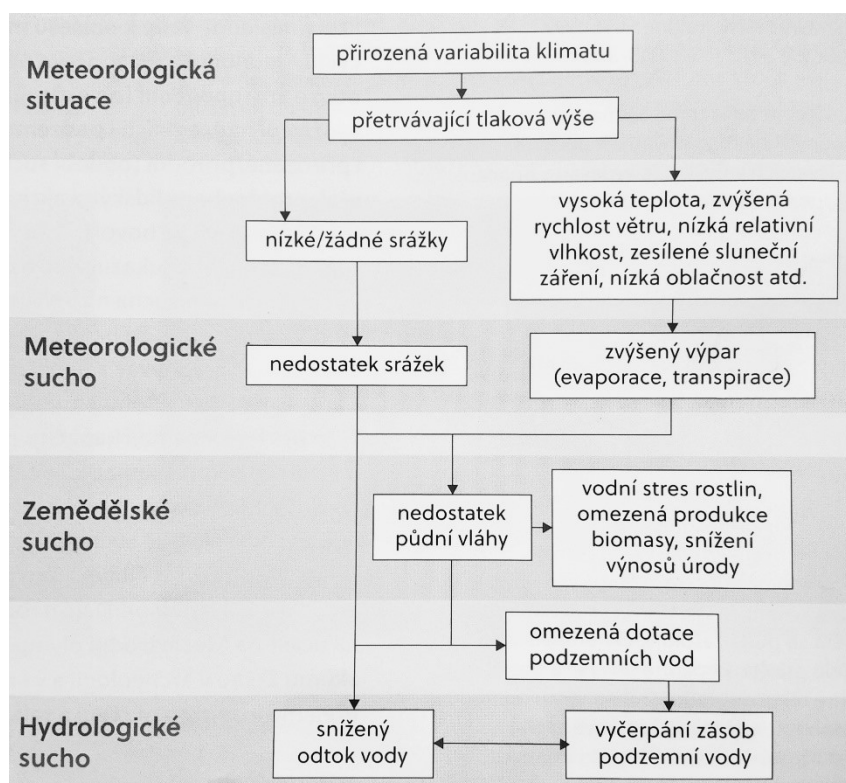
Přestože je sucho obtížně definovatelné a identifikovatelné, patří mezi nejběžnější a nejvýznamnější hydrometeorologické extrémy. Na rozdíl od vichřic nebo povodní má však pomalý vznik a vývoj (Žalud, Trnka, Hlavinka a kol. 2019; Funk, Shukla 2020). To má za následek obtížné stanovení jeho počátku a konce (Blinka 2002). Při výzkumu sucha je důležité si uvědomit, že jeho odlišné definice mohou vést k různým závěrům (Yevjevich 1967). S ohledem na těžkosti spojené s velmi komplexním přístupem, který bere v úvahu aktuální spotřebu vody nebo její zásobu v půdě, dochází Lloyd-Hughes (2014) k závěru, že objektivní obecná definice sucha neexistuje. Definice sucha by totiž měla být specifická v regionálním ohledu (Brázdil a kol. 2009). Jednoduše jej lze popsat jako nedostatek vody v půdě, rostlinách nebo atmosféře (Sobíšek 1993). Širší definici přináší Critchfield (1984): „Sucho je deficit, který nastává, když půdní vlhkost nestačí pokrýt požadavky půdní potenciální evapotranspirace“. Podle Berana a Rodiera (1985) je hlavní vlastností sucha snížení dostupnosti vody v určité oblasti a období. V porovnání s ariditou, která je považována za dlouhodobý klimatu, se sucho může vyskytovat ve všech podnebných pásech, a to jen jako přechodná anomálie klimatu (Blinka 2004).

Díky tomu, že se v podmínkách Česka vyskytuje sucho přirozeně, řadíme jej mezi klimatické extrémy (Bartošová a kol. 2016). Mnoho prací signalizuje rostoucí riziko sucha u nás i v celé střední Evropě, které je podle Brázdila a kol. (2009) největší za posledních 130 let. Další práce poukazují zároveň na postupné snižování disponibilní vody v půdě. K tomu dochází především v období od dubna do června, což můžeme, spolu s faktem, že naše krajina je závislá na pravidelně rozložených srážkách, konstatovat jako velmi nepříznivé (Brázdil, Trnka a kol. 2015). Nezbyvá tak, než se „na zvýšené riziko sucha adaptovat a zmírňovat jeho negativní dopady“ (Žalud, Trnka, Hlavinka a kol. 2019, s. 11).

3.1 Druhy sucha

Sucho se obvykle dělí na následující čtyři typy, které spolu velice úzce souvisejí (obr. 10) a všechny pramení z nedostatku srážek (Wilhite, Glantz 1985). Všem u většinou předchází přetrvávající tlaková výše doprovázená vysokými teplotami a minimem oblačnosti (Janský 2019b). V takových podmínkách s rostoucí evapotranspirací dojde jako první k identifikaci meteorologického sucha, a to pomocí přístrojových měření. Díky nedostatku srážek, a tak i vody pro růst rostlin, se projeví sucho zemědělské. Pokud deficit pokračuje i nadále, vzniká hydrologické sucho a postupem času jsou viditelné taktéž dopady socioekonomického sucha

(Blinka 2004; Brázdil, Trnka a kol. 2015). Některé zdroje ještě uvádějí sucho podzemní vody (Hisdal, Tallaksen 2000) či ekologické sucho (Kiem, Johnson, Westra a kol. 2016).



Obr. 10: Vztahy mezi jednotlivými druhy sucha, jejich příčiny a důsledky (převzato z Janského 2019b, zdroj: Brázdil, Trnka a kol. 2015)

3.1.1 Meteorologické sucho

Tento typ sucha hodnotíme na základě odchylky srážek od normálu (Blinka 2004). Normál na určité lokalitě znázorňuje dlouhodobou rovnováhu srážek a evapotranspirace (Blinka 2002). Jde tedy o srážkový deficit ve vztahu k jejich určitému průměrnému množství v dané oblasti a délce suchého období (Tate, Gustard 2000). Meteorologické sucho je tak jednou z prvotních příčin sucha (Hisdal, Tallaksen 2000).

3.1.2 Hydrologické sucho

Hydrologické sucho se vyjadřuje jako deficit povrchových a podpovrchových zásob vody (Blinka 2004). Takový nedostatek vody lze pozorovat ve vodních tocích, nádržích, jezerech nebo zvodnělých vrstvách. Podzemní vody jsou obvykle ovlivněny jako poslední a nejdéle se vracejí do normálu (Brázdil, Trnka a kol. 2015). Podle ČHMÚ „je vznik hydrologického sucha ovlivněn i užíváním vody, proto je třeba na hydrologické sucho pohlížet jako na přírodní fenomén, který však může být prohlouben lidským působením“. Hydrologické sucho se vlivem zpomalujících účinků může projevovat i po odeznění meteorologického sucha (Janský 2019b).

3.1.3 Agronomické sucho

Zemědělství představuje sektor hospodářství, který je suchem zasažen jako první (Blinka 2002). Suché epizody mají vliv taktéž na lesní porosty (Brázdil, Trnka a kol. 2015). Tento typ sucha vztahujeme k deficitu vody v půdě, pokud množství vláh v ní nevyhovuje potřebám konkrétních rostlin. Obvykle nastává po meteorologickém a před hydrologickým suchem (Blinka 2002).

3.1.4 Socioekonomické sucho

Pokud výskyt sucha začíná mít negativní vliv na celou společnost nebo ekonomiku, hovoříme o socioekonomickém suchu. Je identifikovatelné na základě očekávání a vnímání společností, míry nezaměstnanosti nebo výše příjmů (Kiem, Johnson, Westra a kol. 2016). Definice podle Blinky (2004) spojuje sucho a ekonomickou teorii nabídky a poptávky. Stejně jako u hydrologického sucha jsou jeho dopady patrné až po delším čase (Brázdil, Trnka a kol. 2015).

3.2 Příčiny sucha

Výskyt extrémních jevů jako je sucho nemusí mít v oblasti střední Evropy jednoznačnou příčinu. Může k němu docházet v důsledku proměnlivého počasí mírných zeměpisných šířek, na což lze pohlížet jako na přirozenou součást podnebí (Žalud, Trnka, Hlavinka a kol. 2019). Obecně je primární příčinou sucha meteorologické sucho ve smyslu nedostatku srážek (Blinka 2004). Často jsou dopady takového deficitu ještě zesíleny meteorologickými prvky jako je teplota, vítr nebo vlhkost vzduchu (Brázdil a kol. 2009). Jedním z výrazných trendů, který pozorujeme v posledních desetiletích, je růst teploty vzduchu. Zvyšuje se počet letních i tropických dnů, což také koresponduje s větším množstvím dopadajícího přímého slunečního záření. Od 70. let 20. století se průměrná teplota vzduchu v Česku navýšila o 1,8 °C. Díky tomu roste evapotranspirace a množství vody v krajině se snižuje. Roční úhrny srážek z pohledu posledních pětiset let sice stagnují (Brázdil, Trnka a kol. 2015). Avšak teplejší zimy mají za následek úbytek dní se sněhovou pokrývkou, a tak se zvyšuje riziko výskytu sucha v jarních měsících, stejně jako horší doplňování zásob podzemní vody (Metelka, Tolasz 2009; Žalud, Trnka, Hlavinka a kol. 2019).

Pokud dojde ke změně významných faktorů, jež vytvářejí klima, mluvíme o změně klimatu. Takovými faktory jsou množství slunečního záření, chemické složení atmosféry nebo vulkanická činnost (Stocker a kol. 2013). Konkrétně na našem území lze za důvod současných trendů považovat nárůst obsahu skleníkových plynů v atmosféře (Žalud, Trnka, Hlavinka a kol. 2019). Člověk svou činností, která od dob průmyslové revoluce narušuje rovnováhu koloběhu

uhlíku, mění i koncentraci skleníkových plynů přirozeně se vyskytujících v atmosféře jako je methan, oxid dusný, ozon, nebo především oxid uhličitý. Mezi největší antropogenní zdroje patří výroba cementu a železa, spalování fosilních paliv a odlesňování (Metelka, Tolasz 2009). Díky těmto aktivitám a zvyšování koncentrací skleníkových plynů, dochází k zesílení skleníkového efektu, na který svým růstem reagují také frekvence a intenzita sucha (Stocker a kol. 2013).

Dalším důležitým faktorem, který má vliv na intenzitu sucha, je náchylnost krajiny k suchu, především pak půdy a vegetace v povodí (Van Loon 2015; Žalud, Trnka, Hlavinka a kol. 2019). Změna fragmentace krajiny poškozuje mnohé půdy zejména díky delším svahům s jedinou plodinou. Snižuje se tím tak schopnost zadržení vody a ochrana před zrychlenou erozí, kterou jsou nejčastěji vodní a větrná eroze (Fulajtár, Janský 2001; Žalud, Trnka, Hlavinka a kol. 2019). Pozitivní dopad nepřináší ani případné drénování, jež v krajině sice má své místo, ale spíše v chladnějším klimatu. V Česku v posledních letech také ubývá zemědělské půdy, a to většinou na úkor zastavěných ploch, jež zrychlují povrchový odtok (Žalud, Trnka, Hlavinka a kol. 2019).

3.3 Dopady sucha

Dopady sucha mohou být různorodé. Často se dělí na přímé a nepřímé nebo podle pořadí na dopady prvního, druhého, třetího řádu (Kates 1985). Jedním z příkladů přímých dopadů jsou ztráty výnosů v závislosti na účincích sucha. Nejvíce se projevují v zemědělství a pro farmáře tak mohou znamenat zadlužení nebo likvidaci firmy, dále pak v lesnictví a rybářství. Nepřímé účinky sucha způsobují ztráty v odvětvích bankovníctví, průmyslu nebo rekreace (Marval, Hejduková, Roub 2019). Dopady prvního řádu bývají obvykle přírodního charakteru, vyšší řády naopak začínají zasahovat do ekonomiky a jsou spojené s dlouhodobějšími změnami. Důsledky sucha se také dělí do tří hlavních kategorií – ekonomické, environmentální, sociální (Wilhite 1993).

Ekonomických dopadů lze nalézt mnoho. Patří mezi ně ztráty v zemědělském sektoru, lesnictví, dopravě nebo cestovním ruchu (Wilhite 1993). Voda je zásadní pro průmyslová odvětví náročná na vodu jako jsou průmysl papíru, energetika nebo potravinářský průmysl (Janský 2019b). To vše postupně způsobuje nezaměstnanost, zvyšování cen potravin, popř. jejich nedostatek a nižší kvalita a v neposlední řadě i vysoké výdaje na náklady při budování nových vodních zdrojů. Sociální dopady zahrnují sníženou kvalitu života, spory mezi uživateli vody nebo vylidňování venkova (Wilhite 1993).

Ztráty životního prostředí se týkají hlavně poškození stanovišť rostlinných a živočišných druhů, zhoršení kvality vody a ovzduší, půdní eroze a nebezpečí požárů (Wilhite 1993). Náchylnost pro vznik požárů se v době sucha zvyšuje díky suché vegetaci a v kombinaci se silným větrem a vysokými teplotami dochází k rychlému šíření. Tomu lze částečně předejít např. předělením polí remízky nebo cestami, které mohou požár zmírnit (Žalud, Trnka, Hlavinka a kol. 2019). Sucho navíc připravuje i vhodné podmínky pro kolonizaci dřevin škůdci, protože zhoršuje jejich fyziologický stav (Brázdil, Trnka a kol. 2015). Tím se mění přirozená sukcese lesa i řídící faktory lesního porostu jako je druhové složení nebo nedostatek živin a vody (Spiecker 2000).

Pokud se zaměříme na dopady hydrologického sucha, projevují se ve vodních nádržích, tocích i podzemních vodách. Ve vodních tocích dochází k poklesu průtoků, který způsobuje zhoršenou kvalitu vody a s tím spojené snížení biodiverzity. Díky znečištění je ztížená i možnost zásobování obyvatel pitnou vodou, její využití v zemědělství a průmyslu, též je nevhodná ke koupání v rámci rekreace (Brázdil, Trnka a kol. 2015). Nádrže naopak vliv suchého období eliminují nadlepšováním průtoků na úseku toku pod nádrží (Novický a kol. 2010). Odtok z našeho území vyrovnávají taktéž zásoby podzemní vody (Brázdil, Trnka a kol. 2015).

Zvětšování velikosti intenzity sucha s jeho délkou vede ke kumulativním účinkům sucha. Ztráty jím způsobené tak mohou dosahovat značných rozměrů a setkáváme se s nimi ještě několik let po výskytu běžných srážek (Blinka 2002). Vzhledem k počtu zasažených skupin a sektorů, rozloze postižené oblasti a obtížnosti vyčíslení škod na životním prostředí je přesné stanovení finančních nákladů náročný úkol. Navíc střídání suchých a více deštivých let brání obyvatelům některých zemí v připravenosti, neboť lidé ze své povahy předpokládají, že příští rok bude „lepší“ (Wilhite 1993).

4 Srážko-odtokové poměry povodí

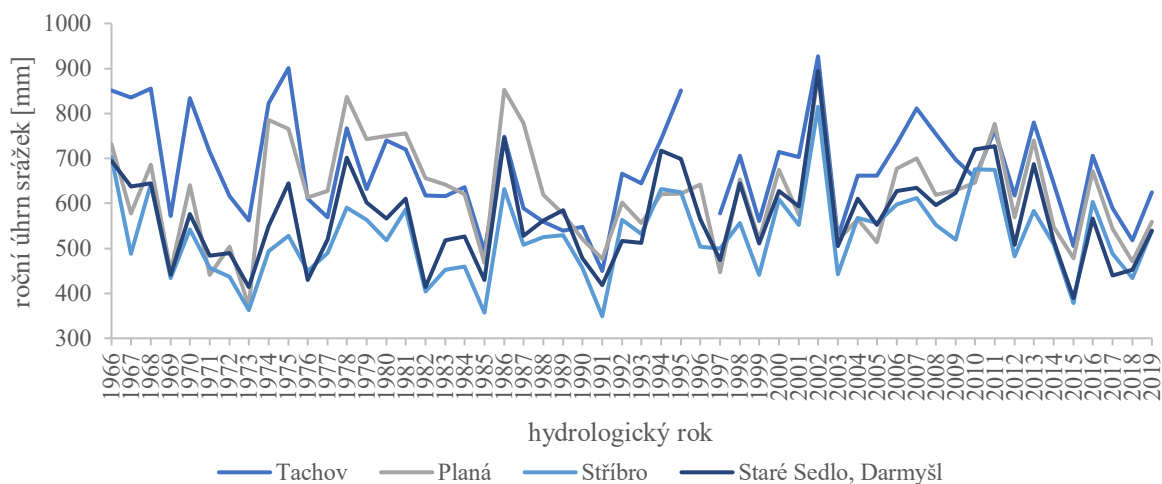
Základní komponentou vstupující do srážko-odtokového procesu je atmosférická srážka. Pokud srážky dopadnou na nepropustný povrch, dochází k retenci vody následované výparem, v jiném případě mohou odtékat po zemském povrchu do vodního toku. Jejich určitá část se zachytí na vegetaci nebo infiltuje do půdy, a tak se podpovrchovým odtokem dostane do vodního toku. Rychlost a intenzita jednotlivých procesů jsou podmíněné především typem vegetace a zrnitostí půdy. Mnohem vyšší schopnost intercepce, než listnaté lesy mají jehličnaté, které zadrží až třetinu srážek v korunovém systému. Podobné rozdíly jsou i u zemědělských plodin. V klasifikaci plodin podle MZe (2019) se uvádí, že nejvíce erozně nebezpečnými plodinami jsou brambory, kukuřice nebo řepa, naopak hrachoviny se dají využít jako opatření proti půdní erozi. Množství a rychlost vsaku do půdního profilu obecně závisí na typu a druhu půdy, její vlhkosti, vegetačním krytu nebo intenzitě srážky (Trizna 2007). Více vody se infiltuje do půdy s lesním, popř. travním porostem než do půdy bez vegetace. Tato schopnost se také zvyšuje od jílovitých půd k písčítým. Druh vegetačního pokryvu je rovněž důležitý při evapotranspiraci, neboť v krajině s dostatkem vody a porostu se velká část sluneční energie přeměňuje na výpar. V případě plochy s malým výskytem biomasy, jakým může být pole, se energie transformuje pouze na teplo, a tak je výpar mnohem nižší (Pavelková Chmelová, Frajer 2020).

Tato obecná pravidla lze uplatnit i pro porovnání dílčích povodí přítoků horní Mže. Jak bylo zmíněno již v podkapitole 2.6, velká část území je díky mnohým přírodním parkům a chráněným krajinným oblastem pokryta jehličnatými lesy. Tok Hamerského potoka je ve vyšších polohách obklopen převážně jehličnatými lesy Českého lesa. Za soutokem s Tichou se však krajina mění a potok protéká zemědělsky obdělávanými plochami a loukami. Oproti tomu se podél téměř celé délky Kosového potoka rozprostírají lesy, s výjimkou Mariánských Lázní a jejich okolí. Z toho plyne, že zalesněné území Kosového potoka podporuje schopnost retence vody, stejně jako intercepci srážek a na rozdíl od povodí Hamerského potoka z něj voda tak rychle neodtéká. Díky prudším svahům údolí Kosového potoka však o tomto faktu lze uvažovat pouze teoreticky. Povodí Úhlavky se liší druhem půdy, který je hlinitopísčítý, a tak infiltuje vodu snadněji než písčitohlinité půdy Hamerského a Kosového potoka.

4.1 Srážky

Průměrný roční úhrn srážek v Česku je 686 mm. Tato hodnota se vztahuje k referenčnímu období 1981–2010 a podle ČHMÚ se označuje jako dlouhodobý srážkový normál. V rámci povodí horní Mže byly vybrány čtyři stanice (Tachov; Planá; Stříbro; Staré Sedlo, Darmyšl),

kteří dostatečně reprezentují a utváří představu o množství srážek spadlých na tomto území. Kompletní data jsou ze všech stanic dostupná od roku 1966, s výjimkou chybějícího roku 1996 z měření v Tachově. Jednoznačně nejnižší roční srážkové úhrny byly zaznamenány na stanici Stříbro, zatímco nejvyšší na stanici v Tachově (graf 2). Absolutně nejnižší hodnota 348,9 mm pochází z měření ve Stříbře v roce 1991.



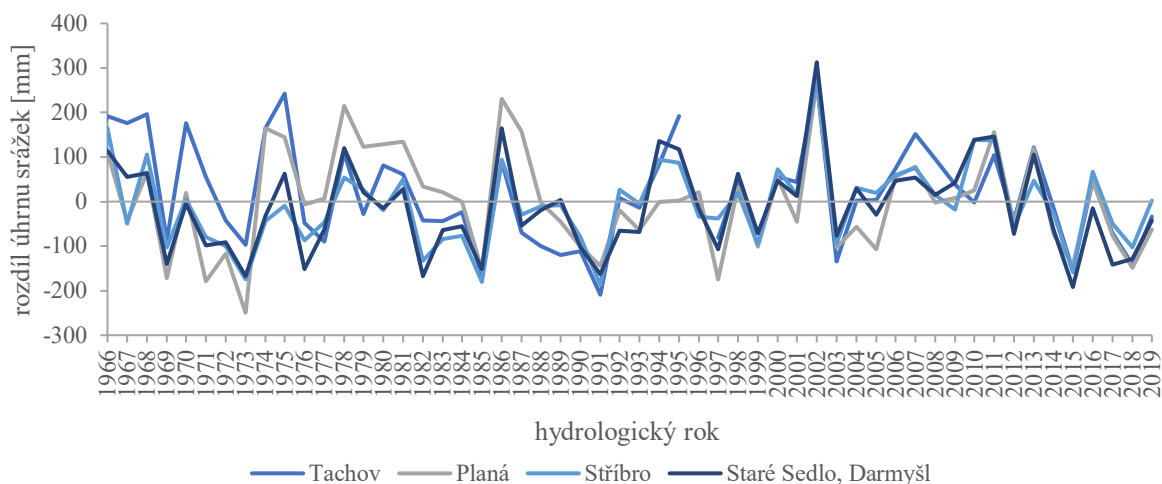
Graf 2: Roční úhrn srážek za období 1966–2019 na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Rozdíly způsobuje nadmořská výška a s ní spojené klima, které je ve Stříbře s polohou okolo 400 m n. m. nejteplejší. Stanice Tachov i Planá, umístěné asi 500 m n. m., patří do klimaticky chladnější oblasti, s níž se pojí také více srážek. Dlouhodobé srážkové normály za stanovené období jsou však pro všechny lokality nižší než celorepublikový průměr (tab. 3). Odlišnosti v množství srážek částečně způsobuje i srážkový stín Českého lesa patrný na jeho východních svazích.

Tab. 3: Dlouhodobý srážkový normál za období 1981–2010 a k němu vztážený deficit za období 2015–2019 na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

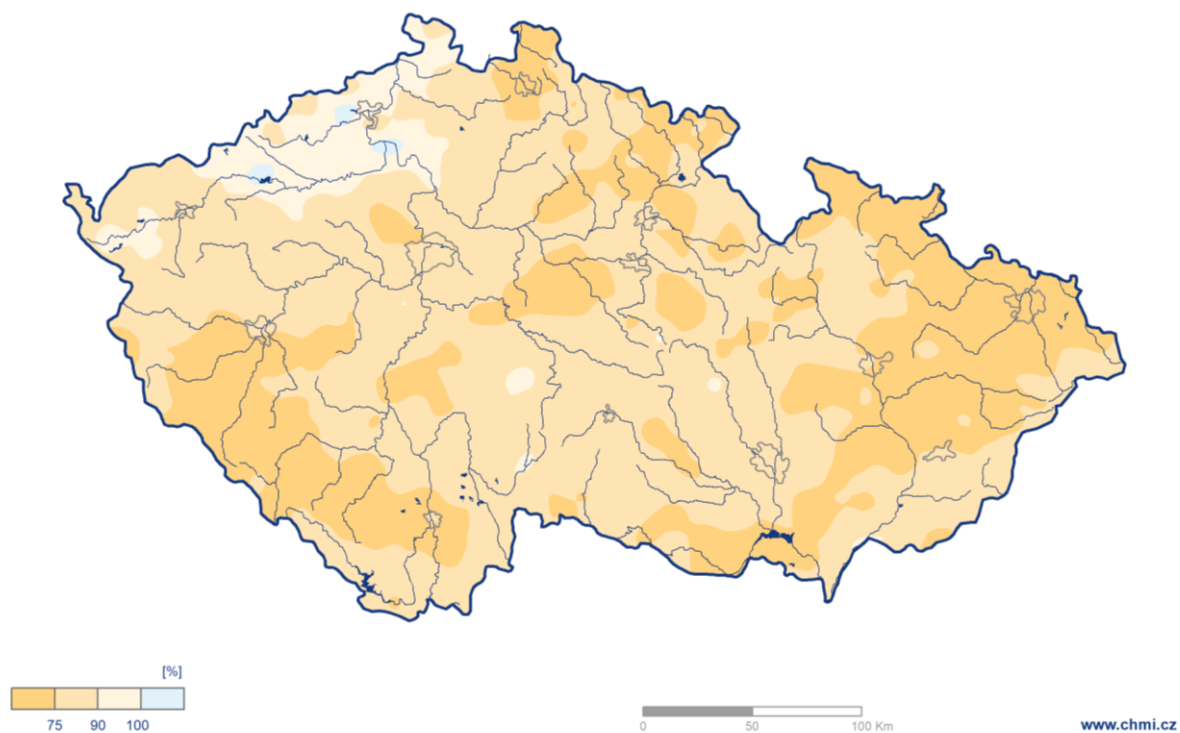
stanice	Tachov	Planá	Stříbro	Staré Sedlo, Darmyšl
dlouhodobý srážkový normál 1981–2010 [mm]	659	621	537	581
srážkový deficit za období 2015–2019 [mm]	353	382	242	521

Roky s výrazně menším množstvím srážek vidíme i v grafu 3, který porovnává jednotlivé stanice z hlediska roční variability srážek ve vztahu k průměru za referenční období. Hodnoty na svislé ose byly získány odečtením dlouhodobého normálu, jehož hodnota se zde rovná nule, od ročního úhrnu srážek z grafu 2, z nichž nejnižší náleží rokům 1973, 1985, 1991 a 2015.



Graf 3: Rozdíl v ročním úhrnu srážek za období 1966–2019 oproti normálu 1981–2010 na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Aktuálním tématem je mimo jiné i nedostatek srážek na našem území, respektive jejich nedostatek, který se nahromadil od roku 2015, tzn. za posledních pět let. Konkrétní hodnoty deficitu uvádí tab. 3, podle níž je nejvyšší nedostatek na stanici v obci Staré Sedlo a to 521 mm. Vzhledem k dlouhodobému normálu můžeme konstatovat, že zde chybí téměř celý roční srážkový úhrn. Naopak už tak nízké množství srážek ve Stříbře způsobuje nevýrazný deficit na této stanici. Co se týče meteorologického sucha, lze hydrologický rok 2015 označit za jeden z nejsušších za pozorované období, což dokládá obr. 11.



Obr. 11: Úhrn srážek v roce 2015 v procentech normálu 1981–2010 (zdroj: ČHMÚ)

5 Použitá data a metody

5.1 Data a měrné profily

K analýze hydrologického sucha v horním povodí Mže byla použita data získaná Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Jedná se celkově o pět vodoměrných stanic s denními záznamy průtoků na čtyřech potocích a řekách – VD Lučina na Mži, Planá na Hamerském potoce, Třebel na Kosovém potoce a profily Stříbro na Úhlavce a Mži. Každý den je charakterizován průměrnými denními průtoky, které při vyhodnocení lépe reprezentují nízké průtoky. Taková data jsou tedy vhodnější k analýze než okamžité nejnižší hodnoty, jež mohou citlivě reagovat na zásahy člověka. Všechny průtoky jsou uvedeny v jednotkách $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Profil VD Lučina leží těsně pod hrází vodní nádrže na levém břehu řeky Mže pár kilometrů nad Tachovem. Průtok silně ovlivňuje regulace nádrže a s vědomím tohoto faktu je k datům potřeba přistupovat. Měření je k dispozici od hydrologického roku 1971 s jedním přerušením mezi lety 1975 a 1983 a druhým během let 1994 až 1997. Výstavba samotné nádrže probíhala v letech 1970 až 1975. Jednou z funkcí nádrže je také nadlepšování průtoku pro úpravnu vody ve Stříbře (Povodí Vltavy 2020). Díky tomu dochází k mírnému ovlivnění dat i na stříbrském profilu. Ten se nachází u Červené lávky několik set metrů nad jezem, kde začíná další vodní nádrž na Mži – Hracholusky (obr. 12). Zde jsou měřena data od listopadu 1930 s chybějící řadou osmi hydrologických let 1938 až 1945.



Obr. 12: Vodoměrná stanice Stříbro na řece Mži; pořízeno 5. července 2019 při $Q_d = 0,467 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (zdroj: vlastní fotografie)

Zbylé tři měrné profily měří průtoky na přítocích Mže. Na západním okraji Plané jsou na Hamerském potoce zjišťována data od roku 1952 se dvěma krátkými chybějícími úseky v roce 2002 a 2016. Vodoměrná stanice na Kosovém potoce je umístěna na pravém břehu v údolí mezi obcemi Svahy a Třebel. Kromě let 2003 a 2004 obsahuje řada denní průtoky od roku 1953. Hydrologická data se na Úhlavce měří nepřetržitě od roku 1952 na profilu poblíž železničního mostu.

5.2 Metody

V rámci této práce byly k analýze hydrologického sucha použity dvě metody – hodnocení počtu suchých dní a metoda nedostatkových objemů. Obě pracují s tzv. prahovou hodnotou, což je hranice, pod níž odtok probíhá v režimu sucha a začínáme mluvit o hydrologickém suchu (Brázdil, Trnka a kol. 2015). Vzhledem k tomu, že byla poskytnuta data průměrných denních průtoků (Q_d), lze den, kdy Q_d je menší než prahová hodnota, označit jako suchý den. Za prahovou hodnotu byl vybrán 355-denní průtok (Q_{355d}), který je tedy v dlouhodobém průměru dosažen či překročen 355 dní v roce. Tato hodnota byla stanovena za referenční období 1981–2010. První metoda spočívá v určení počtu suchých dní během hydrologického roku. To znamená, že jsou hledány dny, kdy průtok poklesne pod limitní hodnotu. To umožňuje porovnání jednotlivých let i vodních toků. Metoda nedostatkových objemů využívá také období s nižším průtokem, než je limitní průtok a počítá velikost nedostatkového objemu v jednotkách metrů krychlových [m^3]. Vyjadřuje objem vody, který chybí k doplnění průtoky na určenou limitní hodnotu během suchého období a lze jej určit výpočtem pomocí vzorce

$$NO = \sum_{i=1}^t (LQ - Q_i) \cdot 24 \cdot 3600$$

pro naše účely upraveného na

$$NO = \sum_{i=1}^t (Q_{355d} - Q_d) \cdot 24 \cdot 3600,$$

kde t je počet dnů období s průtokem nižším než limitní průtok (Tremel 2011).

Pro lepší vzájemné srovnání všech toků byl použitý i standardizovaný nedostatkový objem podle vzorce

$$NO_{st} = \frac{NO}{LQ \cdot t \cdot 24 \cdot 3600} \times 100,$$

kde LQ stejně jako v předchozím vzorci nahradíme Q_{355d} (Tremel 2011).

6 Výsledky

6.1 Denní průtoky

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, data byla poskytnuta ve formě průměrných denních průtoků (Q_d). Pro první srovnání vodnosti Mže a jejích přítoků je vhodné použít aritmetický průměr těchto dat, čímž získáme dlouhodobý průměrný průtok za celé pozorované období (Q_a). Tato základní hydrologická veličina je výsledkem vlivu geografických a klimatických činitelů povodí (Starý 2005). Jak lze vidět v tab. 4, nejvyšší dlouhodobý průměrný průtok má Mže ve stanici Stříbro a jejím nejvydatnějším přítokem je Kosový potok.

Tab. 4: Dlouhodobý průměrný průtok na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

stanice	Stříbro, Mže	Planá, Hamerský p.	Třebel, Kosový p.	Stříbro, Úhlavka	VD Lučina, Mže
Q_a [$m^3 \cdot s^{-1}$]	6,42	0,92	1,39	1,24	1,04

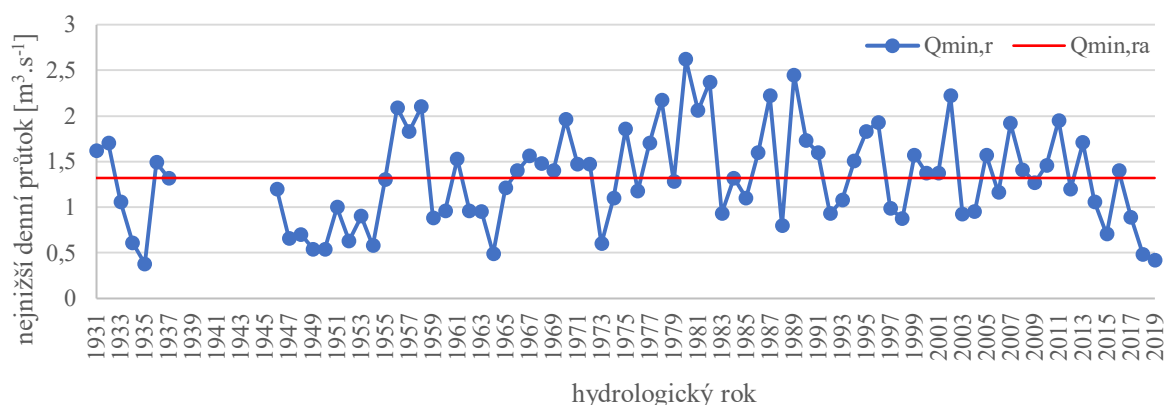
Za další důležitou charakteristiku režimu toku můžeme považovat extrémní hodnoty odtoku, čímž jsou myšleny nejvyšší nebo nejnižší hodnoty průtoků. V maximech toky dosahovaly až 40× vyšších průtoků oproti Q_a , v minimech byly hodnoty ještě mnohonásobně nižší. Obecně lze extrémy pozorovat patrněji na menších tocích. Nejméně extrémní jsou podle předpokladu hodnoty ze stanice VD Lučina. Tab. 5 tak uvádí, bez ohledu na kompletnost hydrologických roků, minimální a maximální průměrné denní průtoky z dostupných dat.

Proměnlivost denních průtoků lze vyjádřit hydrogramem. Tento průběh ale není příliš patrný z tak dlouhých časových řad, proto byly s ohledem na zaměření práce vybrány za každý rok pouze nejnižší průtoky ($Q_{\min,r}$). Ty jsou porovnány s absolutním minimálním průtokem ($Q_{\min,ra}$), který umožňuje posoudit stupeň jejich významu. Nejnižší průměrné denní průtoky za období jednoho roku tak kolísají v jednotlivých letech kolem hodnoty dlouhodobého průměrného minimálního ročního průtoky (grafy 4–7) (Starý 2005).

Tab. 5: Extrémní denní průtoky na všech stanicích za pozorované období (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

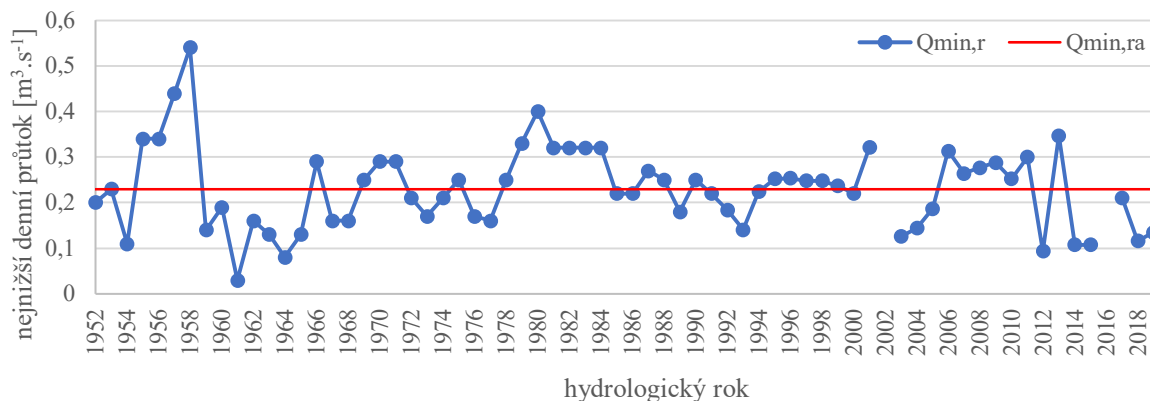
stanice, tok	pořadí	datum	min. průtok [m ³ .s ⁻¹]	datum	max. průtok [m ³ .s ⁻¹]
VD Lučina, Mže	1.	6. 9. 1973	0,1	6. 6. 1984	17,2
	2.	5. 9. 1998	0,169	19. 1. 1974	13,3
	3.	11. 9. 1988	0,18	13. 3. 1999	10,3
Planá, Hamerský p.	1.	3. 9. 1961	0,03	14. 1. 2011	18,4
	2.	17. 7. 1964	0,08	3. 1. 2003	18,1
	3.	21. 8. 2012	0,0933	13. 2. 2005	16,8
Třebel, Kosový p.	1.	29. 7. 1969	0,01	12. 7. 1954	33,1
	2.	7. 2. 1954	0,07	6. 1. 1982	33,1
	3.	25. 11. 1973	0,08	13. 8. 2002	31,7
Stříbro, Úhlavka	1.	9. 7. 2019	0,001	3. 1. 2003	57,4
	2.	21. 8. 2018	0,0012	14. 1. 2011	44,4
	3.	8. 8. 2017	0,0098	31. 5. 1986	41
Stříbro, Mže	1.	30. 8. 1935	0,38	14. 1. 2011	133
	2.	28. 7. 2019	0,418	6. 1. 1982	128
	3.	23. 8. 2018	0,482	3. 1. 2003	127

Jako první jsou do grafu vyneseny hodnoty ze stanice Stříbro na Mži. Nejvíce let v řadě s $Q_{\min,r}$ pod $Q_{\min,ra}$ se zaznamenalo do poloviny 60. let, kdy ještě neexistovala vodní nádrž Lučina. Od té doby bylo dosaženo nejvíce podprůměrných průtoků po sobě až v posledních třech letech (2017–2019).

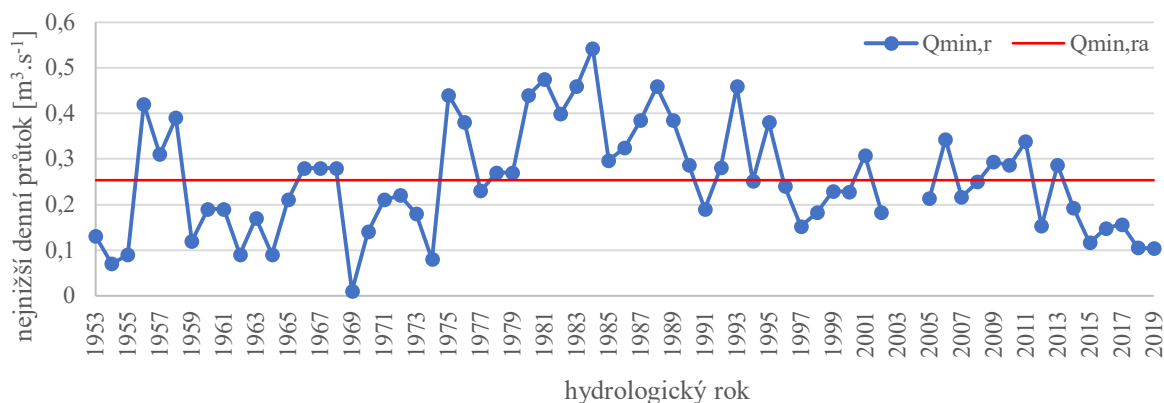


Graf 4: Roční minimální průtoky měřené stanicí Stříbro, Mže (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

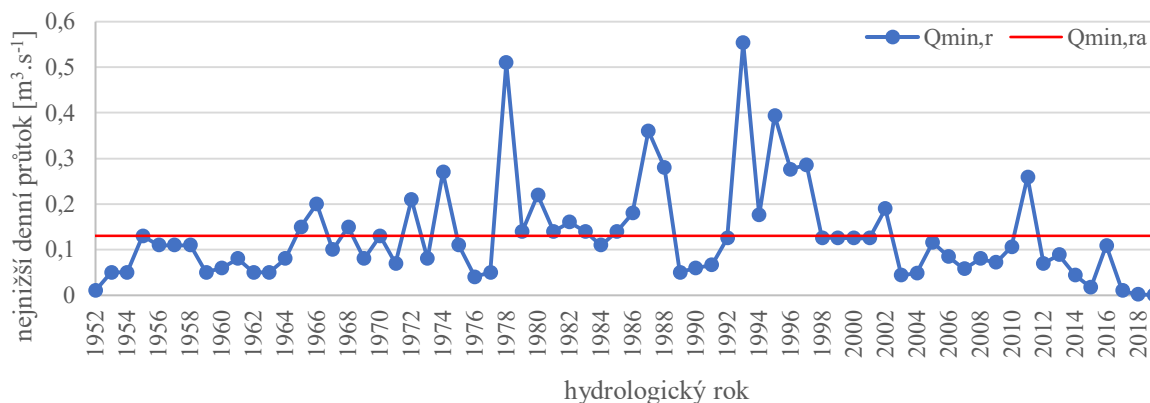
Dále následují naměřené nejnižší denní průtoky za jednotlivé roky na přítocích Mže. Grafy 5–7 zobrazují podobný průběh nejnižších průtoků jako u předchozí stanice, přičemž např. pro stanici na Úhlovce bylo naměřeno podnormálních šest roků v řadě. Největší rozkolísanost na první pohled vykazuje Kosový potok.



Graf 5: Roční minimální průtoky měřené stanicí Planá, Hamerský potok (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

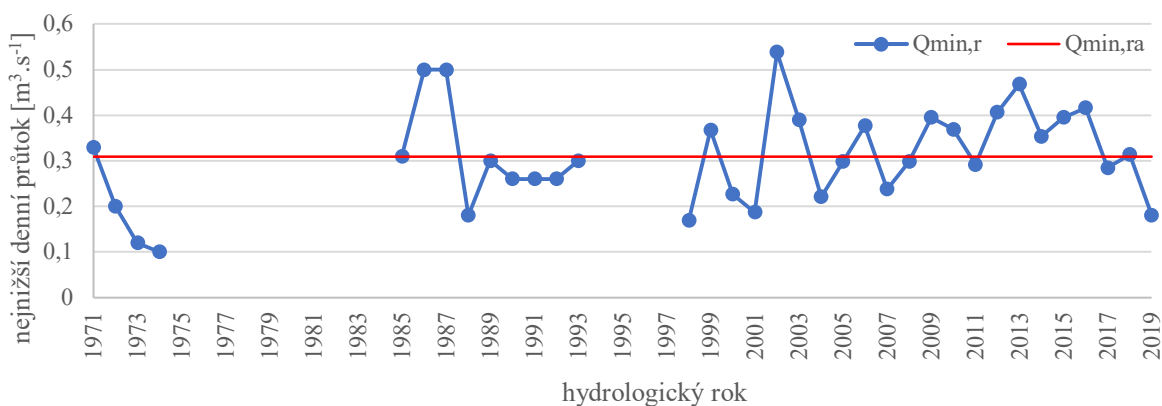


Graf 6: Roční minimální průtoky měřené stanicí Třebel, Kosový potok (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)



Graf 7: Roční minimální průtoky měřené stanicí Stříbro, Úhlovka (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

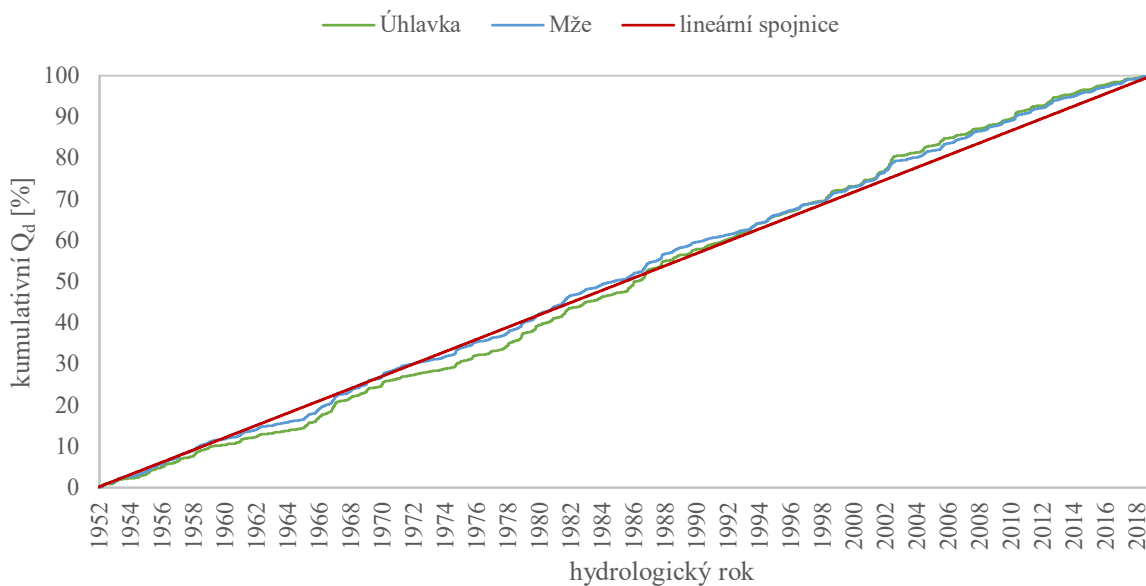
Poslední graf 8 náleží stanici VD Lučina, která vykazuje oproti ostatním nejvyšší hodnotu $Q_{\min,ra}$, a to díky neustálému nadlepšování průtoků. Proto se také hydrologické sucho za poslední roky nezdá z tohoto grafu natolik významné.



Graf 8: Roční minimální průtoky měřené stanicí VD Lučina, Mže (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Další metodou využívající průměrné denní průtoky se staly jednoduché součtové čáry, jež slouží k posouzení vývoje odtoku. Vytvořením postupných součtů denních průtoků lze odhalit odchylky od lineárního průběhu a zlomy, díky nimž je možné uvažovat o změnách v odtokovém režimu. Při takovéto analýze je nutné přihlížet také k údajům srážkových úhrnů (Bažatová, Šimková 2013).

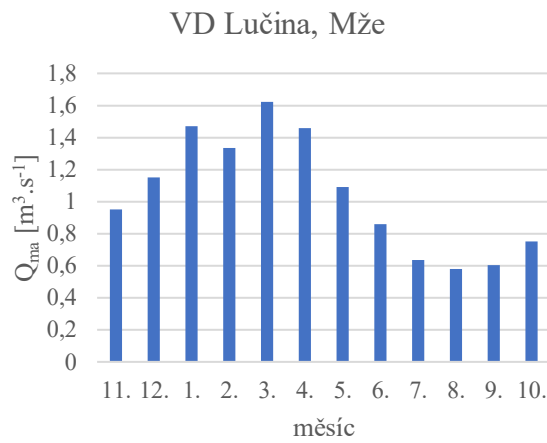
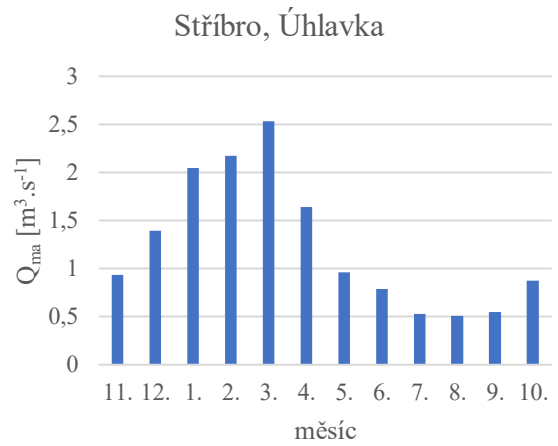
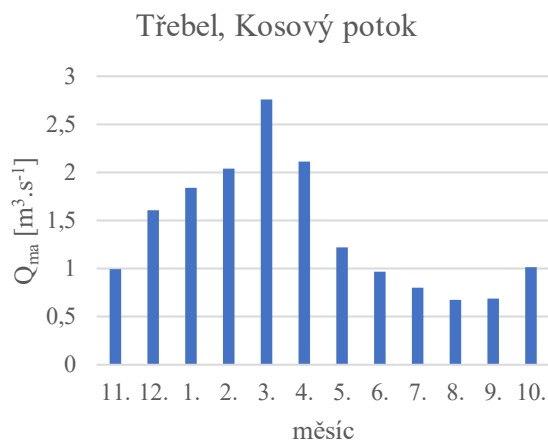
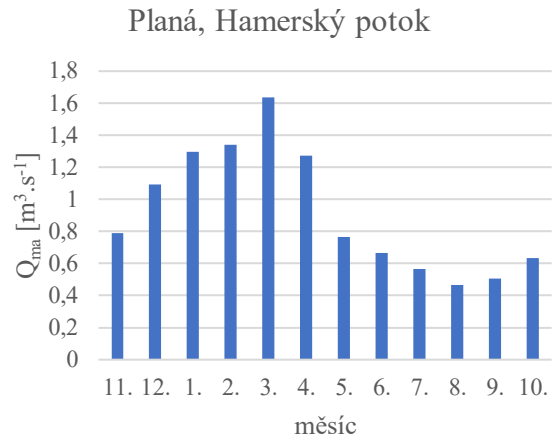
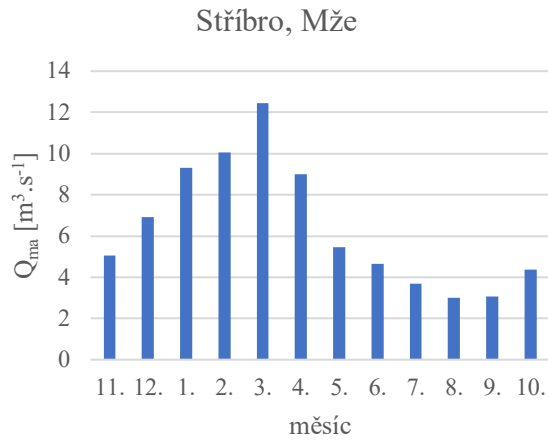
V grafu 9 jsou zobrazeny čáry pouze pro dvě stanice s kompletními daty v řadě 68 let. Při porovnání obou řad je patrné, že součtová čára Mže se více přimyká k lineární čáře, a tak má svůj odtok vyrovnanější. Pro obě stanice vidíme charakteristický růst v celém sledovaném období. V letech 1961–1967 lze pozorovat výrazný pokles a opětovný nárůst se zlomovým rokem 1965, stejně tak v období 1971–1982. Od roku 1987 je na obou stanicích zaznamenán vzestupný trend. Změna odtoku může být způsobena přírodními vlivy jako je změna teploty a množství srážek, nebo lidskou činností. Měření na Úhlovce však není ovlivněno výstavbou vodní nádrže, proto na obou stanicích jde spíše o vliv srážek než antropogenní aktivitu, což dokazuje i graf 2 z kapitoly 4.



Graf 9: Jednoduché součtové čáry Q_d pro stříbrské profily Úhlavky a Mže za období 1952–2019 (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

6.2 Měsíční průtoky

V průběhu každého roku se rozložení odtoku posuzuje také podle časového sledu průměrných měsíčních průtoků (Q_{ma}). Průměrné hodnoty za celé sledované období znázorňují grafy 10–14. Díky geografické poloze stanic a toků v relativně nižších polohách jsou na grafech nejnižší průtoky zaznamenány v měsíci srpnu a nejvyšší pak během března. Různý charakter odtoku dokládají např. hodnoty naměřené na Hamerském potoce a Úhlavce, které se pro srpen téměř shodují (0,47 a 0,51), ale naproti tomu březnové průtoky, jež jsou rozdílné téměř o celý kubický metr.



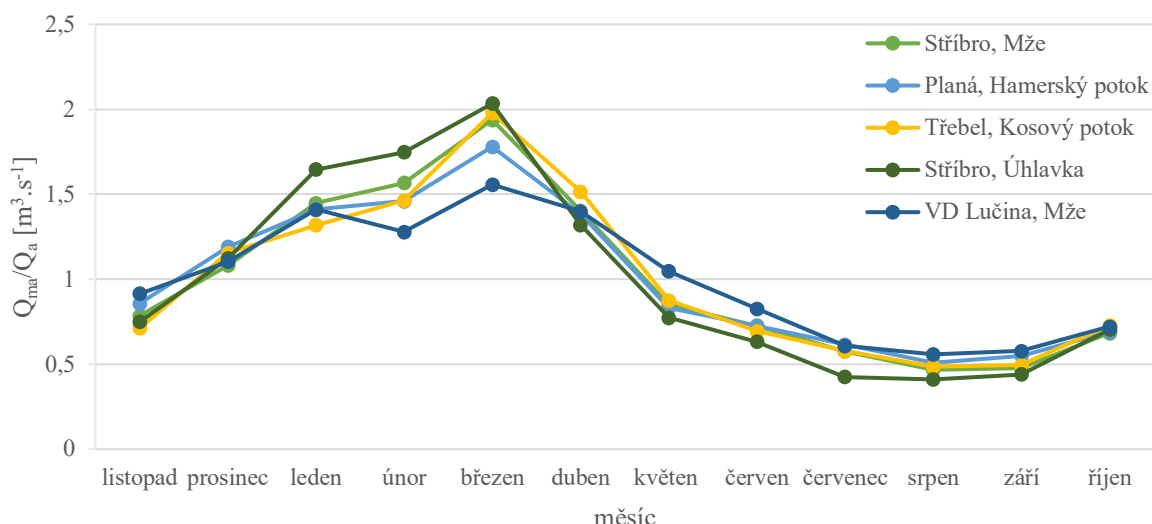
Graf 10–14: Dlouhodobé průměrné měsíční průtoky na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Grafické znázornění je doplněno tab. 6 i s podíly jednotlivých měsíců na celkovém ročním odtoku (p_i), které jsou využity při výpočtech a v grafu 16.

Tab. 6: Dlouhodobé průměrné měsíční průtoky a jejich procentuální podíl na průměrném ročním odtoku (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

měsíc	Stříbro, Mže		Planá, Hamerský p.		Třebel, Kosový p.		Stříbro, Úhlavka		VD Lučina, Mže	
	Q_{ma}	p_i [%]	Q_{ma}	p_i [%]	Q_{ma}	p_i [%]	Q_{ma}	p_i [%]	Q_{ma}	p_i [%]
11.	5,04	6,55	0,79	7,14	0,99	5,93	0,93	6,24	0,95	7,62
12.	6,93	9,00	1,09	9,92	1,61	9,62	1,40	9,35	1,15	9,20
1.	9,29	12,07	1,30	11,75	1,84	10,99	2,05	13,71	1,47	11,76
2.	10,05	13,05	1,34	12,16	2,04	12,19	2,17	14,56	1,33	10,66
3.	12,44	16,15	1,64	14,83	2,76	16,50	2,53	16,94	1,62	12,97
4.	9,00	11,69	1,27	11,53	2,11	12,64	1,64	11,00	1,46	11,65
5.	5,45	7,09	0,76	6,93	1,22	7,30	0,96	6,44	1,09	8,71
6.	4,66	6,05	0,67	6,03	0,97	5,79	0,79	5,27	0,86	6,88
7.	3,69	4,79	0,57	5,13	0,80	4,81	0,53	3,55	0,63	5,07
8.	3,00	3,89	0,47	4,24	0,68	4,04	0,51	3,42	0,58	4,65
9.	3,06	3,97	0,51	4,58	0,69	4,12	0,55	3,66	0,60	4,82
10.	4,38	5,69	0,63	5,76	1,01	6,06	0,88	5,87	0,75	6,00

Při porovnávání rozdílně vodných toků je místo absolutních hodnot vhodnější použít podíly měsíčních průtoků na dlouhodobém celoročním odtoku (Q_{ma}/Q_a). Tento poměr umožňuje lépe rozhodnout, jak velká je průměrně vyrovnanost odtoku během roku. Při prvním pohledu na graf 15 má jednoznačně nejvyrovnanější odtok Mže z vodní nádrže Lučina, což způsobuje její regulace, kdy v letním období průtoky nadlepšuje a na konci zimy naopak více vody zadrží. Ostatní stanice vykazují podobnou nevyrovnanost tím, že jejich průtoky jsou během března až čtyřikrát vyšší než v srpnu. V porovnání se jako nejvíce nevyrovnaná se projevuje Úhlavka, což potvrzuje i tab. 7 s koeficienty K_r a C_v .



Graf 15: Podíl dlouhodobých měsíčních průtoků na dlouhodobém ročním průtoku na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Jak bylo již naznačeno, dalšímu vzájemnému srovnání pomůže i stanovení míry nevyrovnanosti ročního rozložení odtoku K_r podle vzorce

$$K_r = \frac{\sum |p_i - 8,3|}{8,3},$$

kde p_i představuje procentuální podíl každého z měsíců na dlouhodobém ročním odtoku Q_a . Vyšší hodnota znamená méně vyrovnaný odtok, kdy nabývá čísel od $K_r = 0$ pro ideálně vyrovnaný odtok do $K_r = 22$ pro maximálně nevyrovnaný odtok.

Druhým vhodným parametrem, obecně používaným pro posouzení variability souboru dat, je variační koeficient C_v podle vzorce

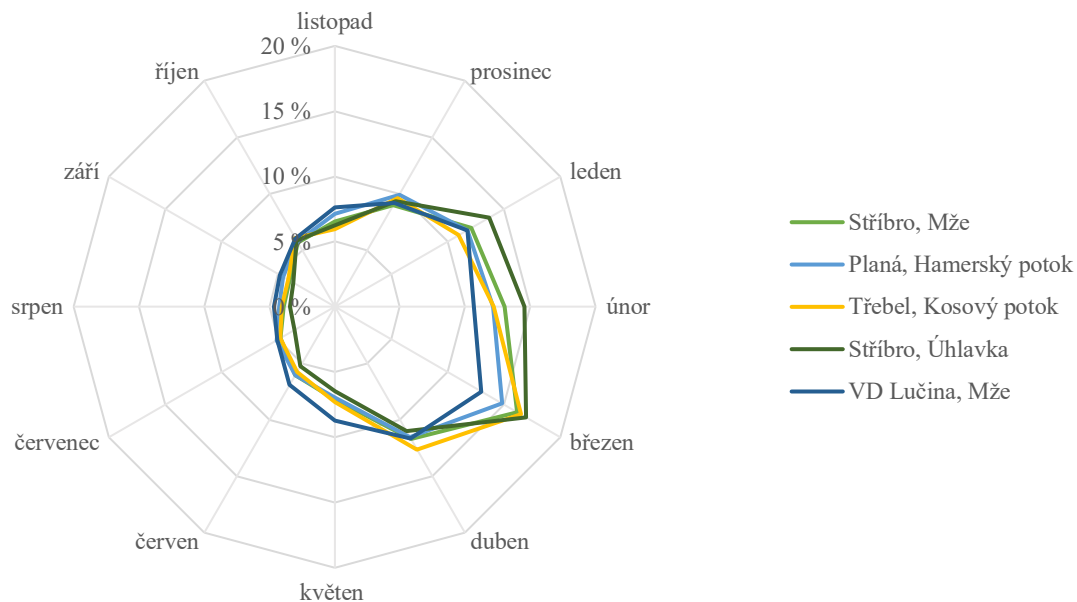
$$C_v = \frac{\sqrt{\frac{\sum (Q_{ma} - Q_a)^2}{n}}}{Q_a},$$

kde se n rovná počtu členů řady. Pro tento výpočet se $n = 12$ podle počtu měsíců. V čitateli se nachází směrodatná odchylka, tedy čím vyšší hodnota této odchylky, a tudíž i variačního koeficientu, tím vyšší je variabilita odtoku.

Tab. 7: Koeficienty K_r a C_v vztahené k celému sledovanému období na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

stanice	Stříbro, Mže	Planá, Hamerský p.	Třebel, Kosový p.	Stříbro, Úhlavka	VD Lučina, Mže
K_r	4,88	4,46	4,88	5,75	3,6
C_v	0,46	0,41	0,46	0,54	0,34

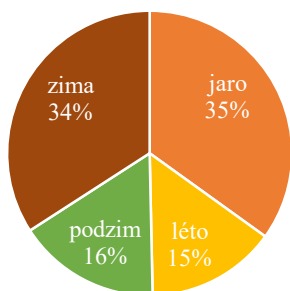
Graf 16 znázorňuje tentokrát procentuální podíl měsíců na celkovém odtoku, a to v paprskovém grafu, který umožňuje vykreslení všech stanic. Největší podíl odtoku se soustředí do zimního a jarního období, a to konkrétně od prosince do dubna. Tato část roku tvoří u všech toků přes 60 % z celkového odtoku, přestože jde jen o 5 měsíců z roku.



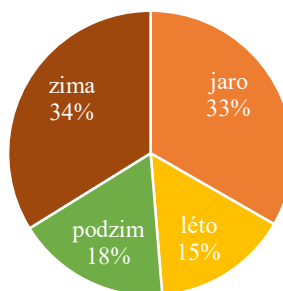
Graf 16: Procentuální podíl průměrných měsíčních průtoků na celkovém dlouhodobém ročním odtoku na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Kromě měsíčních průměrných průtoků lze také hodnotit sezónní odlišnosti. Grafy 17–21 charakterizují odtok na jednotlivých stanicích z pohledu rozložení během ročních období. Odtok můžeme tedy v průběhu roku podle klasifikace hodnotit jako mírně nevyrovnaný, neboť u všech měření se sezóna s nejvyšším odtokem podílí více než 30 %.

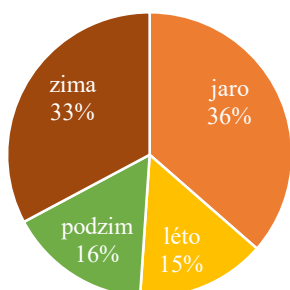
Stříbro, Mže



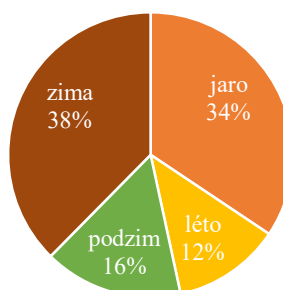
Planá, Hamerský potok



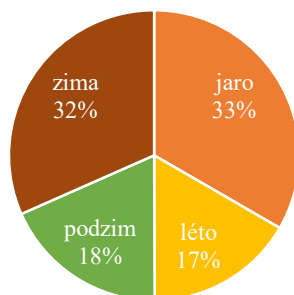
Třebel, Kosový potok



Stříbro, Úhlavka



VD Lučina, Mže



Graf 17–21: Podíl ročních období na celkovém odtoku na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

6.3 Roční průtoky

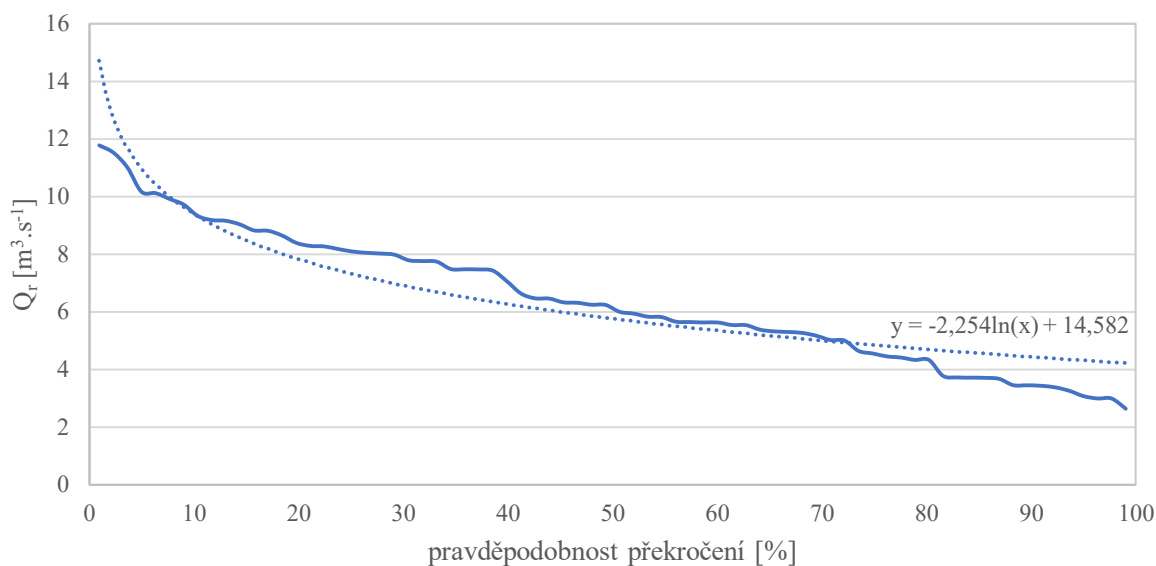
Roční vodnosti řek se mění hlavně v závislosti na velikosti podílu hlavního zdroje napájení, čímž jsou v našich přírodních podmínkách především dešťové a sněhové srážky. Míra vodnosti v jednotlivých letech se posuzuje podle poměru mezi ročním a dlouhodobým průměrným průtokem (Q_r/Q_a). Tento způsob není však příliš objektivní při porovnávání řek s různou

vodností, proto bylo zvoleno hodnocení pomocí křivky překročení, ze které lze odvodit pravděpodobnost překročení. Pokud tedy máme k dispozici dostatečně dlouhou řadu měření průměrných ročních průtoků (Q_r), pak začneme seřazením hodnot sestupně podle velikosti průtoků a následně stanovíme jejich pravděpodobnost výskytu, respektive překročení (P). Pro tuto analýzu byl použit výpočet podle Čegodajeva

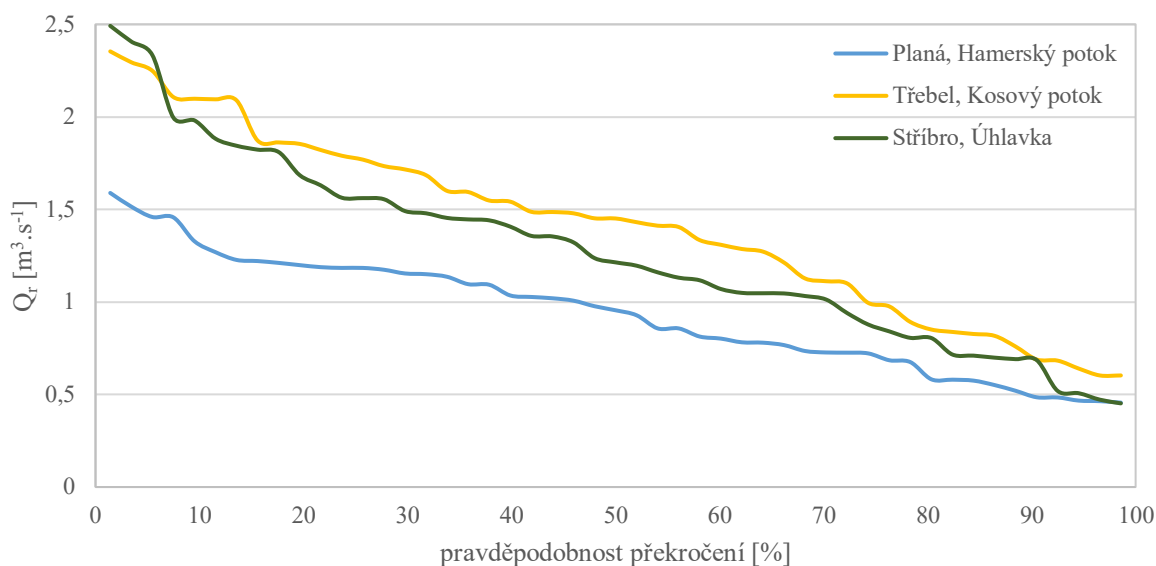
$$P = \frac{m-0,3}{n+0,4} \cdot 100 [\%],$$

kde m je pořadí Q_r uspořádaných sestupně a n počet členů řady Q_r .

Grafické zhodnocení pravděpodobnosti překročení Q_r na řece Mži měřené pro souvislé období 1946–2019 zobrazuje křivka v grafu 22. Čárou je dále také proložená logaritmická spojnice trendu. Pro vzájemné srovnání přítoků Mže byla vybrána souvislá řada let bez chybějících dat, a to tak, aby byla shodná pro všechny stanice. Proto bylo zvoleno období mezi roky 1953 a 2001, což činí řadu dlouhou 49 let. Díky dostatečně dlouhým obdobím pozorování můžeme předpokládat, že se činitelé ovlivňující režim odtoku výrazně nemění (graf 23).



Graf 22: Křivka pravděpodobnosti překročení Q_r (1946–2019) a její lineární spojnice na stanici Stříbro, Mže (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)



Graf 23: Křivka pravděpodobnosti překročení Q_r (1953–2001) na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Jednotlivé roky lze klasifikovat a porovnávat podle vodnosti z hlediska hodnot pravděpodobnosti překročení, jak ilustruje tab. 8.

Tab. 8: Klasifikace vodnosti roků podle pravděpodobnosti překročení Q_r (zdroj: Trizna 2004)

P [%]	slovní hodnocení	symbol
0–10	mimořádně vodný rok	MV
11–40	vodný rok	V
41–60	průměrně vodný rok	P
61–90	málo vodný rok	S
91–100	mimořádně málo vodný rok	MS

Na základě ročních průtoků a jejich pravděpodobností překročení byly podle vodnosti ohodnoceny všechny pozorované roky. Tab. 9 a 10 uvádí výsledné hodnoty pro řeku Mži a její přítoky, přičemž mimořádné roky jsou zvýrazněny. Na všech tocích byl společný mimořádně vodný rok zaznamenán v letech 1966, 1967, 1982, 1987, 2002 a 2003. Za nejvýznamnější extrém z hlediska nízkých průtoků potom lze považovat roky 1963, 1964 a 1973. Nejnižší průměrné roční hodnoty na Mži byly ale naměřeny v letech 1934 a 1950 a to pod $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Tab. 9: Hodnocení vodnosti hydrologických let za celé sledované období na stanici Stříbro, Mže (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

rok	Q _r	P [%]	vodnost	rok	Q _r	P [%]	vodnost	rok	Q _r	P [%]	vodnost
1931	8,72	16,83	V	1966	10,17	4,55	MV	1993	4,33	80,71	S
1932	7,19	38,94	V	1967	11,01	3,32	MV	1994	8,05	26,66	V
1933	4,59	74,57	S	1968	8,02	27,89	V	1995	8,65	19,29	V
1934	2,04	99,14	MS	1969	7,47	36,49	V	1996	5,32	64,74	S
1935	4,87	72,11	S	1970	8,83	14,37	V	1997	5,94	52,46	P
1936	7,03	41,40	P	1971	6,25	48,77	P	1998	3,72	84,40	S
1937	8,66	18,06	V	1972	3,73	83,17	S	1999	9,03	13,14	V
1946	7,43	37,71	V	1973	2,99	96,68	MS	2000	5,83	53,69	P
1947	5,54	61,06	S	1974	5,02	69,66	S	2001	6,47	43,86	P
1948	8,27	22,97	V	1975	9,16	11,92	V	2002	11,78	0,86	MV
1949	3,45	89,31	S	1976	5,38	63,51	S	2003	9,92	7,00	MV
1950	2,64	97,91	MS	1977	4,46	77,03	S	2004	3,43	90,54	MS
1951	5,65	57,37	P	1978	8,10	25,43	V	2005	7,06	40,17	V
1952	5,27	67,20	S	1979	9,33	9,46	MV	2006	7,79	30,34	V
1953	6,32	47,54	P	1980	9,72	8,23	MV	2007	5,54	62,29	S
1954	4,56	75,80	S	1981	8,40	20,52	V	2008	7,48	35,26	V
1955	8,18	24,20	V	1982	10,12	5,77	MV	2009	5,63	59,83	P
1956	6,46	45,09	P	1983	6,33	46,31	P	2010	5,82	54,91	P
1957	7,74	32,80	V	1984	6,00	51,23	P	2011	7,76	31,57	V
1958	8,29	21,74	V	1985	3,38	91,77	MS	2012	5,63	58,60	P
1959	4,64	73,34	S	1986	7,98	29,12	V	2013	8,81	15,60	V
1960	3,26	93,00	MS	1987	11,53	2,09	MV	2014	3,78	81,94	S
1961	6,24	50,00	P	1988	9,19	10,69	V	2015	4,42	78,26	S
1962	5,17	68,43	S	1989	6,63	42,63	P	2016	5,30	65,97	S
1963	3,00	95,54	MS	1990	5,66	56,14	P	2017	3,71	85,63	S
1964	3,08	94,23	MS	1991	4,33	79,48	S	2018	5,00	70,88	S
1965	7,49	34,03	V	1992	3,68	86,86	S	2019	3,46	88,08	S

Tab. 10: Hodnocení vodnosti hydrologických let za celé sledované období na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

rok	Planá, Hamerský potok			Třebel, Kosový potok			Stříbro, Úhlavka		
	Q _r	P [%]	vodnost	Q _r	P [%]	vodnost	Q _r	P [%]	vodnost
1952	0,91	49,25	P				0,81	72,66	S
1953	0,98	44,73	P	1,45	42,35	P	1,05	58,04	P
1954	0,73	71,84	S	1,13	65,29	S	0,69	87,28	S
1955	1,18	20,63	V	1,59	31,65	V	1,48	30,26	V
1956	1,02	41,72	P	1,54	34,71	V	1,07	55,12	P
1957	1,22	13,10	V	1,69	27,06	V	1,20	47,81	P
1958	1,15	25,15	V	1,77	22,48	V	1,56	25,88	V
1959	0,68	76,36	S	0,98	77,52	S	0,81	75,58	S
1960	0,52	89,91	S	0,84	82,11	S	0,51	96,05	MS
1961	0,86	50,75	P	1,49	37,77	V	1,05	56,58	P
1962	0,78	64,31	S	1,11	68,35	S	0,81	74,12	S
1963	0,47	95,93	MS	0,60	97,40	MS	0,47	97,51	MS
1964	0,46	97,44	MS	0,64	95,87	MS	0,52	94,59	MS
1965	1,18	22,14	V	1,45	43,88	P	1,45	33,19	V
1966	1,52	2,56	MV	2,11	7,19	MV	2,00	8,33	MV
1967	1,59	1,05	MV	2,30	4,13	MV	2,41	3,95	MV
1968	1,21	14,61	V	1,79	20,95	V	1,32	41,96	P
1969	1,09	32,68	V	1,43	45,41	P	1,35	40,50	V
1970	1,33	7,08	MV	1,49	39,30	V	1,45	31,73	V
1971	1,04	37,20	V	1,27	60,70	S	0,84	71,20	S
1972	0,58	85,39	S	0,76	91,28	MS	0,70	85,82	S
1973	0,48	94,43	MS	0,68	94,34	MS	0,45	98,98	MS
1974	0,77	67,32	S	1,21	63,76	S	0,69	88,74	S
1975	1,23	11,60	V	2,09	11,77	V	1,56	24,42	V
1976	0,74	68,83	S	1,10	69,88	S	1,05	59,50	P
1977	0,46	98,95	MS	0,89	79,05	S	0,94	65,35	S
1978	0,78	65,81	S	1,72	25,54	V	1,84	12,72	V
1979	1,14	28,16	V	1,60	30,12	V	1,88	11,26	V
1980	1,46	5,57	MV	1,85	17,89	V	1,82	14,18	V
1981	1,20	17,62	V	1,82	19,42	V	1,44	34,65	V
1982	1,46	4,07	MV	2,10	10,24	MV	1,81	15,64	V
1983	1,03	40,21	V	1,55	33,18	V	1,24	43,42	P
1984	0,96	46,23	P	1,41	50,00	P	1,13	52,19	P
1985	0,58	82,38	S	0,83	85,17	S	0,71	84,36	S
1986	0,86	52,26	P	1,48	40,83	P	2,33	5,41	MV

rok	Planá, Hamerský potok			Třebel, Kosový potok			Stříbro, Úhlavka		
	Q _r	P [%]	vodnost	Q _r	P [%]	vodnost	Q _r	P [%]	vodnost
1987	1,27	8,58	MV	2,25	5,66	MV	2,49	2,49	MV
1988	1,17	23,64	V	2,35	2,60	MV	1,69	20,03	V
1989	0,80	61,30	S	1,41	48,47	P	1,12	53,65	P
1990	0,72	73,34	S	1,33	54,59	P	1,16	50,73	P
1991	0,58	83,89	S	0,69	92,81	MS	1,21	44,88	P
1992	0,55	86,90	S	0,85	80,58	S	1,03	60,96	S
1993	0,81	58,28	P	1,31	57,65	P	1,63	21,49	V
1994	1,01	43,22	P	1,87	14,83	V	1,56	22,95	V
1995	1,10	31,17	V	2,10	8,72	MV	1,49	28,80	V
1996	0,69	74,85	S	1,00	74,46	S	1,01	62,43	S
1997	0,73	70,33	S	0,82	86,70	S	1,41	37,57	V
1998	0,49	92,92	MS	0,60	98,93	MS	0,72	82,89	S
1999	1,19	19,13	V	1,86	16,36	V	1,98	9,80	MV
2000	1,15	26,66	V	1,73	24,01	V	0,88	66,81	S
2001	0,93	47,74	P	1,29	59,17	P	1,36	39,04	V
2002				2,55	1,07	MV	2,27	6,87	MV
2003	1,25	10,09	MV				2,61	1,02	MV
2004	0,55	88,40	S				0,60	91,67	MS
2005	1,21	16,11	V	1,54	36,24	V	1,44	36,11	V
2006	1,03	38,70	V	2,07	13,30	V	1,52	27,34	V
2007	0,81	59,79	P	1,11	66,82	S	0,73	79,97	S
2008	1,06	35,69	V	1,33	56,12	P	1,20	46,35	P
2009	0,85	53,77	P	1,34	53,06	P	0,87	68,27	S
2010	0,80	62,80	S	1,23	62,23	S	1,17	49,27	P
2011	1,11	29,67	V	1,42	46,94	P	1,78	18,57	V
2012	0,84	56,78	P	1,35	51,53	P	0,86	69,74	S
2013	1,08	34,19	V	1,64	28,59	V	1,80	17,11	V
2014	0,51	91,42	MS	0,80	88,23	S	0,73	81,43	S
2015	0,59	80,87	S	0,99	75,99	S	0,76	77,05	S
2016				1,09	71,41	S	0,96	63,89	S
2017	0,64	77,86	S	0,83	83,64	S	0,61	90,20	S
2018	0,84	55,27	P	1,07	72,94	S	0,73	78,51	S
2019	0,60	79,37	S	0,80	89,76	S	0,53	93,13	MS

6.4 Hodnocení hydrologického sucha

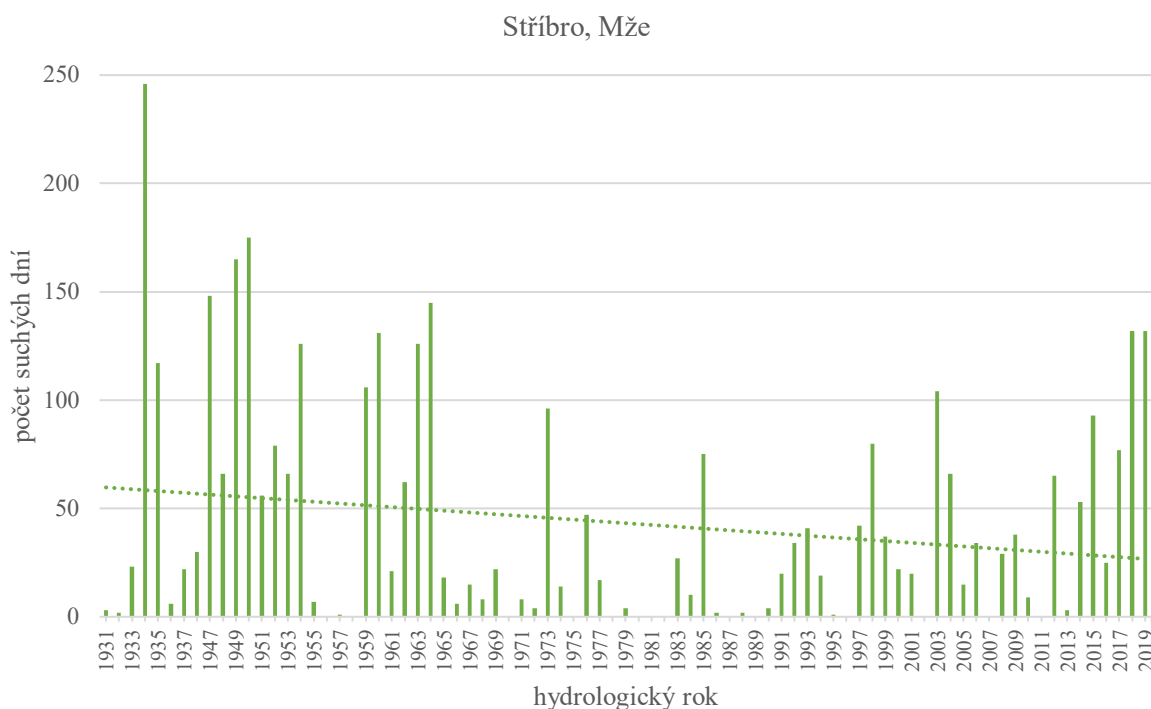
Minimální průtoky se v nížinách vyskytují po delším období beze srážek a s vysokými teplotami, a to typicky na konci léta a začátku podzimu. V horských oblastech jsou potom průtoky nejnižší koncem zimy (v únoru a březnu) před jarní oblevou, kdy dochází k vyčerpávání zásob podzemní vody ještě než stihnou být doplněny vodou z tajícího sněhu. Nízké průtoky jsou nejčastěji ovlivněny množstvím srážek, které mají vliv přímo na odtok a zásoby podzemních vod. Kromě nich patří mezi významné činitele také teplota vzduchu, geologické poměry ovlivňující mocnost a hloubku zvodně a charakteristiky povodí (Starý 2005).

Jedním ze základních ukazatelů začátku období s minimálními průtoky a vzniku hydrologického sucha je pokles hodnoty průtoků pod hodnotu Q_{355d} (tab. 11). Jedná se o průtok, který je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen po dobu 355 dní v roce (Daňhelka a kol. 2015). V tomto případě jde o stanovení podle ČHMÚ za referenční období 1981–2010. Definice období sucha se u různých autorů liší. Podle Řičicové a kol. (2003) jím rozumíme nepřetržitý pokles průtoků pod Q_{355d} po dobu alespoň pěti dnů. Starý (2005) uvádí čtyři po sobě jdoucí dny a Hladný (2009) pouze tři.

Tab. 11: Hodnoty Q_{355d} na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

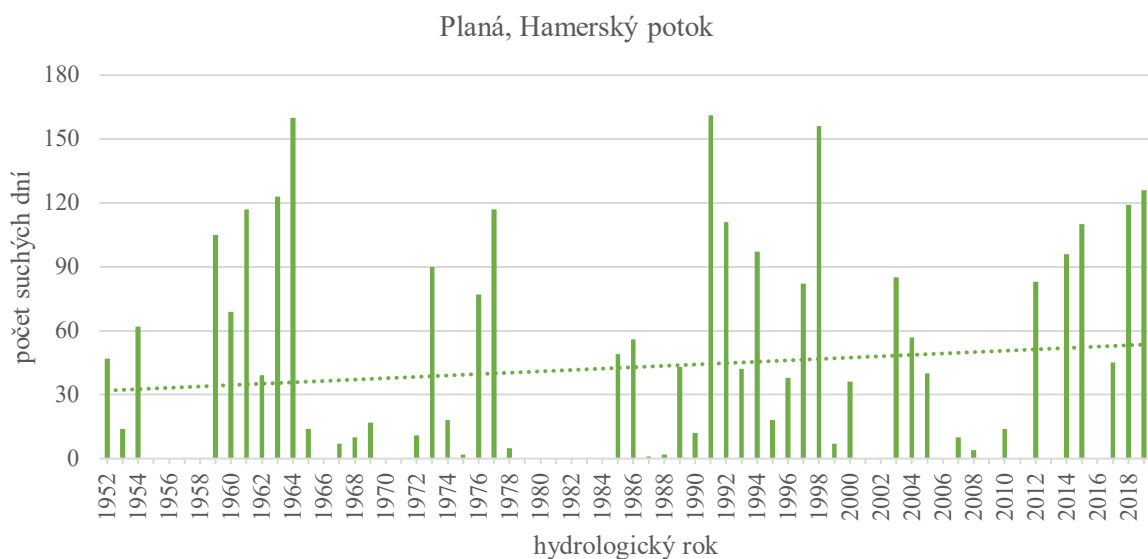
stanice	Stříbro, Mže	Planá, Hamerský p.	Třebel, Kosový p.	Stříbro, Úhlavka	VD Lučina, Mže
$Q_{355d} [m^3 \cdot s^{-1}]$	1,84	0,28	0,37	0,22	0,39

Největší množství suchých dní bylo na Mži zaznamenáno od začátku měření až do poloviny 60. let. Maximum náleží roku 1934 se 246 suchými dny. Druhá velká vlna sucha, jak si můžeme povšimnout z grafu 24, přichází s počátkem nového tisíciletí s vrcholem v letech 2018 a 2019 se shodným počtem suchých dní a to 132. Obecně lze za celé pozorované období konstatovat klesající trend.

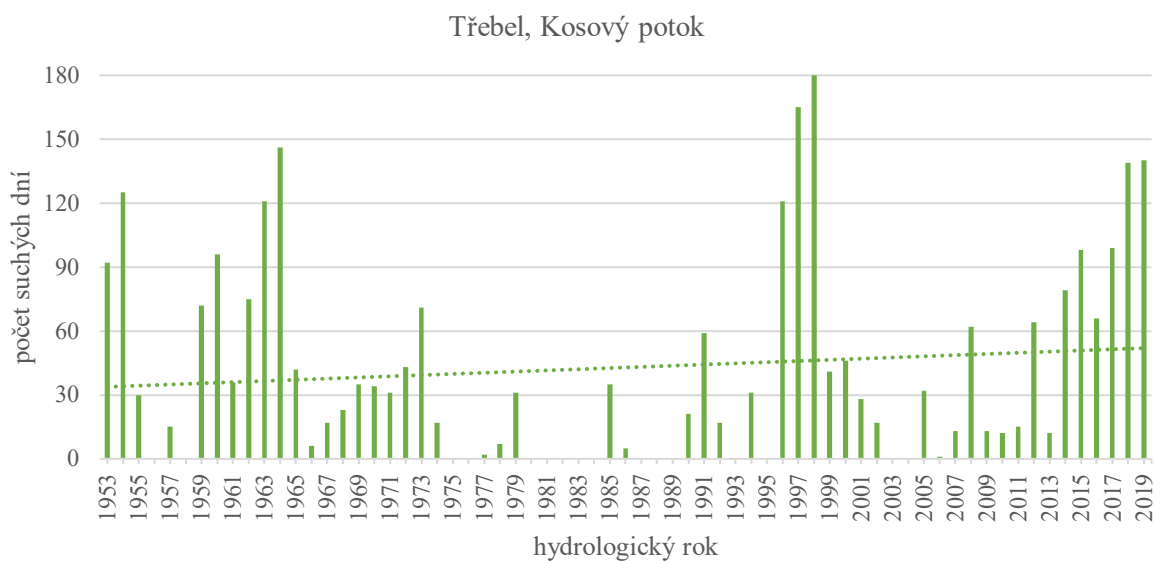


Graf 24: Počet suchých dní a lineární spojnice za celé sledované období na stanici Stříbro, Mže (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

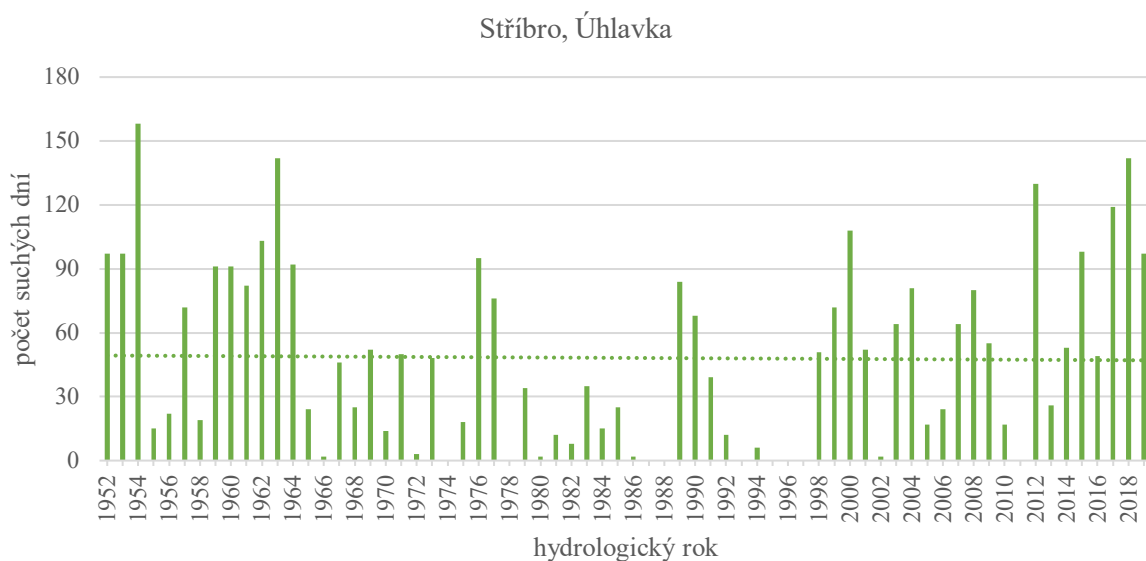
Na grafech 25–27 vidíme zobrazený počet suchých dní na přítocích Mže. Kromě roku 1954 můžeme považovat za první výrazně suchou epizodu rozmezí let 1959 a 1964. Během těchto šesti let se na každé stanici vyskytlo okolo 600 dní, kdy $Q_d \leq Q_{355d}$. V devadesátých letech probíhala takováto situace nízkých průtoků na každé stanici odlišně. Průběh na Hamerském potoce má dva vrcholy v letech 1991 a 1998 s počtem suchých dní nad 150. Oproti tomu na Kosovém potoce se vyskytlo nad 100 suchých dní za hydrologický rok jen v období 1996–1998. Tento trend však na stanici na Úhlavce téměř nebyl zaregistrován a výrazněji suchého roku nad 100 suchých dní si lze všimnout až v roce 2000. Obecně je u nás za první významněji suchý rok ve 21. století považován rok 2003, během kterého byl podle této analýzy nejvíce postižený Hamerský potok s 85 suchými dny. V druhé dekádě 21. století můžeme na všech stanicích sledovat podobný scénář s maximy v letech 2012, následně 2015, 2018 a 2019. Oba levostranné přítoky vykazují dlouhodobý stoupající trend, Úhlavka z tohoto pohledu stagnuje.



Graf 25: Počet suchých dní a lineární spojnice za celé sledované období na stanici Planá, Hamerský potok (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

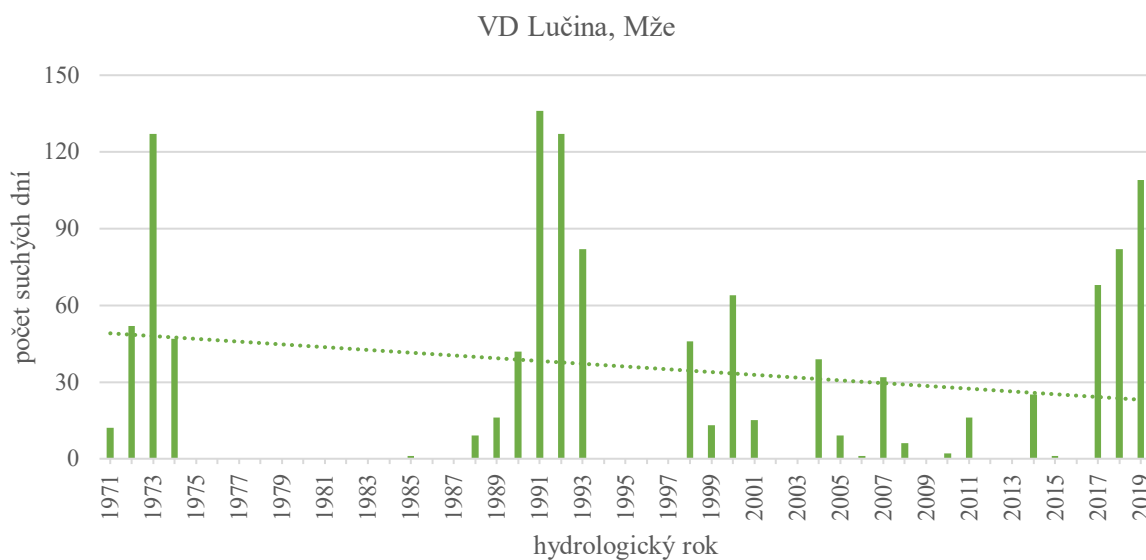


Graf 26: Počet suchých dní a lineární spojnice za celé sledované období na stanici Třebel, Kosový potok (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)



Graf 27: Počet suchých dní a lineární spojnice za celé sledované období na stanici Stříbro, Úhlavka (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Z pohledu stanice pod vodní nádrží Lučina se jeví jako nejsušší roky 1973, 1991, 1992 a 2019 s počtem suchých dní nad hodnotou 100 (graf 28). Je však potřeba stále uvažovat absenci některých měření na této stanici, a tak i větší míru nekompletnosti dat, a navíc velký vliv regulace průtoku.



Graf 28: Počet suchých dní a lineární spojnice za celé sledované období na stanici VD Lučina, Mže (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Pokud si sucho definujeme určením prahové hodnoty průtoku, kterou je v této práci hodnota Q_{355d} , lze jej následně také charakterizovat pomocí nedostatkového objemu, délky trvání a intenzity (Brázdil, Trnka a kol. 2015). Metoda nedostatkových objemů (NO) je použita pro suchá období, tj. období po sobě následujících minimálně 5 suchých dní. Vzhledem k vysokému počtu těchto epizod za pozorované období byly do tab. 12–16 vybrány jen ty s nejvyššími hodnotami nedostatkových objemů.

Na první pohled si lze všimnout, že většina suchých období trvá přes léto a začátek podzimu, díky vyšším teplotám a tím i většímu výparu. Některá období však začínají během zimy, jak tomu bylo např. na přelomu let 1962 a 1963 na většině stanic. Důvodem mohou být sněhové srážky, které zadržují vodu až do jarní oblevy, a tak vodní tok čerpá z dlouhodobě nedoplňovaných podzemních vod. Vůbec nejdelší suché období bylo naměřeno na stanici Stříbro na řece Mži v roce 1934 a trvalo 157 dní. Během některých let se vyskytuje více po sobě jdoucích suchých období, která jsou vzájemně oddělena pouze několika málo dny s průtokem nad limitní hodnotou. Za to lze vděčit rozkolísanosti odtoku, jež je způsobována zpravidla kratšími dešťovými srážkami, po nichž průtoky náhle vzrostou, ale za malý časový interval se vracejí zpět do původního stavu.

Na Mži byly průtoky s nejvyššími nedostatkovými objemy naměřené v letech 1934 a 1935, kdy šlo celkem o 257 suchých dní za obě období. Dalším obdobím se suchými epizodami byl přelom 40. a 50. let, konkrétně roky 1947, 1949, 1950 a 1952. Podle této metody, kterou byly vybrány jen z pohledu sucha nejvýznamnější roky, následoval do konce století jen již zmíněný rok 1963 a o 10 let později 70denní suché období. Tab. 12 uzavírá dvojice let 2018 a 2019.

Tab. 12: Nejvyšší hodnoty nedostatkových objemů za celé sledované období na stanici Stříbro, Mže (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

začátek období	konec období	počet dní	nedostatkový objem [m ³]
12. 5. 1934	15. 10. 1934	157	11 606 276
25. 6. 1935	2. 10. 1935	100	8 118 144
24. 7. 1947	11. 11. 1947	111	7 538 720
12. 7. 1949	16. 9. 1949	67	4 033 921
1. 6. 1950	3. 8. 1950	64	4 147 960
15. 7. 1952	7. 9. 1952	55	3 459 326
22. 12. 1962	4. 3. 1963	73	4 548 018
6. 8. 1973	14. 10. 1973	70	3 958 762
16. 6. 2018	3. 9. 2018	80	6 124 464
24. 6. 2019	7. 8. 2019	45	4 175 669

Jedny z nejvyšších hodnot nedostatkových objemů na přítocích Mže byly zaznamenány na začátku měření v padesátých a šedesátých letech (1952, 1954, 1959, 1961, 1963, 1964). Během 70. let to byl rok 1973 na Hamerském a Kosovém potoce, oproti tomu delší suché období v roce 1976 naměřila pouze stanice na Úhlovce. Pro Kosový potok jsou z pohledu nedostatkových objemů, a to hned pro tři z deseti nejvyšších, významné i hydrologické roky 1996 a 1997. Poslední desetiletí však lze považovat z pohledu četnosti těchto období za nejvyšší vůbec, jedná se především o roky 2012, 2014, 2015, 2017, 2018 a 2019.

Tab. 13: Nejvyšší hodnoty nedostatkových objemů za celé sledované období na stanici Planá, Hamerský potok (zdroj: ČHMÚ, vlastní zdroj)

začátek období	konec období	počet dní	nedostatkový objem [m ³]
17. 9. 1959	28. 10. 1959	42	371 935
20. 8. 1961	14. 9. 1961	26	423 740
22. 12. 1962	3. 3. 1963	72	720 300
5. 7. 1964	1. 8. 1964	28	389 076
15. 8. 1964	19. 9. 1964	36	395 574
5. 8. 1973	30. 9. 1973	57	391 893
25. 7. 2012	30. 9. 2012	68	641 062
2. 6. 2014	8. 7. 2014	37	415 221
30. 6. 2015	15. 8. 2015	47	363 554
18. 7. 2018	2. 9. 2018	47	412 888

Tab. 14: Nejvyšší hodnoty nedostatkových objemů za celé sledované období na stanici Třebel, Kosový potok (zdroj: ČHMÚ, vlastní zdroj)

začátek období	konec období	počet dní	nedostatkový objem [m ³]
1. 2. 1954	28. 2. 1954	28	464 417
22. 12. 1962	5. 3. 1963	74	957 018
2. 8. 1973	4. 10. 1973	64	713 457
16. 11. 1995	15. 3. 1996	121	1 052 084
14. 5. 1997	19. 7. 1997	67	682 672
24. 8. 1997	4. 10. 1997	42	649 279
29. 7. 2012	26. 9. 2012	60	497 146
1. 7. 2015	15. 8. 2015	46	676 892
24. 6. 2018	2. 9. 2018	71	1 125 524
3. 6. 2019	6. 8. 2019	65	1 131 900

Tab. 15: Nejvyšší hodnoty nedostatkových objemů za celé sledované období na stanici Stříbro, Úhlavka (zdroj: ČHMÚ, vlastní zdroj)

začátek období	konec období	počet dní	nedostatkový objem [m ³]
29. 6. 1952	13. 9. 1952	77	818 700
19. 11. 1953	12. 1. 1954	55	530 107
23. 7. 1963	4. 9. 1963	44	533 987
7. 6. 1976	13. 8. 1976	68	721 336
12. 7. 1990	2. 9. 1990	53	632 215
28. 7. 2012	21. 9. 2012	56	575 726
28. 6. 2015	16. 9. 2015	81	1 099 812
29. 5. 2017	12. 9. 2017	107	1 303 024
14. 6. 2018	28. 9. 2018	107	1 648 279
17. 6. 2019	29. 7. 2019	43	575 925

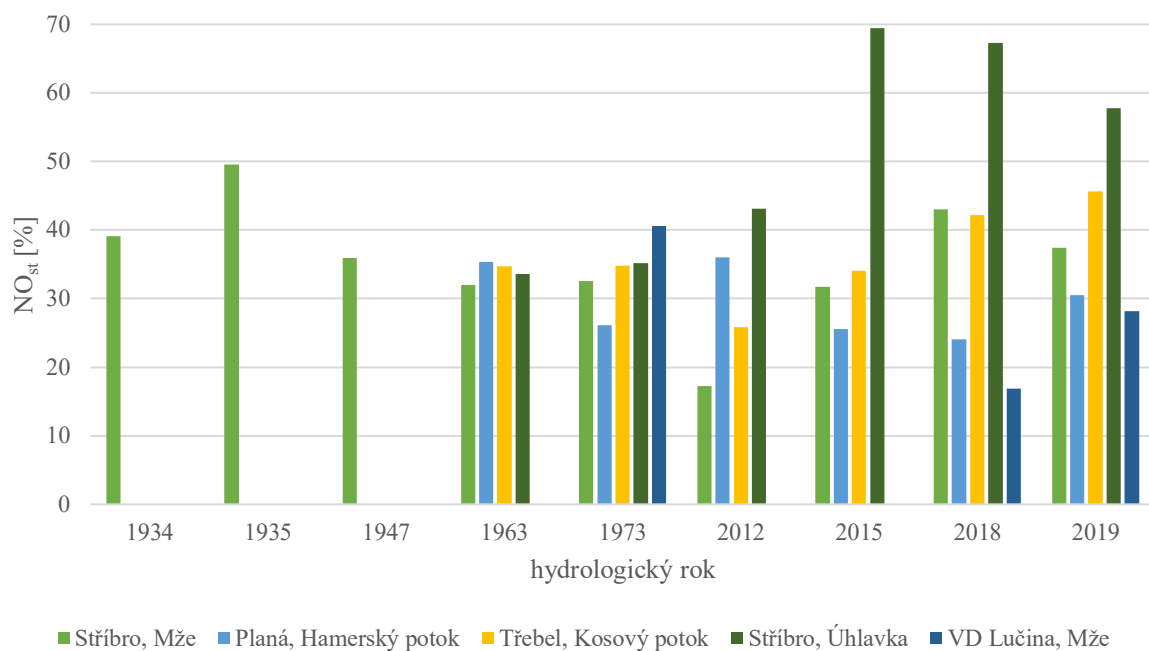
Ani měření na stanici pod vodní nádrží se výrazně neliší od ostatních. Díky nižšímu množství získaných dat bylo vybráno jen pět nejvýznamnějších období. Jednoznačně nejvyšší nedostatkový objem byl zaznamenán v roce 1973 během suchého období trvajícím 76 dní.

Tab. 16: Nejvyšší hodnoty nedostatkových objemů za celé sledované období na stanici VD Lučina, Mže (zdroj: ČHMÚ, vlastní zdroj)

začátek období	konec období	počet dní	nedostatkový objem [m ³]
1. 8. 1973	15. 10. 1973	76	1 367 194
17. 7. 1992	1. 10. 1992	77	574 862
5. 8. 1998	5. 9. 1998	32	416 621
8. 10. 2018	4. 12. 2018	58	414 979
23. 6. 2019	18. 8. 2019	57	668 779

Režim odtoku je u každého povodí odlišný, proto byla provedena standardizace nedostatkových objemů (NO_{st}). Tento krok umožňuje vzájemné porovnání hydrologického sucha na všech vodních tocích. Analýza byla použita pouze pro nejvýznamnější hydrologické roky, jejichž výběr byl proveden na základě předchozích nejvyšších hodnot nedostatkových objemů. V určitém roce byla nalezena všechna suchá období s podmínkou po sobě jdoucích minimálně pěti suchých dní. U takových dní byly následně vypočítané nedostatkové objemy i jejich standardizace. Výsledné sumy pro vybrané roky porovnává graf 29.

Z pohledu této metody lze považovat za nejsušší rok zaznamenaný na řece Mži hydrologický rok 1935. Pokud však přejdeme ke vzájemnému srovnání roků s větším množstvím měření, naskytne se zajímavý pohled na rozdílnost let 2012–2019 na jednotlivých stanicích. Na každé stanici byl jako nejsušší naměřen jiný rok, trend je ale na všech stanicích kromě Plané možno považovat za rostoucí. Při porovnání posledních dvou let se na Úhlavce a Mži vyskytlo větší sucho v roce 2018, oproti tomu na potocích Hamerském a Kosovém až v následujícím roce. Hydrologické roky 1963 a 1973 můžeme zhodnotit z pohledu všech stanic jako srovnatelné. Díky hodnotám až k 70 % působí Úhlavka dojemem nejnáchylnějšího vodního toku k výskytu sucha.



Graf 29: Standardizované nedostatkové objemy významně suchých hydrologických let na vybraných stanicích (zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování)

7 Diskuze

V předchozí kapitole byl upřesněn postup při zpracování poskytnutých dat a jeho výsledky, které je však nyní důležité interpretovat v kontextu jiných prací a podmínek, které vedly ke vzniku sucha. Důkazem takového stavu krajiny jsou důsledky jako např. nedostatek plodin nebo voda na příděl, jež se často zapisovaly v obecních kronikách. Pokud budeme postupovat chronologicky, a to počínaje měřením na řece Mži už od hydrologického roku 1931, jako první upoutá naši pozornost rok 1934. Metoda nedostatkových objemů i počtu suchých dní hodnotí tento rok jako vůbec nejsušší z celé řady pozorování. Podle Blinky (2009) se řadí mezi roky s nejvyšší průměrnou roční teplotou za období 1875–2002, do roku 1992 jako vůbec nejteplejší. Tehdy byla suchem postižena většina Československa, což dokazují i mnohé úryvky z obecních kronik. Například v Chyníně na jižním Plzeňsku byly uzamčeny studny a voda se vydávala jen v určených hodinách (Obec Čížkov 2020). Stejně tak se uvádí v kronice jiné obce na jižní Moravě, kde „v červnu nastala až přílišná vedra a přitom bylo zhoubně sucho“ (Černovice 2020).

Další mimořádně suché období proběhlo na Mži v roce 1947 a to od 24. července do 11. listopadu, což je za celou pozorovanou dobu 2. nejvyšší počet suchých dní v řadě (obr. 13). Do takového stavu se vodní toky dostaly díky poklesu množství srážek během května, srpna, září a října. Záříjové nízké srážkové úhrny doprovázely i nadprůměrné teploty vzduchu (Brázdil, Trnka a kol. 2015). Důsledky charakterizují kronikářské záznamy z obce Borovany nedaleko Stříbra: „Senoseč nastala kolem 22. června, a přestože trávy bylo málo, zvláště na suchých lukách o více jak polovinu proti normálu, protáhla se téměř na celý měsíc. Zemědělci vysekli i tu nejpodradnější trávu, jen když se něco sehnalo, aby seníky nezely prázdnotou. Vysoké denní teploty (až 36 °C) podporovaly vyschlý spád žňových prací. S orbou bylo vyčkáváno přijde-li déšť, ale nepřišel. Pole rozpraskaná tak, že lidé i potahy měli těžkou práci“ (SOkA Tachov 41/2). Na kritický nedostatek zemědělských plodin navazovaly socioekonomické problémy. Československo tehdy pod nátlakem Sovětského svazu odmítlo Marshallův plán a Stalin místo toho v reakci na sucho nabídl Praze potřebné obilí, což bylo v dalších letech komunistickou stranou využíváno k propagandistickým účelům (Brázdil, Trnka a kol. 2015; ČT24 2015). To dokazuje i zpráva v kronice obce Tlučná (2020): „Půda popraskala, obilí bez nalitých klasů polehlo, tráva zežloutla, což postihlo celou republiku. Hrozila bída. Pomoc přišla ze SSSR, který nám dovezl potřebné potraviny a hladomor nenastal.“



Obr. 13: Celkový pohled na Stříbro a řeku Mži v roce 1947 (zdroj: Fotohistorie)

Výrazně suché byly i následující roky, přičemž situace na většině našeho území vyvrcholila v roce 1953 a 1954. Na profilu Stříbro na Úhlavce bylo naměřeno v roce 1954 nejvíce suchých dní za celé období měření a to 158. Dále podle nedostatkových průtoků na stanici Třebel chyběl pouze během února 1954 téměř stejný objem jako za 60denní suché období v roce 2012. Podle výzkumu Tremla (2011) byl v Česku během období 1875–2010 nejvýrazněji suchem zasažen rok 1953, kdy meteorologické sucho trvalo od 7. srpna 1953 do 23. března 1954. Na něj na většině vodních tocích navázalo to hydrologické, které skončilo až na začátku jara táním sněhu. Výjimečnost tohoto sucha je mimo jeho délku také v plynulém přechodu z letního do zimního období. Podzimní práce roku 1953 popisuje obecní kronika Racova ležícího poblíž přírodního parku Sedmihoří jako „velké sucho, protože vůbec od léta nepršelo a těžce se oře a seje“. Dále bylo podle stejného záznamu nutné šetřit elektřinou: „Letos skoro den vypínají elektrický proud, není voda na výrobu proudu v elektrárně a lidé říkají, že šetří proud v zemědělství, aby mohly továrny splnit pětiletý plán.“ Na jaře následujícího roku pokračoval zápis takto: „Letos se musí brzy pást, začátkem máje není už čím krmit. Z jara též byla bída o vodu, ČSSS jí vozily ze studánky u louky směrem na Olešnou“ (SOKA Tachov 825/3).

Během hydrologického roku 1963 se sucho projevovalo především v zimním a částečně i letním období a vzhledem ke standardizovaným nedostatkovým objemům i počtům suchých

dnů bylo na všech stanicích srovnatelné. Důvody sucha spočívaly ve velmi mrazivé zimě, která nedala šanci dešťovým srážkám, jak vysvětluje kronika obce Bernartice na jihu zájmového území: „V polovině listopadu minulého roku napadl sníh a od té doby vládne krutá bílá paní bez přestání a nemilosrdně. Mrazivé počasí trvá až do konce ledna a pokračuje i v únoru. Zima způsobuje těžkosti i lidem. Zamrzají vodovody.“ (SOkA Tachov 525/48). V kronice Brodu nad Tichou je zmíněno, že po více než 100 dní teplota vzduchu nevystoupila ani během dne nad 0 °C (SOkA Tachov 522/23). Skála (2017) ve své diplomové práci porovnává hydrologické sucho tohoto roku na šumavských tocích, kde na Modravě jde o téměř 160 suchých dní, v Rejštejně necelých 120 a v Sušici ještě méně. Dochází tedy k závěru, že klesá význam této suché epizody roku 1963 s klesající nadmořskou výškou.

Po deseti letech v roce 1973 postihlo region znovu sucho, tentokrát během letní sezóny a to od srpna do října. Stejně jako v roce 1963 bychom ho na všech stanicích mohli považovat z hlediska NO_{st} za podobně významné, avšak s přihlédnutím k počtu suchých dní se jedná o jednoznačně nejsušší rok na profilu VD Lučina. Podle kroniky Chodové Plané „sucho trvalo až do poloviny října, takže se tyto dva měsíce pokládají za nejsušší za posledních 20 let“ (SOkA Tachov 446). Při pohledu na graf 3 ve čtvrté kapitole lze konstatovat na všech stanicích podnormální množství srážek za celý rok, zvláště pak na meteorologické stanici v Plané, kde bylo naměřeno pouhých 372 mm, což je o 249 mm méně oproti dlouhodobému průměru. To potvrzuje i ČHMÚ, který vyhodnotil roky 1973 a 2015 jako nejméně srážkově bohaté za období 1961–2015 (Daňhelka a kol. 2015).

Od druhé poloviny 20. století dochází obecně k nadlepšování průtoků, což pozitivně ovlivňuje hydrologická sucha stejně jako tomu bylo od roku 1975 na Mži, díky napuštění vodní nádrže Lučina (Tremel 2011). Ani na přítocích Mže však není zaznamenáno žádné větší společné hydrologické sucho až do roku 2012. Vzhledem k počtu suchých let by výjimku mohla během devadesátých let tvořit období 1991–1993 na stanici VD Lučina a Hamerském potoce a 1996–1998 na Kosovém potoce, popř. rok 1998 na Mži a Hamerském potoce. Následky sucha roku 1992 se projevíly i škodami způsobenými napadením stromů škůdci a Mrkva (1993) upozorňuje na počátek jedné z největších kůrovcových kalamit v historii českých zemí. Celkově můžeme považovat referenční období 1981–2010 na hodnocených tocích, vůči kterému porovnáváme ostatní roky, za srážkově i odtokově stabilnější. Díky tomu, že stanovené normály pochází právě z tohoto období, působí ostatní roky extrémněji.

Ve 21. století se v Česku s prvním významnějším hydrologickým suchem setkáme v roce 2003, kdy navázalo na mimořádné povodně předchozího roku. Co se týká velkých toků, nejvíce patrné bylo sucho na řece Moravě v Olomouci (Brázdil, Trnka a kol. 2015).

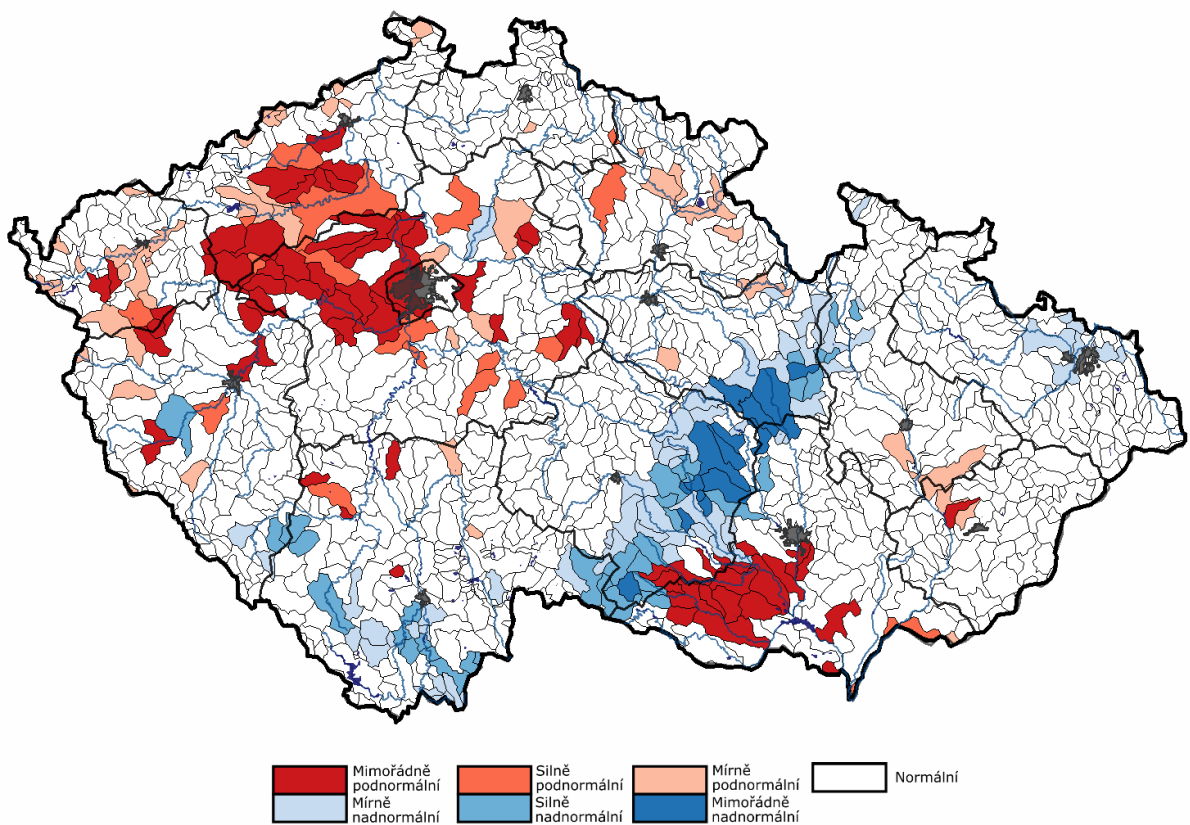
V zájmovém povodí se nejvíce projevilo na řece Mži, kde bylo naměřeno přes 100 suchých dní. Na základě metody nedostatkových objemů ale upoutá pozornost především posledních osm let a konkrétně roky 2012, 2015, 2018 a 2019, které jsou názorně srovnané i v grafu 29. Začneme-li rokem 2012, podle článku Zahradníčka a kol. (2014) byla tato extrémně suchá epizoda způsobená nepříznivými povětrnostními podmínkami druhé poloviny roku 2011 a první poloviny roku 2012. Mezi nejvíce postižená místa patřila hlavně jižní a střední Morava, kde došlo k extrémnímu poklesu výnosu obilovin (Zahradníček a kol. 2014). Nízké březnové srážkové úhrny poznamenaly totiž zemědělské plodiny v době, kdy potřebovaly vodu nejvíce (Rožnovský 2014).

Vývoj hydrologické situace za období 2014–2017 hodnotí ve svém článku Šercl a kol. (2018), kde uvádí hlavní příčiny podprůměrných průtoků. Jedná se především o teplotně nadnormální roky a výrazně srážkově podnormální rok 2015, který byl v tom období jednoznačně nejvýznamnější i z hlediska minimálních průtoků. Téměř na všech meteorologických stanicích vybraných k porovnání v kapitole 4 byl stanovený normál nižší o více než 150 mm. Na postupný pokles zásob podzemní vody od roku 2014 navazovalo snížení dotace do povrchových toků a snížení průtoků pod hranici sucha (Šercl a kol. 2018). Podle Daňhelky a kol. (2015) došlo dokonce i k vyschnutí některých potoků, mezi něž mimo jiné patřil i Úterský potok, levostranný přítok Mže nedaleko zájmového území.

Poslední dva roky 2018 a 2019 byly však celkově z pohledu nedostatkových průtoků ještě sušší než rok 2015. Výsledky bakalářské práce Buriana (2019) hodnotící sucho v povodí Loděnice za období 1977–2018 tento fakt dokazují. V roce 2018 se na tomto vodním toku vyskytlo nejvíce suchých dní za sledované období a nedostatkový objem během suchých období byl více než šestkrát vyšší než v roce 2015 (Burian 2019). Stejně tomu je i v práci Kukly a kol. (2019), kde dochází při analýze roku 2018 k závěru, že na většině území ČR lze konstatovat významnější hydrologické sucho než v roce 2015. Vývoj vodnosti toků v průběhu roků 2018 a 2019 poznamenal pokračující deficit srážek a výrazně nadnormální teploty. V roce 2018 sněhové zásoby na horách roztály velmi rychle díky vysokým teplotám. Na většině toků byly průtoky minimální během srpna, přičemž ke krátkodobému zmírnění sucha došlo na začátku září a to hlavně na jihu a jihovýchodě Česka (Kukla a kol. 2019). Zima přelomu let 2018 a 2019 byla znovu teplotně nadprůměrná. Většina míst s nižší nadmořskou výškou tak sníh po celou dobu postrádala, což znamenalo deficit vody v půdě. Koncem dubna se sucho objevilo na 92 % území ČR kvůli dřívějšímu nástupu jara (AV ČR 2019). Z pohledu hydrologického sucha se situace začala výrazněji zhoršovat během letních měsíců, kdy na konci června byly pod hranicí sucha zejména profily povodí Berounky, přítoků střední Vltavy

a středního Labe. V průběhu září až prosince se stav postupně zlepšoval a na konci roku bylo pouze 5 % profilů pod hranicí sucha (Crhová a kol. 2020). I přesto, že rok 2019 byl srážkově téměř normální, jej můžeme považovat za již pátý suchý rok v řadě, na některých místech chybí až jednoletý úhrn srážek. Podle kapitoly 4 je tomu nejbližší v této práci stanice Staré Sedlo, Darmyšl, kde za pět let chybí 90 % srážek spadlých za jeden průměrný rok během referenčního období 1981–2010. Počet suchých dní a stejně tak i nedostatkové objemy jsou na všech stanicích srovnatelné s předchozím rokem.

V letošním roce 2020 suchý stav krajiny pokračuje. Nastal však velmi srážkově bohatý červen, a tak se situace z hlediska všech druhů sucha vrátila na většině území do normálu. Během července se ale především severozápadní část Česka, včetně části zájmového povodí, vrátila díky nedostatku deště k podnormální situaci (obr. 14).



Obr. 14: Hydrologické sucho povrchových vod ke 31. týdnu (27. 7. – 2. 8.) roku 2020 (zdroj: HAMR)

8 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vyhodnocení hydrologického sucha v povodí horní Mže. První část kromě teoretické rešerše literatury obsahuje také analýzu srážek na vybraných meteorologických stanicích v zájmovém území. V druhé části práce jsou obsaženy výsledky provedené analýzy za použití metod prahové hodnoty Q_{355d} a nedostatkových objemů. Zhodnoceny byly řady průměrných denních průtoků pěti vodoměrných stanic poskytnutá od ČHMÚ.

Na základě těchto výsledků došlo z hlediska hydrologického sucha k porovnání jednotlivých povodí i hydrologických let mezi sebou. Díky tomu bylo možné dojít k následujícím závěrům:

- Na profilu Stříbro na řece Mži bylo za sledované období 1931–1937 a 1946–2019 naměřeno největší sucho v letech 1934–1935. Rok 1934 byl sušší z pohledu počtu suchých dní i většího NO za celý hydrologický rok, avšak při výpočtu NO_{st} vyšla vyšší hodnota v roce 1935. Dne 30. 8. 1935 byl naměřen i nejnižší denní průtok a to $0,38 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
- Na profilu Planá na Hamerském potoce lze za dobu pozorování 1952–2019 (chybí roky 2002 a 2016) považovat rok 2012 a období 1963–1964 za nejsušší. Nejvyšší počet suchých dní byl však změřený v roce 1991.
- Měření na profilu Třebel na Kosovém potoce během let 1953–2019 (chybí roky 2003 a 2004) prokázalo jako nejvíce suchá období 1996–1998 a 2018–2019.
- Na Úhlavce byly za období 1952–2019 jako nejsušší vyhodnoceny metodami NO a NO_{st} roky 2015, 2017 a 2018 a v roce 2019 byl 9. 7. naměřen nejnižší denní průtok $0,001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Nejvíce suchých dní se ale vyskytlo roku 1954.
- I přes nízký počet měření v období 1971–2019 (chybí 1975–1984 a 1994–1997) a silnému vlivu vodního díla byly vyhodnoceny průtoky na stanici VD Lučina. Nejvyšší počet suchých dní se vyskytnul v letech 1991–1992, metoda NO označila jako nejsušší rok 1973, kdy dne 6. 9. tekl vůbec nejnižší denní průtok $0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
- Současné sucho je výjimečné hlavně délkou svého trvání a rozsahem zasaženého území. K jeho kumulaci dochází v krajině již od roku 2015 a v posledních dvou letech dosáhlo vrcholu především díky deficitu srážek. Porovnání hydrologických roků 2018 a 2019 pomocí metody NO_{st} vyhodnotilo na třech z pěti profilů rok 2019 jako sušší. Jedná se o profily Planá, Třebel a VD Lučina.

9 Zdroje

9.1 Použitá literatura a internetové zdroje

ANDERLE, J., DUDÁK, V. (2008): Plzeňsko: příroda, historie, život. Baset, Praha, 879 s.

AVČR (2019): Současný problém sucha v ČR. AVex, 3.

BARNES, J., ALATOUT, S. (2012): Water worlds: Introduction to the special issue of Social Studies of Science. *Social Studies of Science*, 4, 42, 483–488.

BARTOŠOVÁ, L., TRNKA, M., HLAVINKA, P., SEMERÁDOVÁ, D., BALEK, J., ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., MOŽNÝ, M., ŽALUD, Z. (2016): Monitoring zemědělského sucha v České republice - Průběh suché epizody v roce 2015. *Listy Cukrovarnické a Řepařské*, 9–10, 132, 280–284.

BAŽATOVÁ, T., ŠIMKOVÁ, J. (2013): Ovlivňují antropogenní zásahy odtokový režim povodí? In: *Voda, půda a rostliny. Český hydrometeorologický ústav, Praha.*

BERAN, M., RODIER, J. (1985): *Hydrological aspects of drought.* UNESCO-WMO, Paris.

BIČÍK, I. a kol. (2010): *Vývoj využití ploch v Česku.* Česká geografická společnost, Praha, 250 s.

BLINKA, P. (2002): *Metoda hodnocení sucha. XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference, Lednice na Moravě 2.–4. září 2002,* 32–44.

BLINKA, P. (2004): *Klimatologické hodnocení sucha a suchých období na území ČR v letech 1876–2003. Seminář Extrémy počasí a podnebí, Brno, 11. března 2004.*

BLINKA, P. (2009): *Klimatologické hodnocení sucha na území Čech a Moravy v letech 1875–2002. Disertační práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha,* 139 s.

BRÁZDIL, R., TRNKA, M. a kol. (2015): *Historie počasí a podnebí v českých zemích XI: Sucho v českých zemích: minulost, současnost, budoucnost. Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, Brno,* 400 s.

BRÁZDIL, R., TRNKA, M., DOBROVOLNÝ, P., CHROMÁ, K., HLAVINKA, P., ZCARON;ALUD, Z. (2009): Variability of droughts in the Czech Republic, 1881–2006. *Theoretical and Applied Climatology*, 3–4, 97, 297–315.

BURIAN, A. (2019): Hydrologické sucho v povodí Loděnice. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha, 82 s.

CRHOVÁ, L., ČEKAL, R., KIMLOVÁ, M., KREJČOVÁ, K., LAMAČOVÁ, A., ŠÁDKOVÁ, E., ŠTĚPÁNKOVÁ, B., VLNAS, R. (2020): Roční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice 2019.

CRITCHFIELD, H. J. (1984): General Climatology. Prentice Hall, New Jersey.

Černovice | Kronika (2020): <http://www.obeccernovice.cz/kronika> [cit. 30. 7. 2020].

ČT24 — Nejdůvěryhodnější zpravodajský web v ČR — Česká televize (2015): <https://ct24.ceskatelevize.cz/> [cit. 31. 7. 2020].

DAŇHELKA, J. a kol. (2015): Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015. Český hydrometeorologický ústav, Praha.

DEMEK, J., MACKOVČIN, P. a kol. (2006): Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. AOPK ČR, Brno, 582 s.

DUDÁK, V. (2005): Český les: příroda - historie - život. Baset, Praha, 880 s.

Fotohistorie (2020): <http://www.fotohistorie.cz/> [cit. 31. 7. 2020].

FULAJTÁR, E., JANSKÝ, L. (2001): Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana. Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava, 308 s.

FUNK, C., SHUKLA, S. (2020): Drought Early Warning and Forecasting. Elsevier, 238 s.

HAMR (2020): <https://hamr.chmi.cz/> [cit. 3. 8. 2020].

HAUPTMAN, I., KUKAL, Z., POŠMOURNÝ, K. (2009): Půda v České republice. Pro Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství vydal Consult, Praha, 256 s.

HERBER, V., SUDA, J. (1996): Cvičení z fyzické geografie I. Hydrologie. Západočeská univerzita, Plzeň, 93 s.

HISDAL, H., TALLAKSEN, L. M. (2000): Technical Report No. 6: Drought Event Definition. Department of Geophysics, University of Oslo, Oslo, 41 s.

- HLADNÝ, J. (2009): Druhy sucha. In: Vodstvo a podnebí v České republice. Consult, Praha.
- CHAPLIN, M. (2001): Water: its importance to life. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 2, 29, 54–59.
- CHLUPÁČ, I. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha, 436 s.
- JANSKÝ, B. (2019a): Jak chceme v Česku řešit sucho? *Geografické rozhledy*, 2, 29.
- JANSKÝ, B. (2019b): Sucho ve světě a v Česku. *Geografické rozhledy*, 2, 29.
- JEŘÁBEK, M., DOKOUPIL, J., HAVLÍČEK, T. (2004): České pohraničí - bariéra nebo prostor zprostředkování? Academia, Praha, 304 s.
- KATES, R. W. (1985): The Interaction of Climate and Society. In: *Climate Impact Assessment*. John Wiley and Sons, New York.
- KIEM, A. S., JOHNSON, F., WESTRA, S., VAN DIJK, A., EVANS, J. P., O'DONNELL, A., ROUILLARD, A., BARR, C., TYLER, J., THYER, M., JAKOB, D., WOLDEMESKEL, F., SIVAKUMAR, B., MEHROTRA, R. (2016): Natural hazards in Australia: droughts. *Climatic Change*, 1, 139, 37–54.
- KRONIKA CHYNÍN | Obec Čížkov (2020): <https://www.obec-cizkov.cz/cs/chynin/kronika-chynin/R68-A0/> [cit. 30. 7. 2020].
- KUKLA, P., BOHÁČ, M., KOURKOVÁ, H., ŠERCL, P. (2019): Zhodnocení vývoje povrchových vod v roce 2018. Sucho 2014-2018.
- LANGHAMMER, J. a kol. (2009): Vymezení typů vodních toků. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha, 29 s.
- LIPŠOVÁ, H. (2008): Hydrogeologické poměry výskytu minerálních pramenů v západních Čechách. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha, 38 s.
- LLOYD-HUGHES, B. (2014): The impracticality of a universal drought definition. *Theoretical and Applied Climatology*, 3–4, 117, 607–611.
- MARVAL, Š., HEJDUKOVÁ, P., ROUB, R. (2019): Dostupnost pitné vody v malých obcích. *Geografické rozhledy*, 2, 29.

METELKA, L., TOLASZ, R. (2009): Klimatické změny: fakta bez mýtů. Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí, Praha, 35 s.

MRKVA, R. (1993): Sucho a kůrovcová kalamita. *Lesnická práce*, 72, 37–39.

MZE (2017): Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky. 67 s.

MZE (2019): Eroze od roku 2019. Uživatelská příručka. 52 s.

NĚMEČEK, J. a kol. (2008): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. ČZU, Praha, 95 s.

NOVICKÝ, O. a kol. (2010): Časová a plošná variabilita hydrologického sucha v podmínkách klimatické změny na území České republiky. Závěrečná zpráva. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha, 171 s.

Oficiální stránky Obce Tlučná (2020): <https://www.obec-tlucna.cz/obec-4/kronika/1940-1949/1947/obec/> [cit. 30. 7. 2020].

PAVELKOVÁ CHMELOVÁ, R., FRAJER, J. (2020): Základy hydrologie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 131 s.

ROŽNOVSKÝ, J. (2014): Sucho na území České republiky. *Živa*, 1.

ŘIČICOVÁ, P. a kol. (2003): Sucho v českých povodích v roce 2003 a v minulých desetiletích. In: Sborník příspěvků k Workshopu 2003. ČVUT, Praha, s. 103–112.

SKÁLA, V. (2017): Hydrologické sucho v pramenných oblastech šumavských toků. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha, 76 s.

SOBÍŠEK, B. (1993): Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Academia, Praha, 594 s.

SPIECKER, H. (2000): Growth of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) under Spruce Monocultures in Central Europe – Problems and Prospects. *EFI Proceedings*, 208 s.

STARÝ, M. (2005): Hydrologie Modul 02. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. Vysoké učení technické v Brně, Brno, 156 s.

STOCKER, T. F., QIN, D., PLATTNER, G.-K., EDS. (2013): *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge.

ŠERCL, P., KUKLA, P., PECHA, M., PODZIMEK, S., ČERNÁ, L. (2018): Zhodnocení vývoje hydrologické situace v období 2014–2017. In: *Suché období 2014–2017: vyhodnocení, dopady a opatření*. Český hydrometeorologický ústav, Praha.

ŠIFTA, M. (2019): Úvodník. *Geografické rozhledy*, 2, 29.

ŠMÍD, Z. (2010): *Mže - Berounka: putování po řekách*. Paseka, Litomyšl, 394 s.

ŠVORC, L., ŠVORCOVÁ, V. (2006): *České řeky a říčky*. Knihovna Jana Drdy, Příbram, 268 s.

TATE, E. L., GUSTARD, A. (2000): Drought Definition: A Hydrological Perspective. In: *Drought and Drought Mitigation in Europe*. Springer, Dordrecht, 23–48.

TOLASZ, R. (2007): *Atlas podnebí Česka*. Český hydrometeorologický ústav, Olomouc, 255 s.

TOMÁŠEK, M. (2007): *Půdy České republiky*. Česká geologická služba, Praha, 68 s.

TREML, P. (2011): Největší sucha na území České republiky v období let 1875–2010. *Meteorologické zprávy*, 168–176.

TRIZNA, M. (2004): *Klimageografia a hydrogeografia*. Geo-grafika, Bratislava, 154 s.

TRIZNA, M. (2007): *Meteorológia, klimatológia a hydrológia pre geografov*. Geo-grafika, Bratislava, 143 s.

VAN LOON, A. F. (2015): *Hydrological drought explained*. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 4, 2, 359–392.

Vodní díla a nádrže | Povodí Vltavy (2020): <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila/vodni-dila-a-nadrze> [cit. 28. 6. 2020].

VRÁBLÍKOVÁ, J., VRÁBLÍK, P. (2006): *Základy pedologie*. FŽP UJEP, Ústí nad Labem, 101 s.

WILHITE, D. A. (1993): The Enigma of Drought. In: Drought Assessment, Management, and Planning: Theory and Case Studies. Springer US, Boston, MA, 3–15.

WILHITE, D., GLANTZ, M. (1985): Understanding: the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. Water International, 3, 10, 111–120.

YEVJEVICH, V. (1967): An objective approach to definition and investigations of continental hydrologic droughts. Hydrology papers, 23, Fort Collins, 18 s.

ZAHRADNÍČEK, P., ŠTĚPÁNEK, P., MOŽNÝ, M., TRNKA, M., HLAVINKA, P. (2014): Extrémně suchá epizoda srpen 2011 až květen 2012. Extrémy oběhu vody v krajině, Mikulov.

ŽALUD, Z., TRNKA, M., HLAVINKA, P. a kol. (2019): Zemědělské sucho v České republice. Agrární komora České republiky, Praha, 115 s.

9.2 Archivní materiály

Státní okresní archiv Tachov (SOkA Tachov), MNV Bernartice, č. fondu 525, inv. č. 48, Kronika obce Bernartice 1950–1984. [cit. 31. 7. 2020]. Dostupné z: <http://www.portafontium.eu/>

Státní okresní archiv Tachov (SOkA Tachov), MNV Borovany, č. fondu 41, inv. č. 2, Kronika obce Borovany 1947–1951. [cit. 30. 7. 2020]. Dostupné z: <http://www.portafontium.eu/>

Státní okresní archiv Tachov (SOkA Tachov), MNV Brod nad Tichou, č. fondu 522, inv. č. 23, Kronika obce Brod nad Tichou 1955–1994. [cit. 31. 7. 2020]. Dostupné z: <http://www.portafontium.eu/>

Státní okresní archiv Tachov (SOkA Tachov), MNV Chodová Planá, č. fondu 446, Kronika obce Chodová Planá 1969–1979. [cit. 31. 7. 2020]. Dostupné z: <http://www.portafontium.eu/>

Státní okresní archiv Tachov (SOkA Tachov), MNV Racov, č. fondu 825, inv. č. 3, Kronika obce Racov 1948–1966. [cit. 30. 7. 2020]. Dostupné z: <http://www.portafontium.eu/>

9.3 Datové zdroje

ARCDATA PRAHA: ArcČR 500 – digitální geografická databáze, verze 3.3 [online]. [cit. 22. 3. 2020]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>

Copernicus: CORINE Land Cover [online]. [cit. 23. 4. 2020]. Dostupné z: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

ČGS: Česká geologická služba, WMS služby [online]. [cit. 19. 4. 2020]. Dostupné z: <https://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/wms>

ČHMÚ: Český hydrometeorologický ústav, historická data [online]. [cit. 26. 6. 2020]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz>

ČÚZK: Geoportál, prohlížečské služby – WMS [online]. [cit. 19. 4. 2020]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/>

DIBAVOD: Digitální báze vodohospodářských dat, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka [online]. [cit. 22. 3. 2020]. Dostupné z: www.dibavod.cz

Esri DE: Esri Deutschland Open Data Portal [online]. [cit. 22. 3. 2020]. Dostupné z: <https://opendata-esri-de.opendata.arcgis.com>

GEOFABRIK: OpenStreetMap Data Extracts [online]. [cit. 22. 3. 2020]. Dostupné z: <https://download.geofabrik.de>

Geografický ústav ČSAV: Klimatické oblasti Československa. © Quitt, 1971 [cit. 29. 4. 2020]. Dostupné z: <https://gis.nature.cz/arcgis/rest/services/PrirodniPomery/>

10 Seznam grafických příloh a tabulek

10.1 Seznam obrázků

- Obr. 1: Výškové poměry v povodí horní Mže
- Obr. 2: Geomorfologické celky povodí horní Mže
- Obr. 3: Pohled na severozápad do údolí Kosového potoka z Vlčí hory
- Obr. 4: Sklon svahů v povodí horní Mže
- Obr. 5: Geologické poměry povodí horní Mže
- Obr. 6: Půdní typy a druhy v povodí horní Mže
- Obr. 7: Klimatické jednotky podle Quittovy klasifikace v povodí horní Mže
- Obr. 8: Hustota říční sítě povodí horní Mže
- Obr. 9: Porovnání krajinného pokryvu v povodí horní Mže mezi lety 1990 a 2018
- Obr. 10: Vztahy mezi jednotlivými druhy sucha, jejich příčiny a důsledky
- Obr. 11: Úhrn srážek v roce 2015 v procentech normálu 1981–2010
- Obr. 12: Vodoměrná stanice Stříbro na řece Mži
- Obr. 13: Celkový pohled na Stříbro a na řeku Mži v roce 1947
- Obr. 14: Hydrologické sucho povrchových vod ke 31. týdnu (27. 7. – 2. 8.) roku 2020

10.2 Seznam tabulek

- Tab. 1: Přehled hlavních rozměrů povodí horní Mže a jejích přítoků
- Tab. 2: Číselné hodnocení charakteristik povodí horní Mže a jejích přítoků
- Tab. 3: Dlouhodobý srážkový normál za období 1981–2010 a k němu vztažený deficit za období 2015–2019 na vybraných stanicích
- Tab. 4: Dlouhodobý průměrný průtok na vybraných stanicích
- Tab. 5: Extrémní denní průtoky na všech stanicích za pozorované období
- Tab. 6: Dlouhodobé průměrné měsíční průtoky a jejich procentuální podíl na průměrném ročním odtoku
- Tab. 7: Koeficienty K_r a C_v vztažené k celému sledovanému období na vybraných stanicích
- Tab. 8: Klasifikace vodnosti roků podle pravděpodobnosti překročení Q_r
- Tab. 9: Hodnocení vodnosti hydrologických let za celé sledované období na stanici Stříbro, Mže
- Tab. 10: Hodnocení vodnosti hydrologických let za celé sledované období na vybraných stanicích
- Tab. 11: Hodnoty Q_{355d} na vybraných stanicích

Tab. 12: Nejvyšší hodnoty nedostatkových objemů za celé sledované období na stanici Stříbro, Mže

Tab. 13: Nejvyšší hodnoty nedostatkových objemů za celé sledované období na stanici Planá, Hamerský potok

Tab. 14: Nejvyšší hodnoty nedostatkových objemů za celé sledované období na stanici Třebel, Kosový potok

Tab. 15: Nejvyšší hodnoty nedostatkových objemů za celé sledované období na stanici Stříbro, Úhlavka

Tab. 16: Nejvyšší hodnoty nedostatkových objemů za celé sledované období na stanici VD Lučina, Mže

10.3 Seznam grafů

Graf 1: Rozvinutý podélný profil horní Mže

Graf 2: Roční úhrn srážek za období 1966–2019 na vybraných stanicích

Graf 3: Rozdíl v ročním úhrnu srážek za období 1966–2019 oproti normálu 1981–2010 na vybraných stanicích

Graf 4: Roční minimální průtoky měřené stanicí Stříbro, Mže

Graf 5: Roční minimální průtoky měřené stanicí Planá, Hamerský potok

Graf 6: Roční minimální průtoky měřené stanicí Třebel, Kosový potok

Graf 7: Roční minimální průtoky měřené stanicí Stříbro, Úhlavka

Graf 8: Roční minimální průtoky měřené stanicí VD Lučina, Mže

Graf 9: Jednoduché součtové čáry Q_d pro stříbrské profily Úhlavky a Mže za období 1952–2019

Graf 10–14: Dlouhodobé průměrné měsíční průtoky na vybraných stanicích

Graf 15: Podíl dlouhodobých měsíčních průtoků na dlouhodobém ročním průtoku na vybraných stanicích

Graf 16: Procentuální podíl průměrných měsíčních průtoků na celkovém dlouhodobém ročním odtoku na vybraných stanicích

Graf 17–21: Podíl ročních období na celkovém odtoku na vybraných stanicích

Graf 22: Křivka pravděpodobnosti překročení Q_r (1946–2019) a její lineární spojnice na stanici Stříbro, Mže

Graf 23: Křivka pravděpodobnosti překročení Q_r (1953–2001) na vybraných stanicích

Graf 24: Počet suchých dní a lineární spojnice za celé sledované období na stanici Stříbro, Mže

Graf 25: Počet suchých dní a lineární spojnice za celé sledované období na stanici Planá, Hamerský potok

Graf 26: Počet suchých dní a lineární spojnice za celé sledované období na stanici Třebel, Kosový potok

Graf 27: Počet suchých dní a lineární spojnice za celé sledované období na stanici Stříbro, Úhlavka

Graf 28: Počet suchých dní a lineární spojnice za celé sledované období na stanici VD Lučina, Mže

Graf 29: Standardizované nedostatkové objemy významně suchých hydrologických let na vybraných stanicích