

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**PŘEHLED VYBRANÝCH REGIONÁLNÍCH POVODNÍ
V ČECHÁCH**

FILIP ŠESTÁK

VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

VEDOUCÍ PRÁCE: DOC. ING. PETR MÁCA, PH.D.

© 2024 ČZU V PRAZE

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Filip Šesták

Vodní hospodářství

Název práce

Přehled vybraných regionálních povodní v Čechách

Název anglicky

Survey of selected regional flood events in the Czech republic

Cíle práce

Bakalářská práce je zaměřena na syntézu poznatků o regionálních povodních způsobených atmosférickými srážkami. V rámci řešení bakalářské práce bude sestaven přehled vybraných regionálních povodní. Pro jednotlivé povodňové události budou stanoveny charakteristiky povodní a následně bude provedena jejich analýza.

Metodika

Metodický postup se skládá z následujících částí:

- přehled obecných poznatků o povodních způsobených dešti
- sestavení souboru regionální povodní
- popis vybraných povodňových situací
- sestavení souboru charakteristik analyzovaných regionálních povodní
- analýza vybraných dvourorměnných závislostí charakteristik povodňových vln

Doporučený rozsah práce
povodeň, srážka, odtok

Klíčová slova
flood event, rainfall, runoff

Doporučené zdroje informací

Čurda, J., Janský, B., Kocum, J., 2011. Vliv fyzickogeografických faktorů na extremity povodní v povodí Vydry. *Geografie*, 116(3), s. 19.
Günter Blöschl a kol, 2019. Changing climate both increases and decreases European river floods. *Nature*, 573, str. 108–111.
Kundzewicz, Z.W., et al., 2013. Flood risk and climate change: global and regional perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, 59 (1), 1–28.
Web Science, Scopus a další

Předběžný termín obhajoby
2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce
doc. Ing. Petr Máca, Ph.D.

Garantující pracoviště
Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2024

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.
Děkan

V Praze dne 27. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Přehled vybraných regionálních povodní v Čechách vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 28. března 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce doc. Ing. Petrovi Mácovi Ph.D., za cenné rady a podněty při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině a přátelům za jejich podporu.

Abstrakt

Povodně představují ničivý přírodní jev. Pochopení faktorů, které povodně ovlivňují je klíčové pro snížení jejich potenciálních dopadů na přírodu a obyvatelstvo. Proto se tato práce zaměřuje na popis a analýzu regionálních povodní na území České republiky. Rešerše se v první části zabývá srážkami, jakožto hlavní příčinou regionálních povodní, vymezuje pojem povodně a jejich rozdělení. Součástí je i popis faktorů ovlivňujících povodně a konec první části je věnován protipovodňové ochraně. Další část práce se věnuje popisu jednotlivých povodňových situací. Ty byly vybírány na základě dostupnosti důležitých informací, jako jsou například kulminační průtoky, srážky v jednotlivých stanicích, doby opakování a přítomnosti hydrogramů. V poslední části práce dojde k porovnání a zhodnocení jednotlivých charakteristik, které ovlivňují průběh a extremitu povodní.

Klíčová slova: povodeň, srážky, kulminační průtok, odtok

Survey of selected regional flood events in Czech republic

Abstract

Floods are a devastating natural phenomenon. Understanding the factors that influence floods is key to reducing their potential impacts on nature and population. Therefore, this thesis focuses on the description and analysis of regional floods in the Czech Republic. The first part of the review deals with precipitation as the main cause of regional floods, defines the concept of floods and their distribution. It also includes a description of the factors influencing floods and the end of the first part is devoted to flood protection. The next part of the thesis is devoted to the description of individual flood situations. These were selected based on the availability of relevant information such as peak flows, rainfall at each station, recurrence times and the presence of hydrographs. The last part of the paper will compare and evaluate the different characteristics that affect the course and extremity of floods.

Keywords: flood event, precipitation, peak flow, runoff

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Atmosférické srážky	3
3.1	Konvektivní srážky	3
3.2	Orografické srážky	4
3.3	Cyklonální srážky.....	4
4	Povodně	5
4.1	Dělení povodní	5
4.1.1	Dešťové povodně	5
4.1.2	Ledové povodně	6
4.1.3	Sněhové povodně	7
4.1.4	Směšené povodně	7
4.1.5	Zvláštní povodně.....	7
4.2	Charakteristiky povodňové vlny	8
4.3	Faktory ovlivňující povodně	9
4.3.1	Předběžné faktory.....	10
4.3.2	Příčinné faktory	11
4.4	Vliv jednotlivých fyzicko-geografických faktorů.....	12
4.4.1	Pedologické poměry	12
4.4.2	Geologické poměry	12
4.4.3	Využití území a vegetační kryt.....	12
4.4.4	Sklon a expozice svahů	13
4.4.5	Tvar povodí a charakter hydrografické sítě	14
4.5	Vliv klimatických změn na povodně.....	16
4.6	Protipovodňová ochrana.....	17
4.6.1	Technická opatření	18
4.6.2	Přírodě blízká opatření	19
4.6.3	Stupně povodňové aktivity.....	19
4.6.4	První stupeň povodňové aktivity.....	19
4.6.5	Druhý stupeň povodňové aktivity	20
4.6.6	Třetí stupeň povodňové aktivity.....	20
5	Schematizace povodňové vlny.....	21
6	Regionální povodně v České republice	22

6.1	Povodeň na povodí Ohře z 8.5.1965	22
6.2	Povodeň na povodí Ohře z 29.6.1966	23
6.3	Povodeň na povodí Ohře z 8.5.1978	24
6.4	Povodeň na povodí Berounky z 17.6.1979	25
6.5	Povodeň na povodí Vltavy z 21.7.1980	26
6.6	Povodeň na povodí Berounky z 22.7.1980	27
6.7	Povodeň na povodí Berounky z 19.7.1981	28
6.8	Povodeň na povodí Orlice z 23.7.1998	30
6.9	Povodeň na povodí horní Vltavy z 15.9.1998	31
6.10	Povodeň na povodí Berounky z 26.5.2006	31
6.11	Povodeň na povodí Labe z 7.8.2006	32
6.12	Povodeň na povodí Vltavy z 7.9.2007	33
6.13	Povodeň na povodí Odry z 7.9.2007	34
6.14	Povodeň na povodí Vltavy z 1.3.2008	35
6.15	Povodeň na povodí Malše z 13.5.2010	36
6.16	Povodeň na povodí Vltavy z 3.6.2010	37
6.17	Povodeň na povodí Labe z 3.6.2010	38
6.18	Povodeň na povodí Labe z 27.9.2010	39
6.19	Povodeň na povodí Vltavy z 21.7.2011	40
6.20	Povodeň na povodí Labe z 21.7.2011	41
6.21	Povodeň na povodí Moravy z 14.5.2014	42
6.22	Povodeň na povodí Vltavy z 23.10.2014	43
6.23	Povodeň na povodí Odry z 23.5.2019	44
7	Výsledky	46
7.1	Vliv charakteristik na dobu trvání povodně	48
7.2	Vliv charakteristik na kulminační a specifické průtoky	50
7.3	Vliv charakteristik na n-letost povodně	53
8	Diskuse a Závěr	55
9	Zdroje	57
9.1	Literatura	57
9.2	Internetové zdroje	59
9.3	Legislativní zdroje	62
9.4	Zdroje obrázků	63
10	Seznam grafů	64
11	Seznam obrázků	64
12	Seznam tabulek	64
13	Přílohy	65

1 Úvod

Voda se na zemi může vyskytovat v mnoha podobách. V atmosféře ve formě páry, nebo na zemském povrchu v podobě ledovců, oceánů, jezer, řek a dalších. I přesto, že existence života by bez ní nebyla možná, může v některých případech představovat i velké nebezpečí. Příkladem toho jsou povodně, které mohou způsobovat obrovské škody. Někteří jsme mohli zažít jejich ničivou sílu na vlastní kůži při extrémních povodních v letech 1997 a 2002. A proto je důležité pochopit faktory, které povodně způsobují a ovlivňují. Pochopení těchto faktorů je zásadní pro zmírnění jejich potenciálních dopadů na přírodu a obyvatele.

Tato práce se věnuje popisu vybraných povodňových situací na území České republiky způsobených regionálními dešti. Důležitým výstupem práce je soubor charakteristik jednotlivých povodní, které jsou analyzovány v kapitole Výsledky. Literární rešerše popisuje atmosférické srážky, povodně a jejich dělení. Další část se zabývá faktory, které ovlivňují průběh povodní a poslední část rešerše je věnována protipovodňové ochraně.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je popis a analýza regionálních povodních v České republice, které jsou způsobeny atmosférickými srážkami. Součástí práce bude sestavení souboru charakteristik regionálních povodní, na kterých bude provedena dvourozměrná analýza. Pro vybrané povodně bude dopočítán objem povodňových vln.

Literární rešerše bude zaměřena na povodně, srážky a dále bude také popisovat faktory, které povodně ovlivňují. Poslední část bude věnována protipovodňové ochraně.

3 Atmosférické srážky

Atmosférické srážky představují hlavní část hydrologického cyklu a jsou jedním z hlavních faktorů vyvolávajících povodně.

Původ srážek tkví v atmosférické vodě a jejich množství a forma jsou ovlivněny dalšími klimatickými faktory, jako je například vítr, tlak a teplota (Viessman a Lewis 1996).

Při společném výskytu vodních kapek a ledových krystalků při teplotách pod bodem mrazu slouží určité částice (soli, půdní mikročástice), jako mrznoucí jádra, a vznikají ledové krystalky. Ledové krystalky dále rostou díky kondenzaci kapiček na nich. Následně začnou padat a když je vzduch dostatečně teplý, tají a stávají se z nich dešťové kapky (Viessman a Lewis 1996).

Druhou možností vzniku deště je formování vodních kapek na kondenzačních jádrech a jejich následné narážení do sebe. Větší kapky disponují vyšší rychlostí a naráží do menších kapek, to způsobuje jejich růst. Velké kapky se opět rozpadají na menší a tento proces se opakuje, dokud nevzniknou srážky (Viessman a Lewis 1996; Salas a kol. 2014).

Velikost kapek tvořící déšť se typicky pohybuje v rozmezí 0,5 – 3 mm. Pokud je průměr kapek menší než 0,5 mm jedná se o mrholení (Salas a kol. 2014).

Množství spadlých srážek se udává v mm, přičemž 1 mm odpovídá 1 litru vody spadlému na ploše 1 metru čtverečního (ČHMÚa). Průměrný roční úhrn srážek v České republice za období 1991-2020 činí 684 mm (ČHMÚd). Nejdeštivější měsíce jsou červen, červenec a srpen, kdy v průměru spadne 87 mm/měsíc. Oproti tomu na suché měsíce leden, únor a březen připadá pouhých 43 mm/měsíc (ČHMÚa).

Srážky můžeme dělit podle míst vzniku na horizontální (rosa, jinovatka, námraza) a vertikální (déšť, kroupy, sníh, mrholení a mlha) (Pavelková a Frajer 2013). Dále je můžeme podle podmínek, které způsobují vertikální pohyb vzduchu, na srážky konvektivní, orografické a cyklonální (Viessman a Lewis 1996).

3.1 Konvektivní srážky

Ke konvektivním srážkám dochází při nerovnoměrném zahřátí povrchu země, zahřátý vzduch se roztahuje, tj., zvětšuje svůj objem a zmenšuje hustotu, a to vede k jeho stoupání (Viessman a Lewis 1996). Se vzestupem vzduchu dochází k poklesu

tlaku, což má za následek jeho ochlazení. Jakmile vzduch dosáhne určité výšky a jsou splněny podmínky pro kondenzaci, začnou se tvořit srážky (Leppäranta a kol. 2022).

Konvektivní srážky jsou typické pro tropický pás (Viessman a Lewis 1996). Mohou tvořit lehké lijáky, nebo také velmi silné bouřky zasahující menší oblasti, které jsou typickou příčinou bleskových povodní (Leppäranta a kol. 2022).

3.2 Orografické srážky

Když proudění vzduchu narazí na překážku, kterou mohou být například horské vrcholy, začne vzduch stoupat. Ten se při stoupání ochlazuje a když jsou splněny všechny podmínky pro tvorbu srážek, vznikají orografické srážky. K jejich koncentraci dochází na návětrné straně horských vrcholů (Leppäranta a kol. 2022).

Po překonání horských vrcholů vzduch sestupuje a na závětrné straně se otepluje. Stává se teplým a suchým a vzniká srážkový stín s nižším srážkovým úhrnem (Ruda 2014).

3.3 Cyklonální srážky

Cyklonální srážky jsou spjaté s pohybem vzdušných mas z míst vyššího tlaku do míst s nižším tlakem (Viessman a Lewis 1996). Přechodné pásmo mezi dvěma masami se nazývá fronta. Fronty můžeme rozlišovat na teplou a studenou.

Při teplé frontě stoupá teplá vzdušná masa přes studenou velmi pomalu. Tento typ způsobuje srážky na velkých plochách (Salas a kol. 2014). Vyznačují se dlouhou dobou trvání s nižší průměrnou intenzitou a tvoří hlavní příčinu vzniku regionálních povodní (Leppäranta a kol. 2022).

Při studené frontě je teplá vzdušná masa vytlačována vzhůru studenou vzdušnou masou poměrně rychle. To vede k intenzivnějším srážkám, než je tomu u fronty teplé a zároveň zasahují z pravidla menší plochu (Salas a kol. 2014).

4 Povodně

Co to vlastně jsou povodně? Jednoduše řečeno významným geomorfologem a hydrologem: „*Povodně vznikají z příliš mnoha vody*“ (Wolman 1983 pers. comm.)

Podle Morelanda (2001) se většinou jedná o lokální krátkodobou událost, která může nastat náhle, někdy bez varování nebo jen s malým předstihem. Obvykle jsou způsobovány intenzivními bourkami, které produkují více vody, než je oblast schopna zadržet, nebo než je ve svém běžném korytě tok schopen převést. Na malých tocích je průběh rychlý v řádech minut až hodin, na větších to pak mohou být i dny.

Povodněmi se pro účely zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon) rozumí: „*přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod. Povodeň může být způsobena přírodními jevy, zejména táním, dešťovými srážkami nebo chodem ledů (přirozená povodeň), nebo jinými vlivy, zejména poruchou vodního díla, která může vést až k jeho havárii (protržení) nebo nouzovým řešením kritické situace na vodním díle (zvláštní povodeň)*“.

4.1 Dělení povodní

Dle příčiny vzniku rozeznáváme povodně dešťové, ledové, sněhové a smíšené. Pojem dešťová povodeň znamená případ vzniklý pouze dešťovými srážkami, sněhová povodeň je způsobena pouze táním sněhu a smíšená vzniká kombinací dešťových srážek a tání sněhu. Neobvyklým případem jsou povodně ledové, které vznikají přehrazením koryt ledovými jevy (Brázdil a kol. 2005).

4.1.1 Dešťové povodně

Dešťové povodně dále můžeme dělit na přívalové a povodně z trvalých srážek, zařazení závisí na době trvání, způsobu vzniku a intenzitě deště. Způsobují je kapalné srážky (Brázdil a kol. 2005).

4.1.1.1 Dešťové povodně z trvalých dešťů

Hlavní příčinou jejich vzniku jsou regionální deště. Zpravidla se jedná o deště, které se vyznačují dlouhou dobou trvání a vypadávají na rozsáhlé oblasti. Intenzita těchto dešťů je menší, než je tomu u dešťů způsobujících bleskové povodně. Zasažená území se mohou pohybovat v řádech stovek tisíců km². Většinou jsou spojeny s výskytem atmosférických front (Matějček a Hladný 1999).

Srážky bývají výrazně zintenzivňovány návětrným efektem pohoří. Průběhu nenapomáhá ani plošný rozsah srážek. Předchozí nasycení povodí představuje další faktor, který negativně ovlivňuje průběh dešťových povodní. U nasyceného povodí dochází k nekontrolovatelnému povrchovému odtoku. Například extrémita druhé vlny povodně v roce 2002 byla vázaná na předchozí vlnu, při níž došlo k nasycení celého povodí Vltavy (ČHMÚC).

4.1.1.2 Dešťové povodně z přívalových dešťů

Přívalovým povodním se též začalo říkat bleskové povodně, převzato z amerického označení „flash flood“. Vyznačují se krátkou dobou, která uplyne mezi dopadem srážky a dobou koncentrace. Tj. doba, kdy doteče všechna voda do uzávěrového profilu (Matějček a Hladný 1999).

Typicky jsou způsobené konvektivními srážkami s vysokou intenzitou, kdy hodnota spadlých srážek může v extrémních případech přesahovat i 100 mm za hodinu (Brázdil a kol. 2005).

Následkem pak bývá prudké, krátkodobé rozvodnění malých potoků, nebo i suchých koryt bez trvalého průtoku. Nebezpečí spočívá zejména v rychlém vývoji situace, kdy během pár minut se může jinak klidný potok rozvodnit (ČHMÚC). Ve výjimečných případech mohou mít takové povodně i větší územní rozsah (např. povodeň z května 1872 na řece Berounce) (Brázdil a kol. 2005).

4.1.2 Ledové povodně

Vznikají převážně ve vyšších nadmořských výškách. Obvykle se vyskytují v obdobích s denními teplotami pod 0 °C. Při náhlém oteplení se vzniklý led naruší a řekou jsou unášeny ledové kry, pomocí nichž mohou vznikat ledové bariéry (Brázdil a kol. 2005, Matějček a Hladný 1999). Za normálních podmínek jsou průtoky při ledových povodních takřka neškodné. Velký problém nastává, když průtok vytvořený

po přehrazení koryta zaplní toto koryto vodou a následně se ledová bariéra protrhne. Při porušení těchto ledových bariér vznikají povodňové vlny, které mohou mnohdy dosahovat i hodnot 100letých průtoků (Matějček a Hladný 1999). Před výstavbou Vltavské kaskády jsme se s nimi mohli setkat na řece Vltavě. Do jisté míry jim lze předejít mechanickým odstraňováním vzniklých ledových bariér (ČHMÚc).

4.1.3 Sněhové povodně

Jejich příčinou je náhlé tání sněhu při teplotách nad nulou v jarním a zimním období. Spolu s nimi se mohou potenciálně vyskytovat i ledové jevy. Na našem území nepředstavují takto vzniklé povodně velké nebezpečí (Brázdil a kol. 2005).

Mezi rozhodující faktory ovlivňující vznik a velikost povodně patří vodní hodnota sněhu, která vyjadřuje množství vody vázané ve sněhové pokrývce, dále také teplota vzduchu a množství srážek v období tání (ČHMÚc). Další faktor, který může ovlivnit průběh sněhových povodní je stav promrznutí půdy. Promrzlá půda brání infiltraci a dochází k většímu povrchovému odtoku. Nejnáchylnější oblasti výskytu sněhových povodní bývají nížinná povodí, vzhledem k tomu že na povodích horských většinou sníh odtává pozvolna (Matějček a Hladný 1999).

4.1.4 Smíšené povodně

Jsou vyvolány kombinací sněhového tání a dešťových srážek. Stejně jako i u sněhových povodní se zde mohou vyskytovat i ledové jevy. Odehrávají se během různých povětrnostních situací během zimy a na začátku jara, kdy dochází k oteplení (Brázdil a kol. 2005). Když srážky dopadají na sněhovou pokrývku, předávají sněhu určitou část tepla. Množství předaného tepla závisí na množství spadlé srážky. Tímto způsobem se může dramaticky urychlit proces tání sněhu (Sui 2001). V České republice mohou mít tyto povodně i větší územní rozsah než povodně z trvalých srážek (Brázdil a kol. 2005).

4.1.5 Zvláštní povodně

Zvláštní povodně jsou mimořádným typem povodní, které se liší od přírodních povodní v příčině vzniku a v potenciálních dopadech. Mezi tyto příčiny řadíme různé poruchy vodních děl, jako jsou přehrady a hráze (MŽP 2011). Důsledkem poškození ovládacích prvků hráze by bylo snížení, nebo úplné vyřazení jejich schopnosti zadržovat vodu a musela by se nouzově vypustit (Brázdil a kol. 2005).

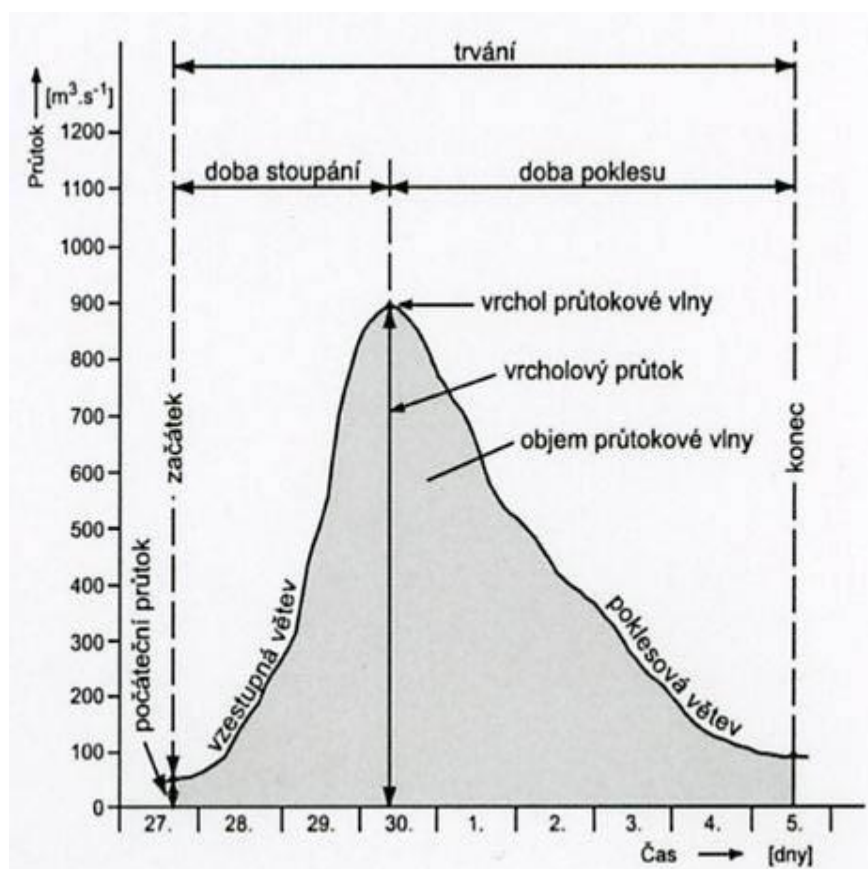
Protržení hráze by mohlo mít velmi katastrofální účinky. Vzhledem k tomu, že při zvláštních povodních vzniká průlomová vlna, která je charakteristická vysokou rychlostí (až 50 km/hod.) a extrémními průtoky, které mohou mnohdy překročit i úroveň 100letých povodní (Bezport).

Kromě povodní vzniklých z poruch vodních děl do této kategorie Brázdil a kol. (2005) řadí povodně lavinové, které vznikají při náhlé změně průtočnosti koryta vlivem sesuvu půdy, nebo spadlou lavinou uvolněné horniny či masu sněhu.

Dalším případem zvláštních povodní jsou povodně vyvolané zpětným vzduťm vody, kdy vyšší hladina hlavního toku způsobuje vzduť toku vedlejšího (Matějček a Hladný 1999).

4.2 Charakteristiky povodňové vlny

Odtok je charakterizován průtokovou vlnou, která představuje podle ČSN (1975) „přechodné zvětšení a následující pokles průtoků a vodních stavů, vyvolaný dešťi, táním sněhu nebo umělým zásahem“ nebo časový průběh popsaného jevu „v určitém profilu toku“ nebo „v trati toku v daném okamžiku“.



Obrázek 1 Charakteristiky průtokové vlny, zdroj: Herber.

Povodňová vlna je speciální typ průtokové vlny, ke které dochází při povodni (Demek 1981). „*Nejdůležitějšími charakteristikami povodňové vlny jsou její objem, tvar a vrchol.*“ (Ruda 2014). Vrcholem průtokové vlny je nejvyšší průtok dosažený v určité fázi hydrogramu, můžeme ho také označovat jako kulminační (Demek 1981).

„Význam velikosti kulminačního průtoku se hodnotí procentem pravděpodobnosti, s jakým lze očekávat jeho dosažení nebo překročení. Běžně se také používá reciproční hodnota a uvádí se doba opakování kulminačního průtoku obecně označovaná jako N-letý průtok“ (Ruda 2014).

Stoletý průtok vyjadřuje průtok, k jehož dosažení či překročení dojde jednou za 100 let. Jedná se však jen o statistickou hodnotu a její význam si nelze vykládat doslovně. Během stoletého období se taková povodeň nemusí vyskytnout vůbec anebo se může objevit hned několikrát. „*(pravděpodobnost jejího výskytu je 64,3 %)*“ (Ruda 2014).

Tvar průtokové vlny lze určit pomocí hodnot průtoků (Ruda 2014). Začátek průtokové vlny je místo, kdy dojde k znatelnému vzestupu průtoku. U N-leté povodňové vlny je to okamžik, kdy překročí průtok hodnotu dlouhodobého ročního průměru (Demek 1981). Doba mezi začátkem a koncem povodně se označuje jako doba trvání povodně (Ruda 2014). Za konec povodňové vlny se považuje okamžik, kdy klesne průtok na hodnotu počátečního průtoku (Demek 1981).

Objemem povodňové vlny se rozumí celkové množství vody, které za celkovou dobu trvání proteče daným profilem. Na obrázku 1. je to oblast vybarvená šedě (Strima II).

M-denní průtoky, jsou průtoky dosažené nebo překročené po m-dní v roce (Demek 1981).

4.3 Faktory ovlivňující povodně

Schopnost krajiny zadržovat vodu může výrazně snížit dopady i velké srážky (Simon a kol 2004).

Faktory ovlivňující povodně lze rozdělit do několika hlavních kategorií v závislosti na jejich původu a způsobu, kterým přispívají k výskytu povodní. Mezi tyto

kategorie můžeme zařadit meteorologické faktory, fyzicko-geografické faktory, antropogenní faktory, a klimatické faktory (Brázdil a kol. 2005).

Můžeme rozlišovat různé druhy meteorologických faktorů, které jsou zásadní pro vznik povodní. Langhammer (2009) dělí tyto faktory na předběžné a příčinné.

4.3.1 Předběžné faktory

Předběžné faktory působí několik dnů až měsíců před vznikem povodně. Patří mezi ně míra nasycení půdního profilu, celkový stav ledových jevů, míra naplnění objemu koryt před povodní, výška sněhové pokrývky a její vodní hodnota (Langhammer 2009).

Matějček a Hladný (1999) uvádějí, že kromě počasí ovlivňují situaci čtyři složky krajiny, které jsou schopny každá svým způsobem, odtok ze spadlých srážek zadržovat nebo i shromažďovat. Jde o tyto vlivy: intercepce, detence, infiltrace a objem říční sítě.

- 1) Intercepce – Schopnost vegetace zachycovat vodu. Je dána druhem, hustotou a vývojovým stavem porostu (Matějček a Hladný 1999). Při dopadu dešťových srážek působí nadzemní část rostliny jako bariéra, zachytává spadlé srážky a snižuje jejich energii, to může pozitivně ovlivnit infiltraci (Holý 1994) Tento efekt se uplatňuje zejména v počáteční fázi povodně. Větší vliv má intercepce při sněžení v zimním období. Například u luk se může retenční účinek za běžných podmínek pohybovat okolo 2 litrů/m² u lesa až okolo 5 litrů/m² (Matějček a Hladný 1999).
- 2) Detence – Schopnost zbrzdovat odtok naplňováním nerovností a prohlubní v terénu. Vliv detence se uplatňuje jen v počáteční fázi povodně, po naplnění prohlubní ztrácí tento efekt význam (Kukal 2005, Matějček a Hladný 1999). Na rovině se zachycuje větší část vody než ve sklonitém terénu. Průměrně se retenční účinek pohybuje mezi 1 a 5 litry/m² (Matějček a Hladný 1999).
- 3) Infiltrace – Infiltrace vody do půdních vrstev nebo nádrží podzemních vod může zadržovat značná množství srážkové vody a snížit tak povrchový odtok. Infiltrace závisí na pórovitosti půdy, typu půdy, její mocnosti, obsahu humusu a dalších vlastnostech. Dále může infiltraci výrazně ovlivnit předchozí nasycení půdy. K povrchovému odtoku dochází, když intenzita deště přesáhne infiltrační rychlost (Matějček a Hladný 1999). V našem podnebném pásu se rychlost infiltrace do jílových půd pohybuje od 0 do 1,4 mm za hodinu.

V lesních písčitých půdách dosahuje rychlosti 8 mm za hodinu a v písčitých a štěrkovitých půdách nabývá rychlosti až 7 m za hodinu (Kukal 2005).

- 4) Objem říční sítě – Zahrnuje objem vody v korytech i vodu pod povrchem v přilehlých březích. Ta je vázána k vodě v korytě pomocí hydrostatického tlaku. Pokud dojde k vzestupu vody v korytě, hladina vody pod povrchem v přízemních březích se také zvýší. Do této kategorie zařazují Matějček a Hladný (1999) i objem inundací, což značí rozliv do záplavového území podél toků. K rozlivu do záplavového území dochází zpravidla po vyplnění celého objemu koryta. Znalost těchto objemů napomáhá k předvídání dopadů dané povodně.
- 5) Nádrže vybudované v povodí – Nádrže mohou ovlivňovat povodňová rizika tím, že během povodně zadrží velké množství vody a oddalují tak dobu kulminace povodí, a to pozitivně ovlivňuje průběh povodně v dolních částech toků. Dalším nástrojem ke zlepšení odtokových podmínek za povodně jsou odlehčující kanály, které odvádějí vodu mimo ohrožený úsek (Matějček a Hladný 1999).

4.3.2 Příčinné faktory

Události, které přímo vyvolávají povodeň. Odehrávají se jen hodiny až dny před vznikem povodně (Langhammer 2009).

Jedním z hlavních faktorů, které vyvolávají povodně jsou intenzivní srážky, které mohou způsobit velmi rychlé vzestupy hladin (Kundzewicz 2013). Rychlé tání sněhu v horských oblastech může v důsledku teplého počasí nebo deště také snadno způsobit záplavy (Zhou 2021).

Mezi další příčinné faktory lze zařadit ledové jevy, mořské dmutí a příboj, seismickou činnost, protržení jezer, protržení vodních staveb, náhlé tání ledovců, vulkanickou činností, a klimatické změny (Langhammer 2009)

4.4 Vliv jednotlivých fyzicko-geografických faktorů

4.4.1 Pedologické poměry

Klíčovými odvozenými vlastnostmi půdy, které řídí relativně rychlý odtok dešťové vody do vodních toků, jsou míra infiltrace a retenční schopnost (Čurda a kol. 2011).

Infiltrační rychlost je jedna z klíčových faktorů ovlivňující hydrologické procesy v rámci povodí a závisí hlavně na vlastnostech půdy, typu vegetace a intenzitě srážek. Sušší půdní profil má pozitivní vliv na míru infiltrace (Wang a kol. 2018). Přírozený půdní profil disponuje retenční kapacitou přibližně 40-80 mm. Při překročení této hodnoty dochází k povrchovému odtoku (Vopravil a kol. 2010). Zároveň k povrchovému odtoku dochází, když intenzita deště začne překračovat infiltrační rychlost (Matějček a Hladný 1999).

K nejpomalejší infiltraci dochází v půdách jílovitých, kde se pohybuje rychlost od 0 do 1,4 mm za hodinu. V písčitých půdách v lesích dosahuje rychlosti 8 mm za hodinu a v půdách šterkovitých může nabývat rychlosti až 7 m za hodinu (Kukal 2005).

4.4.2 Geologické poměry

Geologie hraje významnou roli v procesu formování povodní. Různé typy hornin mají rozdílnou retenci, což může ovlivnit schopnost vody pronikat do podzemí. Puklinaté granáty, ruly a jiné krystalické horniny retenci zvyšují, naopak jílové sedimenty a masivní horniny retenci snižují (Kukal 2005). Nánosy sedimentů vytvořené geologickými procesy mohou dále zvýšit riziko záplav (Mareš 2004).

4.4.3 Využití území a vegetační kryt

Významnou roli při tvorbě soustředěného povrchového odtoku tvoří skladba území (typ povrchu). Jedním ze způsobů, jak snížit povrchový odtok, je pomocí výsadby stromů a tráv, které umožní vodě se infiltrovat do podzemí a také mohou vodu zadržovat (Du a Chang 2012). Naopak na územích skládajících se ze zpevněných ploch (silnice, chodníky, střechy, parkoviště a další antropogenní plochy) se bude tvořit daleko větší povrchový odtok, vzhledem k zamezení či snížení infiltrace do podzemí (STRIMA II). Vliv zpevněných ploch je daleko významnější na menších povodích, kde budou nezpevněné plochy tvořit větší část území (Pilgrim 1982).

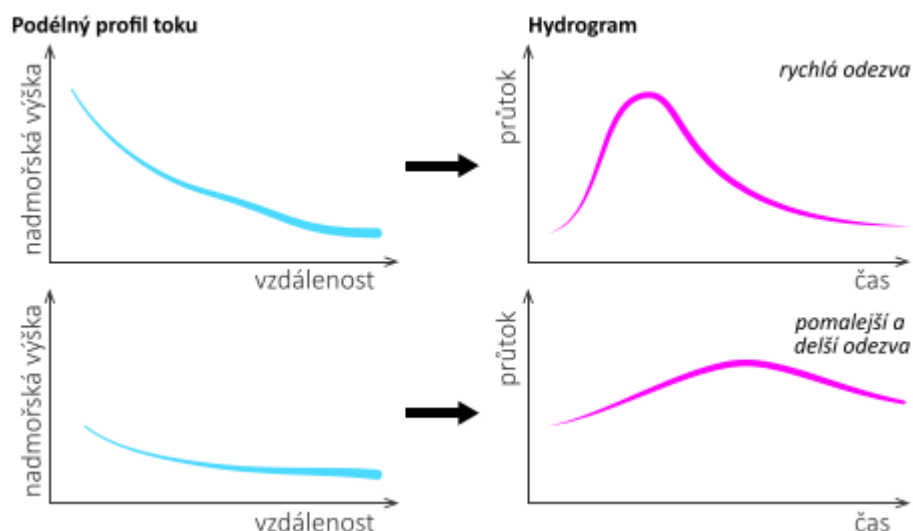
U zemědělských ploch bude mít vliv na tvorbu odtoku především druh plodiny a její vegetační stádium (STRIMA II). Zde je uplatňován proces intercepce, při kterém nadzemní část rostliny působí jako bariéra, která zachytává padající kapky a tím i tlumí jejich energii. Odraz kapek a jejich postupné stékání po vegetaci prodlužuje dobu, než se kapky dostanou na půdní povrch, a to umožňuje lepší infiltraci (Holý 1994). S nadsledem lze konstatovat, že čím větší listovou a kořenovou plochu bude mít systém plodin, tím nižší bude odtok z dané plochy. Povrchová intercepce je pro danou plodinu konstantní. Se zvýšením množství srážek se proto její význam snižuje (STRIMA II).

4.4.4 Sklon a expozice svahů

Vlivem sklonu a intenzity deště na povrchový odtok se zajímali ve své práci Mu a kol. (2015). Zjistili, že jak povrchový, tak i soustředěný odtok se s rostoucím sklonem i intenzitou srážek zvyšuje. Odtokový koeficient, tj. poměr množství odtékající vody k množství celkové srážky, byl také ovlivněn sklonem, ale větší vliv na něj měla intenzita srážek.

Povodí se strmějšími sklony jsou také náchylnější k vzniku povodní. Tento vztah analyzovali ve své studii Taghavi a kol. (2011). Porovnali dvě povodí o stejné rozloze s rozdílným sklonem. Na povodí o průměrném sklonu větším než 50 % se vyskytlo 3,5x více povodní, než na povodí s průměrným sklonem 20-30 %. I když to nemusel být jediný z faktorů, mohl by být ten hlavní.

Jakým způsobem podélný sklon ovlivňuje tvar průtokové vlny můžeme porovnat na hydrogramech na obrázku 2.



Obrázek 2 Vliv sklonu nivelety na průběh povodňové vlny, zdroj: STRIMA II

Hydrogram je křivka, která znázorňuje rychlost proudění v závislosti na čase v určitém bodě toku. Kvůli strmému podélnému sklonu povodí se voda v oblasti nezdržuje a rychle odtéká, což má u horských toků za následek velmi rychlý nárůst průtoků. (obrázek 3, nahoře). Úhel mezi vzestupnou a poklesovou větví je ostrý.

V porovnání s horskými toky má hydrogram nížinných toků na obrázku 3. dole mnohem širší základnu a výrazně delší a pomalejší celkovou odezvu. Kulminační průtoky jsou nižší, voda se déle zdržuje v povodí, a má delší čas na infiltraci, než tomu je u toků horských (STRIMA II).

4.4.5 Tvar povodí a charakter hydrografické sítě

Tvar povodí je důležitou charakteristikou a určuje, zdali je protáhlého, nebo kruhovitého tvaru (Pavelková a Frajer 2013). Tvar povodí můžeme vyjádřit podle součinitele tvaru povodí (α)

$$\alpha = \frac{B}{L}$$

α = součinitel tvaru povodí

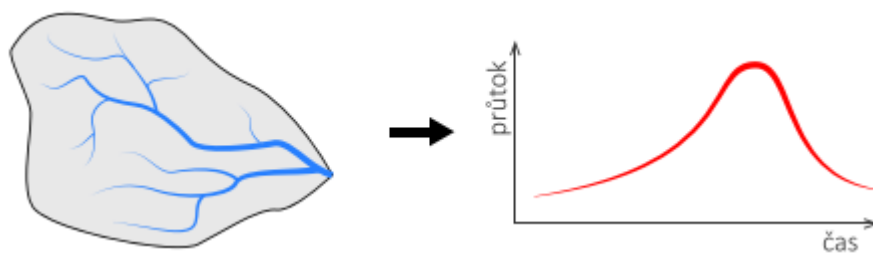
B = střední šířka povodí

L = délka povodí

Tvar povodí	P < 50 km ²	P > 50 km ²
protáhlý	< 0,24	< 0,18
přechodný	0,24-0,26	0,18-0,20
vějířovitý	> 0,26	> 0,20

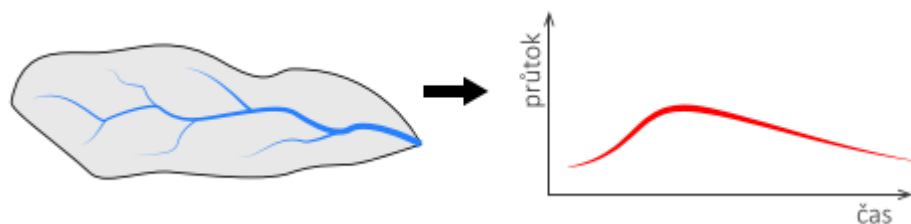
Tabulka 1 Tvar povodí podle hodnoty součinitele tvaru povodí, zdroj: Herber a Suda 1994

Na obr. 3 můžeme vidět tvar hydrografické sítě vějířovitého povodí.



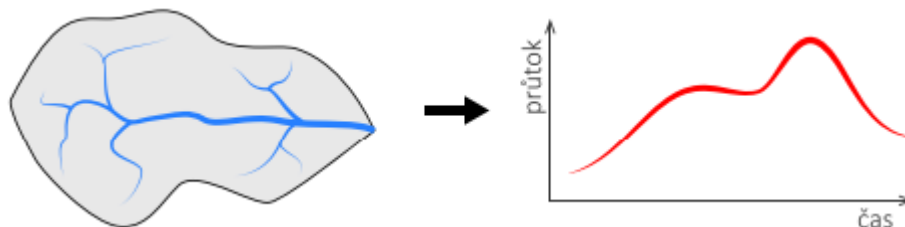
Obrázek 3 Vliv tvaru vějířovitého povodí na průběh povodňové vlny, zdroj: STRIMA II

Tvar povodí a tvar hydrografické sítě nám udává, jakého je hydrogram tvaru. V případě vějířovitého povodí je tvar hydrogramu jednoduchý, bez několika průtokových špiček. Průběh na povodích vějířovitého tvaru je mnohem rychlejší a intenzivnější než na protáhlém povodí. Voda musí zdolat menší vzdálenost, a proto je průběh rychlejší a zároveň se většina vody koncentruje před uzávěrovým profilem, což způsobuje větší průtok (STRIMA II).



Obrázek 4 Vliv tvaru protáhlého povodí na průběh povodňové vlny, zdroj: STRIMA II

Obrázek 4 představuje tvar hydrogramu pro protáhlé povodí s jedním hlavním tokem. Z obrázku je zřetelné, že dosažený průtok je nižší než u povodí vějířovitého, a tudíž bude celková intenzita povodně daleko menší. Zároveň má tento typ povodí daleko delší poklesovou větev (STRIMA II).



Obrázek 5 Vliv povodí složeného tvaru na průběh povodňové vlny, zdroj: STRIMA II

Na obrázku 5 se nachází hydrogram s dvěma špičkami, první menší a druhou větší. První se vytvořila při odtoku vody ze spodní části povodí a druhá až když byla dosažena doba koncentrace neboli, když odtékla voda z celého povodí do

uzávěrového profilu. Za uzavěrový profil se označuje nejnižší místo povodí, kam odtéká všechna voda (STRIMA II).

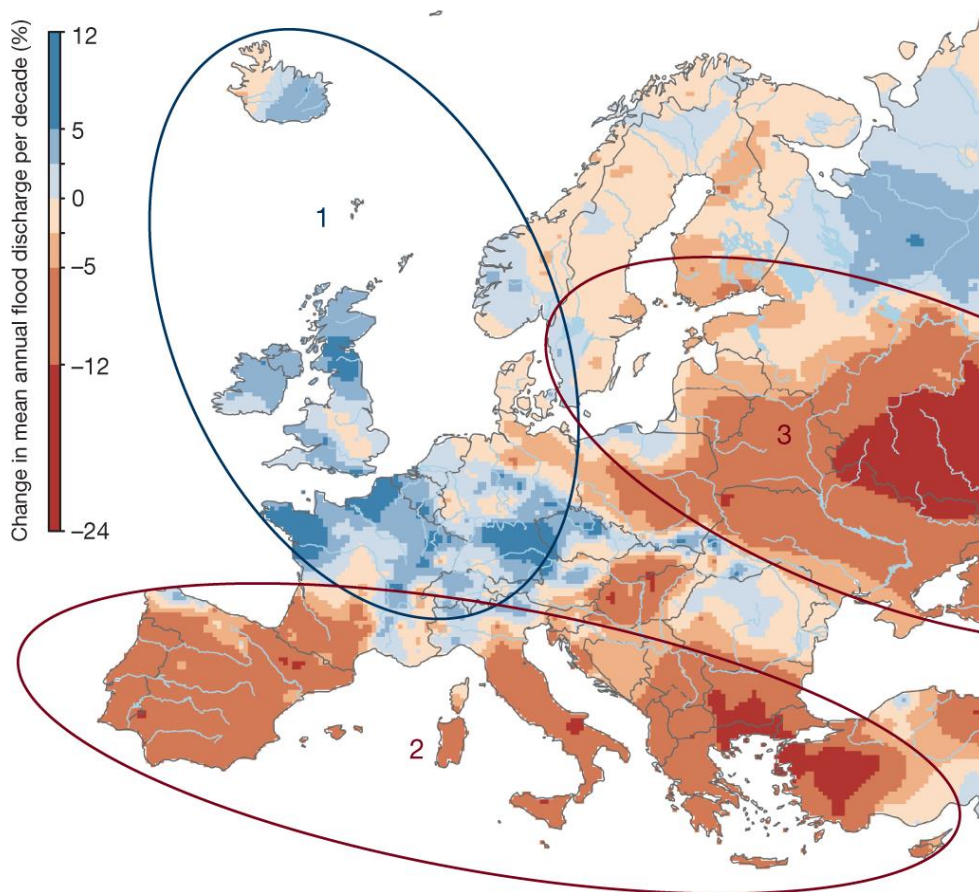
4.5 Vliv klimatických změn na povodně

Klimatická změna a lidská činnost mají velký vliv na hydrologický cyklus a systém využívání vodních zdrojů po celém světě (Du a Chang 2012). Globální oteplování, které tuto změnu vyvolává, se stalo velkým problémem (Houghton 2005). Průměrný nárůst teplot od roku 1850 činil 0,06 °C za desetiletí. Avšak od roku 1982 se tento nárůst zvýšil na více než trojnásobek (0,20 °C) za desetiletí (NOAA 2023). Tento nárůst je přiřazován vlivům antropogenní činnosti.

Kromě antropogenní činnosti existuje mnoho dalších faktorů, které ovlivňují klimatickou změnu. Mezi ně zařazuje Ruda (2014), astronomické cykly. Ty jsou ovlivněny především změnou parametrů oběžné dráhy Země, pohybem Slunce v Galaxii, změnou sluneční aktivity, a srážkami s asteroidy. Tyto změny byly popsány známým srbským geofyzikem Milutinem Milankovićem, známy pod názvem Milankovičovy cykly (precese, sklon zemské osy a excentricita). Doba opakování těchto cyklů se pohybuje v řádech desítek tisíc let (Ruda 2014).

Obavy z výskytu silnějších povodní přinášejí fyzikální argumenty, které se zakládají na tom, že teplejší atmosféra bude schopna zadržet více vody a tím pádem přinese i více srážek (Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management). Zvyšování teplot může také posouvat hranice sněhu do vyšších nadmořských výšek, to znamená že k povrchovému odtoku bude přispívat větší plocha povodí, a to způsobí větší odtok (Salas a kol 2014).

Studii změny klimatu a jejího dopadu na povodňové průtoky v Evropě se věnovali Blöschl a kolektiv (2019). Základem jejich studie byla data z 3738 stanic z let 1960–2010. Z každé stanice byla odebrána série měření, která se skládala z nejvyšších kulminačních průtoků pro každý kalendářní rok. Na základě toho byl sestaven trend a vývoj povodní pomocí desetiletého klouzavého průměru.



Obrázek 6 Pozorované změny povodňových průtoků v Evropě, zdroj: Blöschl a kol. 2019

Obrázek 6 poukazuje na průměrné procentuální změny v povodňových průtocích z let 1960-2010. V některých oblastech byl zaznamenán až 11,4 % nárůst a na druhou stranu byl také zaznamenán až 23,1 % pokles za desetiletí. (Blöschl a kol. 2019). Z obrázku je patrné, že převážná většina České republiky se nachází v oblasti, kde byl zaznamenán nárůst průměrných ročních povodňových průtoků za desetiletí. Tento nárůst by mohl znamenat že, 100letý povodňový průtok má nyní kratší dobu opakování než 100 let. Což znamená, že se v průměru vyskytne častěji než jednou za 100 let. Pro oblast severozápadní Evropy v modrém kroužku na obr. 6 platí, že povodeň s dobou opakování 100 let z roku 1960 se nyní stala povodní s dobou opakování 50 až 80 let. Tím by mohla být snížena míra ochrany již existujících protipovodňových staveb (Blöschl a kol. 2019).

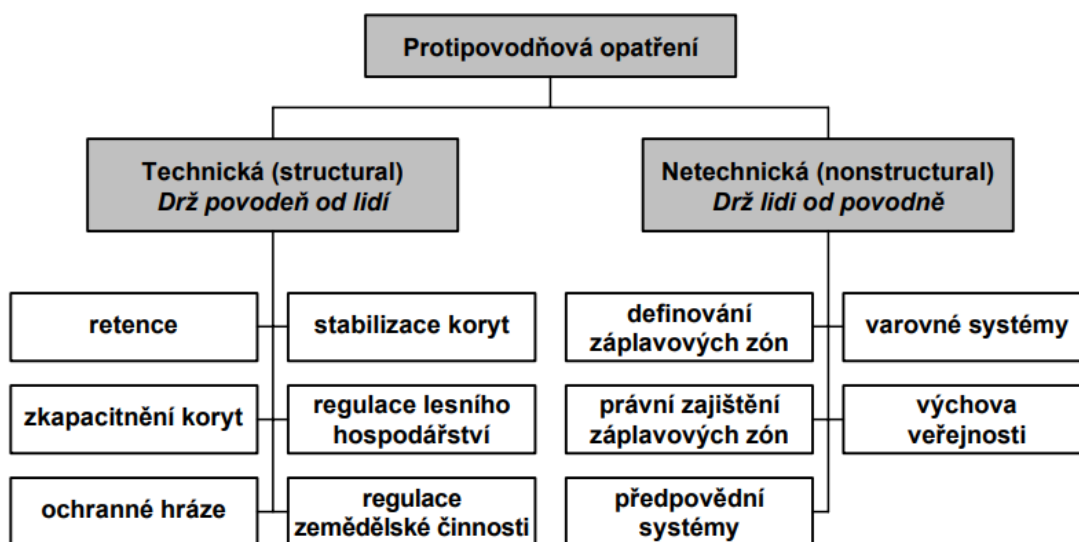
4.6 Protipovodňová ochrana

Před povodněmi se nemůžeme vždy úplně ochránit, můžeme však snížit jejich dopady na obyvatelstvo a škody na majetku (Jelínková, 2014). Jedním z hlavních katalyzátorů pro vylepšení protipovodňové ochrany byla povodeň z roku 1997.

Fungování nově vylepšeného bezpečnostního systému vydaného legislativou v roce 2000 bylo prověřeno hned další katastrofální povodní v roce 2002 (Redakce 2015).

Podle zákona 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) se Ochranou před povodněmi rozumí: „Činnosti a opatření k předcházení a zvládnutí povodňového rizika v ohroženém území. Zajišťuje se systematickou prevencí a operativními opatřeními.“

Jílková a Čamrová (2006) dělí protipovodňová opatření na dvě hlavní skupiny: **technická opatření** a **netechnická opatření**.



Obrázek 7 Dělení protipovodňových opatření, zdroj: Jílková J., Čamrová L. 2006

4.6.1 Technická opatření

Technické opatření se zaměřují zejména na fyzické zásahy do prostředí s cílem zmírnit následky povodní. Mezi ně patří výstavba retenčních nádrží, které slouží k zadržení přebytečné vody, zvýšení kapacity a stabilizace říčních koryt prostřednictvím opevňování, a výstavba ochranných hrází, které brání vodě v zaplavování obydlených a zemědělsky využívaných oblastí. Míra ochrany se určuje v závislosti výskytu n-leté povodně. Velký význam nabývají technická opatření v oblastech, kde je doba odezvy na povodeň kratší než 3 hodiny. Protože za tak krátkou dobu není možné plně využít funkci předpovědních a varovných systémů (Jílková a Čamrová 2006). Zásahy do vodních toků provádějí zpravidla správci toků (Čamrová a Hromádka 2006).

4.6.2 Přírodě blízká opatření

Mezi přírodě blízké úpravy patří taková opatření, která jsou realizována na vodním toku, v krajině nebo v lidských sídlech s využitím modré a zelené infrastruktury (Macháč a kol. 2018). Hlavním účelem je zadržet více vody v území a snížit povrchový odtok. Ochranná opatření se umisťují do horních částí povodí, a to pak přispívá k ochraně sídel pod ním, ale zároveň chrání oblast v místě jejich vzniku (například ochrana pole před splachem zeminy). V zásahách do krajiny v případě přírodě blízkých opatření hrají představitelé obcí, s kterými správci toků musí při realizaci opatření spolupracovat (Čamrová a Hromádka 2006).

Ve studii, kterou se zabývala Čamrová a Jílková (2006) byly v nejvíce obcích, jako forma ochrany, použity poldry nebo jiná území vyčleněná na rozliv v povodí. Revitalizace a osevní postupy dohromady tvořily stejně oblíbenou formu ochrany jako poldry. Zatravňovacího pásu za účelem snížení eroze a odnosu zeminy na komunikace se užívalo jen v ojedinělých případech (Čamrová a Jílková 2006). Dalšími nezmíněnými opatřeními jsou například mokřady nebo vsakovací retenční tůň a jímky (Macháč a kol. 2018).

4.6.3 Stupně povodňové aktivity

Organizační protipovodňová opatření, která *“vyjadřují míru povodňového nebezpečí. Jsou vázány na směrodatné limity, jimiž jsou zpravidla vodní stavy nebo průtoky v hlásných profilech na tocích, popřípadě na mezní, nebo kritické hodnoty jiného jevu (denní úhrn srážek, hladina vody v nádrži, vznik ledových nápěchů a zácp, chod ledu, mezní nebo kritické hodnoty sledovaných jevů z hlediska bezpečnosti vodního díla apod.). U zvláštních povodní vyjadřují vývoj a míru povodňového nebezpečí na vodním díle a na území pod ním“*(PP-SOKOLOV).

4.6.4 První stupeň povodňové aktivity

První stupeň povodňové aktivity se označuje jako stupeň bdělosti. Nastává, pokud hrozí nebezpečí vzniku přirozené povodně a zaniká v moment kdy takové příčiny nebezpečí pominou. Dále také může nastat, když je vydána výstražná informace povodňové služby (Dobrá).

Při stavu bdělosti se voda ještě nevytléká z koryta, ale průtoky začaly dosahovat nadprůměrných hodnot. Slouží nám tedy jen jako předběžný signál k přípravě na

nadcházející povodeň. Vybízí ke kontrole vodního toku, nebo jinému zdroji nebezpečí. (ČHMÚb)

4.6.5 Druhý stupeň povodňové aktivity

Druhý stupeň povodňové aktivity se označuje jako stupeň pohotovosti. Tento stupeň se vyhláší, když se situace na vodním toku zhoršuje a přerůstá v povodeň. Může být vyhlášena i při výskytu srážek přesahujících 30 mm/m² za hodinu (Dobrá).

Stav pohotovosti značí, že se voda vylévá z koryta a začíná zaplavovat přilehlá území. Voda však nezpůsobuje žádné závažné škody, jelikož dochází při tomto stupni hlavně k záplavě luk, lesů, pastvin a jiné příbřežní vegetace. Zároveň vstupují do funkce protipovodňové orgány, které se snaží zmírnit dopady povodně (ČHMÚb).

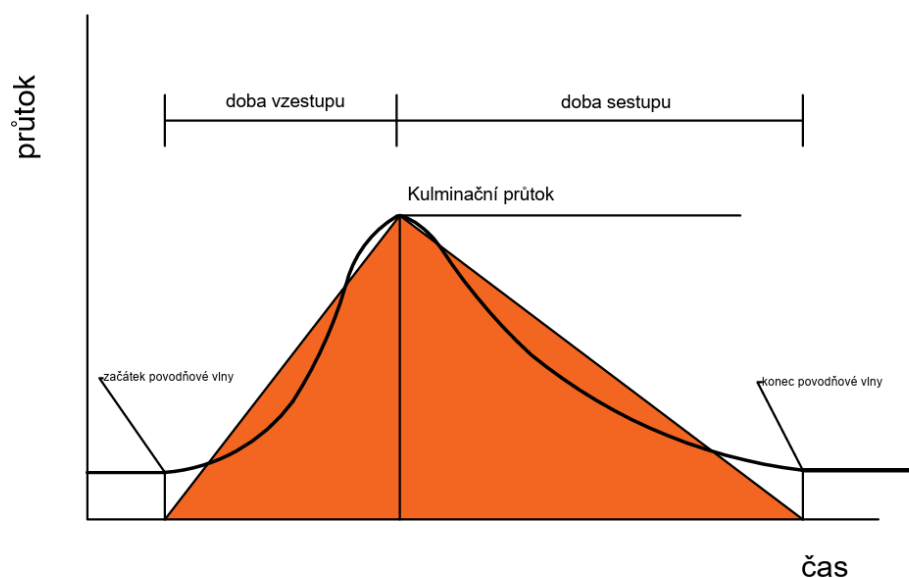
4.6.6 Třetí stupeň povodňové aktivity

Třetí stupeň povodňové aktivity se označuje jako stupeň ohrožení. Je vyhlášen při výrazně se zhoršující situaci na vodním toku (Dobrá).

Při tomto stavu začíná voda zaplavovat území, kde hrozí vznikem škod velkého rozsahu. Dochází k ohrožení lidských životů. Voda zaplavuje silnice, domy i průmyslové areály. Provádějí se zabezpečovací práce, záchranné práce nebo evakuace. (ČHMÚb)

5 Schematizace povodňové vlny

Pro vybrané povodně bude dopočítán objem povodňových vln pomocí schematizace jejího tvaru na dva pravoúhlé trojúhelníky viz obrázek 8.



Obrázek 8 Schéma pro výpočet povodňové vlny, zdroj: vlastní

Objem pak lze vyjádřit pomocí součtu obsahů těchto dvou trojúhelníků.

$$V = S_1 + S_2$$

$$S_1 = \frac{1}{2} Q_k \cdot T_{vz}$$

Q_k = Kulminační průtok

T_{vz} = Doba vzestupu

$$S_2 = \frac{1}{2} Q_k \cdot T_s$$

Q_k = Kulminační průtok

T_s = Doba sestupu

6 Regionální povodně v České republice

6.1 Povodeň na povodí Ohře z 8.5.1965

V květnu zasáhla povodňová událost Severočeský kraj v povodí Ohře, Bíliny, Ploučnice, Jizery a dalších. Byla způsobena stacionárními brázdami nízkého tlaku, které se tvořily v Evropě. Doba trvání povodňové události na Ohři se pohybovala v délce 10 dnů.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Vodní stavy i průtoky se vzhledem k tání sněhu pohybovaly v hodnotách 10-30m-denní vody. Zvýšená srážková činnost od 4.5.1965 měla také vliv na průběh povodně. Ve večerních hodinách dne 10.5.1965 navíc zasáhlo Severočeský kraj srážkové pásmo, které dále zvyšovalo vodní stavy a mělo za následek zhoršení průběhu povodňových vln. Intenzivní srážka pokračovala až do 11.5. a následně až do 14.5 setrvaly srážky se slábnoucí intenzitou.

Průběh

Z hlediska průběhu je nutné vzít v potaz, že se průtoky před začátkem povodně pohybovaly v hodnotách 10-30m-denní vody na všech tocích v Severočeském kraji. U povodí Ohře byly na přítocích dosaženy průtoky v hodnotách 10-20leté vody, nejvyšším hodnotám kulminace dosáhly levostranné přítoky povodí Bíliny ve výši 20-50leté vody. Na povodích Ploučnice a Lužické Nisy byl průběh pozvolnější, zde se pohybovaly průtoky v hodnotách 1-10leté vody.

Povodí	Tok	Průtok před začátkem vzestupu (m ³ /sec)	Kulminační průtok (m ³ /sec)	N letost
Ohře	Ohře	98	210	1
Bílina	Bílina	12	64	10
Ploučnice	Ploučnice	10,5	40	1
Lužická Nisa	Lužická Nisa	12	63	2
Snědá	Snědá	8	49	0,5

Tabulka 2 Dosažené kulminace a n-letosti při povodni z roku 1965, zdroj: ČHMÚ © 1965

Závěr a Škody

Kvůli intenzivní srážkové činnosti napadlo místy až 100 mm srážek během jednoho dne. Stavů ohrožení se čelilo na dolním toku Bíliny, v horním toku Ploučnice a v dolním toku Lužické Nisy. Nejvíce zasaženým místem byla obec Želénky, kde došlo k zaplavení 21 obytných domů a došlo k evakuaci 100 osob. K dalšímu zatopení došlo v obcích Zabuřany a Všechlapy vlivem odpuštění maximálního množství vody z nádrže Všechlapy (ČHMÚ © 1965).

6.2 Povodeň na povodí Ohře z 29.6.1966

Převážně severní část Čech byla zasažena srážkami ve dnech 28.-30.6.1966. Jednalo se o tlakovou níž postupující ze Severního moře přes Polsko až nad evropskou část SSSR. Na Lužické Nise trvala povodeň přibližně 5 a půl dne.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Kromě srážek spadlých ve dnech 28. a 29.6., kdy déšť dosahoval největší intenzity, měly na povodeň vliv i spadlé srážky v předchozích dnech. První srážková činnost se vyskytla na povodí Snědé a Lužické Nisy dne 16.6. k dalšímu zintenzivnění došlo dne 23.6. Ve dnech 23.6. a 24.6. v horních částech povodí pak úhrny dosahovaly hodnot až 65 mm.

Průběh

Strmé povodňové vlny byly způsobeny srážkami spadlými ve dnech 28. a 29.6. V odpoledních hodinách dne 29.6. došlo k poklesu průtoku z důvodu snížení srážkové intenzity v ranních hodinách stejného dne. Povodňové vlny na hlavních tocích dosáhly průtoků ve výši 0,5 - 1leté vody. Hodnot 5leté vody nabývala povodeň na pravostranných přítocích Lužické Nisy.

Závěr a škody

Na povodí Lužické Nisy během jednoho dne spadlo 55 mm srážek. Stavů ohrožení bylo dosaženo v Hrádku nad Nisou. Zasažený byl hlavně Oldřichov v Hájích v povodí Lužické Nisy, kde došlo k vytopení přízemních prostorů dvou obytných domů. Zaplaven byl i pionýrský tábor v obci Bílý Kostel (ČHMÚ © 1966).

6.3 Povodeň na povodí Ohře z 8.5.1978

Prudké srážky z května 1978 postihly zejména povodí řeky Ohře a horní část povodí Bíliny. Hladiny řek začaly prudce stoupat na všech tocích dne 8.5. Povodňové stavy se ocitly hlavně na Ohři, Teplé, Lomnickém potoce, Libockém potoce a dalších. Na Ohři trvala povodeň přibližně 38 hodin.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Povodím Ohře a Horní části Bíliny se prohnala velmi intenzivní srážka, kdy se místy pohyboval 24hodinový srážkový úhrn až v hodnotách 95 mm.

Průběh

Horní Ohře

V Chebu byl ovlivňován průtok nádrží Skalka. Udržoval se zde odtok ve výši $23,3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ a to až do 9.5. do 20 hodin, následně byl odtok zvýšen na $29 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ a 10.5. ve 20:00 hod. byl opět snížen na hodnotu $24 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Ke kulminaci došlo v ranních hodinách dne 9.5. a pohybovala se okolo $44 \text{ m}^3/\text{s}$ na úrovni 1leté vody.

V Karlových Varech (2857 km^2) kulminace dosahovala $216 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, což odpovídá 3leté vodě

Na Libockém potoce byl odtok snížen nádrží Borka, ke kulminaci došlo 8.5. ve 4 hod.

Teplá

S přítokem se manipulovalo na vodní nádrži Březová, přítok kulminoval 8.5. v 11 hodin na $70 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Odtok z nádrže byl udržován na $28 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ až do doby, než poklesl lomnický potok s kulminací $38 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Odtok byl následně zvýšen na $54,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. V důsledku hospodaření nádrže Březová byla snížena povodňová špička Karlových varech z úrovně 17leté vody na cca 7letou.

Dolní Ohře

Na vodní nádrži Nechanice byl odtok držen na neškodné hodnotě $168 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Kulminace proběhla 8.5. okolo 15 hod., dosahovala asi $280 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Závěr a škody

Povodí	Tok - území	SPA
Horní Ohře	Ohře - Cheb	I. Stupeň
Horní Ohře	Odrava	II. Stupeň
Horní Ohře	Libocký potok	I. Stupeň
Horní Ohře	Ohře - Karlovy vary	I. Stupeň
Teplá	Teplá - Karlovy vary	III. Stupeň
Dolní Ohře	Chomutovka	I. Stupeň
Dolní Ohře	Ohře - Louny	III. Stupeň

Tabulka 3 Dosažené SPA při povodni z roku 1978, zdroj: ČHMÚ © 1978

Škody byly vyčísleny na 3,7 milionu korun na Podniku v K. Varech, Chomutově a Terezín. Jednalo se o škody na upravených a neupravených tocích, na stavbách a o náklady na odstranění splavenin (ČHMÚ © 1978).

6.4 Povodeň na povodí Berounky z 17.6.1979

Kolem poloviny měsíce se naše území dostalo na několik dnů pod vliv brázdy nízkého tlaku. Postupovala z Islandu přes Britské ostrovy a putovala až do severní Itálie. Srážka byla nejvýznamnější ve dnech 16.-18.6. Na povodí Otavy trvala povodňová vlna přibližně 7 a půl dne.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Kromě velmi intenzivních dešťů spadlých ve dnech 17.-19.6, je nutno brát v potaz i dešťů předchozích, které můžeme do jisté míry považovat za deště “nasycující“. Kdy během 14.-16.6. spadl déšť velmi malé intenzity (v průměru 1-2 mm za hod), celkově napadlo kolem 20 mm srážek na celé území a většina této spadlé vody se infiltrovala.

Průběh

Úhlava

Během 5 dnů spadlo na profil vodní nádrže Nýrsko více než 160 mm srážek. Podle bilance vyšel průměrný denní přítok na $12 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. I přes intenzivní srážku byl odtok držen na neškodných $0,83 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Až druhého dne byl zvýšen na $6,08 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, kdy šlo stále o odtok neškodný. Hospodaření vodního díla Nýrsko mělo význam i v profilu Tajanov ($338,7 \text{ km}^2$), kde vrcholový průtok $42 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ dosáhl pouze 4leté vody. Na profilu Štěnovice ($892,84 \text{ km}^2$) protékalo při kulminaci dne 19.června $132 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, což odpovídá 18leté vodě.

Na ostatních povodích nebylo dosaženo takových extrémů, nejvyšší N – letost byla dosažena na Otavě v Katovicích, ve výši 8leté vody (ČHMÚ © 1979).

Závěr a škody

Během 17.-18.6. byly zaznamenány i srážkové rekordy. Na Šumavě vlivem orografického efektu přesáhly jedno denní srážky i 100 mm. V průměru byl odtok během měsíce června o 209 % vyšší než za normálního stavu. Škody byly vyčísleny na 6,36 milionu korun.

6.5 Povodeň na povodí Vltavy z 21.7.1980

Během druhé poloviny července došlo k výraznému zesílení srážkové činnosti vlivem výškové tlakové níže, jejíž střed se pohyboval směrem od západního Německa přes Čechy a dále k východu. Povodeň na Otavě přetrvávala po dobu 4 dnů.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Z hlediska srážek byl měsíc červenec výrazně abnormální, měsíční úhrny dosahovaly hodnot 156 % dlouhodobého průměru. V Černovicích se dokonce srážky pohybovaly na 229 %, napršelo zde během měsíce 229 mm. Kromě vlivu činnosti výškové tlakové níže, měla vliv na povodeň předchozí srážková událost, ke které došlo dne 20.7, která dále nasýtila, již už dost nasycená povodí.

Průběh

Otava

Důsledkem první srážky vznikla první podružná povodňová vlna. Bylo dosaženo jen nízkých hodnot kulminace např. na profilu v Písku protékalo $64 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. K poklesu průtoku došlo v ranních hodinách dne 21.7. Avšak hned na to začala vznikat další povodňová vlna, vlivem nových srážek. Z hlediska kulminačních průtoků byla tato vlna daleko významnější a například na profilu v Písku ($2913,7 \text{ km}^2$) protékalo $338 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Vltava

Průběh povodně na Vltavě byl velmi podobný jako na Otavě. S tím rozdílem, že vrcholy kulminací si byly “blíže” než tomu bylo u Otavy. Ve stanici Hluboká byla naměřena první hodnota kulminace $102 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ a druhá $169 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Lužice

Na Lužici byl průběh odlišný než na předchozích dvou povodích, vzhledem k výskytu rozsáhlé rybniční soustavy, která má schopnost zmírnit povodňové průtoky. Tudíž byl průběh velmi mírný, až na Bechyni (4057 km²), kde protékal průtok 131 m³s⁻¹. Průběh na Bechyni byl ovlivněn předchozím povodím Klenovice. U ostatních profilů se maximální průtok pohyboval mezi 20–70 m³s⁻¹.

Závěr a škody

Na Otavě bylo dosaženo stavu ohrožení ve většině případů, na Vltavě stupňů pohotovosti a na Lužici s výjimkou Bechyně stupňů bdělosti. Největší škody se vyskytly v okrese Strakonicko a Blatensko. Na Strakonicku byly poškozeny silnice a rybniční zařízení a podniky Jihočeské pekárny. Na Blatensku utrpěl největší škody podnik Státního rybářství. Celková škoda byla odhadnuta na 9–10 mil. Kč (ČHMÚ © 1980a).

6.6 Povodeň na povodí Berounky z 22.7.1980

V druhé polovině července se naše území dostalo pod vliv několika denní srážkové činnosti, která byla způsobena brázdou nízkého tlaku, jejíž střed se pohyboval přes Britské ostrovy a Severní moře nad NDR a Polsko. Na Berounce přetrvávala povodeň až 4,5 dne.

Hydrologické a meteorologické podmínky

I přesto, že měsíc červen nebyl z hlediska srážek tak významný, většina z nich napadala v jeho druhé polovině a další nepřetržitý přísun srážek způsobil postupný nárůst nasycení půdy. I průtoky ve sledovaných stanicích se pohybovaly ve vyšších hodnotách, odpovídaly 20–90m-denní vodě. Hlavní příčinou byly kontinuální srážky, které padaly v některých lokalitách celých 24 hodin s intenzitou 5-10 mm/hod.

Průběh

Úhlava

V nejvyšší části povodí nad vodním dílem Nýrsko měla povodeň průběh mírný, i přesto že zde napadlo 70-80 mm srážek během 3 dnů. Veškerý odtok byl zachycen ve vodním díle Nýrsko a maximální vypouštěné množství bylo 8 m³s⁻¹ ve výši 1leté vody. Ve střední části toku došlo k nejvyššímu vzestupu vodních stavů v noci z 21. na 22.7. Byl zde překročen vodní stav určený pro stav ohrožení o více než 30 cm. Ve

spodní části toku byl průběh povodňové vlny obdobný. Průtoková vlna nabývala hodnot 12leté vody. Stav ohrožení nebyl dosažen.

Úslava

Zde srážkový úhrn vyšel na 80-90 mm. Vodní stavy začaly prudce stoupat dopoledne dne 22.7. Vrchol byl zaznamenán odpoledne stejného dne. Byly zde dosaženy extrémy jak z hlediska vodních stavů, kdy voda stoupla o 2 m, což vzhledem k tomu, že se voda rozlévala do široké údolní nivy, je velmi neobvyklé. I z hlediska průtoků byl průběh zde extrémní. Pro kulminační průtok se došlo k výsledku $168 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ což je nejvyšší průtok od začátku pozorování, konkrétně průtok odpovídal 30leté vodě.

Klabava

Množství srážek bylo srovnatelné s povodím Úslavy, maximum zde mohlo dosahovat 100 mm. Vodní stav začaly prudce stoupat ráno 22.7. podobně jako na Úslavě. Průběh byl pozitivně ovlivněn nádrží, která zadržela více než 2 mil m^3 . I přesto byl překročen vodní stav určený pro stav ohrožení o více než 100 cm. Průtok byl vyhodnocen na $124 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, což je úroveň asi 75leté vody.

Závěr a škody

Měsíc červenec nebyl mimořádný jen z hlediska odtoku ale i z hlediska srážek. Měsíční úhrn na stanici Borovno 270 mm měl teoretickou dobu opakování 250 let. Škody byly stanoveny na 28 mil. Kčs (ČHMÚ © 1980b).

6.7 Povodeň na povodí Berounky z 19.7 1981

Západní Čechy se opět dostaly pod vliv intenzivních srážek. Přes Čechy se 17.7 Čechy přenesla studená fronta, která pak dále pokračovala na Slovensko. Zároveň byly Čechy pod vlivem výškové tlakové níže, která putovala přes Island, Severní moře a západní Evropu. Povodňová situace na povodí Berounky trvala 5,5 dne.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Červenec byl z hlediska srážek poměrně suchý. Nasycenost povodí se pohybovala v nízkých hodnotách a tím pádem bylo schopno povodí pobrat velké množství srážek, bez významnější reakce v podobě odtoku. I průtoky byly podnormální, nabývaly hodnot 180–330m-denní vody. Podmínky byly tudíž velice příznivé. I přesto byla odezva na srážky velmi významná. Srážková činnost začala dne

17.7 a od 18.7 pokračovala nepřetržitě celých 60 hodin. Z důvodů takto vydatného deště, byl nakonec měsíc červenec vysoce abnormální. Měsíční úhrny v průměru nabývaly hodnot 230 % dlouhodobého červencového normálu.

Průběh

Úhlava

Na část nad vodním dílem Nýrsko napadlo během 17.-20.7 více než 180 mm srážek. Opět se projevila schopnost transformace vodního díla Nýrsko a převážnou většinu přítoku se podařilo zachytit. Maximální vypouštěné množství bylo na úrovni 1leté vody. Profil Tajanov (338,7 km²) byl také příznivě ovlivněn hospodařením nádrže. Vodní stavy začaly stoupat v noci 18.7. Kulminační průtok se zastavil na úrovni 5leté vody a byl překročen stupeň ohrožení. Ve spodní části byl překročen vodní stav určený pro stupeň ohrožení o více než 0,5 metru. Kulminační průtok byl vyhodnocen na 50letou vodu.

Úslava

Čtyř denní úhrn na povodí Úslavy činil 140 mm. Ve stanici Koterov (733,3 km²) bylo kulminace dosaženo v poledne dne 20.7. Vzestup vodních stavů byl velice prudký. Změna ze stavu bělosti na stav ohrožení trvala pouhých 5 hodin. Kulminační stav zaznamenal nový rekord, a to o celých 44 cm překročil stav předchozí. I kulminační průtok 270 m³s⁻¹ se stal nejvyšším od doby zaznamenávání. Překročil hranici 100leté vody o více než 60 m³, jeho teoretická doba opakování byla odhadnuta na jednou za 200-300 let.

Klabava

Na horní část povodí spadlo během 4 dnů více než 180 mm srážek. Průběh byl velmi podobný jako na povodí Úslavy. Průtoky i vodní stavy začaly prudce stoupat na večer dne 19.7. Kulminace se dostavila další den dopoledne. I přes pozitivní vliv nádrže, která zachytila 3,5 mil m³, průtok dosáhl hodnoty 100leté vody.

Závěr a škody

Povodňová situace významně ovlivnila odtokové vyhodnocení měsíce července. Nejvíce tomu tak bylo ve stanici Koterov, kde byl normál překročen o více než 6,5násobek. Zároveň se jednalo o velmi ničivou událost. Bylo zatopeno například 330 obytných objektů, 280 rekreačních objektů a 100 úseků na komunikacích. Celková škoda byla vyčíslena na nemalých 123,74 mil. Kčs (ČHMÚ © 1981).

6.8 Povodeň na povodí Orlice z 23.7.1998

Území Orlických hor se dostalo mezi dny 22.7.-23.7. pod vliv velmi intenzivních srážek. Nejvíce byly zasaženy povodí Dědiny, Bělé, Divoké orlice a Metuje.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Srážkové období v první polovině července nebylo nijak významné, maximální úhrny dosahovaly hodnot 10-15 mm, pak následovalo období bez srážek od 13.7 do 22.7. S výjimkou 16.7. kdy se vyskytly úhrny do 10 mm. I vodní stavy se pohybovaly v nízkých hodnotách 180-330m-denní vody. Vše se změnilo s příchodem velmi intenzivní srážkové události dne 22.7. Tento den byly překonány stávající rekordy, kdy nejvyšší denní srážkový úhrn pro severozápadní část Orlických hor činil 101 mm. A novým rekordem se stala i hodnota 204 mm, která napršela během dvou dnů.

Průběh

Bělá

Právě na povodí Bělé byl zaznamenán nejvyšší srážkový úhrn 204 mm. Tyto srážky vyvolaly velmi rychlý vzestup hladin a již v ranních hodinách dne 23.7. proběhla tokem ničivá povodňová vlna. Kulminační průtok u obce Mnichov činil $110 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Stávající hodnoty průtoků pro dobu opakování 100 let byly významně překročeny.

Dědina

I na povodí Dědiny dosahovaly denní srážkové úhrny v horní části povodí hodnot 200 mm. V dolní části se množství napadnutých srážek pohybovalo okolo 100 mm. Podobně jako na Bělé se objevila povodňová vlna již v ranních hodinách dne 23.7. Povodňová vlna vzhledem k její síle unášela velké množství materiálu a ucpávala mosty, můstky a propustky. V některých případech došlo i k jejich destrukci. Ve vodoměrné stanici Chábory ($74,6 \text{ km}^2$) byl kulminační průtok vyčíslen na $270 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Kdy se opět jedná o hodnotu kulminace mnohem vyšší, než je stanovena pro 100letou vodu.

Závěr a škody

Povodeň si vyžádala 6 obětí na lidských životech a evakuováno muselo být na 2000 obyvatel. Obrovské byly i materiální škody, celkově byly vyčísleny na několik miliard Kč (ČHMÚ © 1998a).

6.9 Povodeň na povodí horní Vltavy z 15.9.1998

V polovině září 1998 byl zasažen pohraniční hřeben Šumavy déletrvajícími srážkami. Nejintenzivnější srážky přinesly dva frontální systémy, kdy první z nich zasáhl Šumavu dne 14.9.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Množství srážek, které napadlo před vznikem povodňové události bylo vcelku významné. Hodnoty ukazatele předchozích srážek se pohybovaly mezi 65-135 mm. Což vypovídalo o velkém nasycení povodí. První srážková činnost trvala přibližně den, od večerních hodin dne 14.9. až do 15.9. Intenzita deště se nacházela mezi 3,2-6 mm/hod. Druhá srážková činnost byla kratší a trvala jen od ranních do večerních hodin dne 17.9., s podobnou intenzitou jako srážka první.

Průběh

První začal stoupat průtok na Vydře dne 14.9. Na ostatních tocích došlo k velkému vzestupu průtoků až následujícího dne ráno. Na Otavě stoupaly průtoky až do profilu Sušice a v následujících profilech už jen stagnovaly, či mírně klesaly. Nejvyšší dosažená N-letost na Otavě byla 10letá a ta postupně klesala až na 1letou na profilu v Písku. Na Vltavě odpovídaly hodnoty kulminace 0,5leté až 2leté vodě. Druhá srážková činnost ze dne 17.9. způsobila povodňovou vlnu s o poznání nižšími kulminacemi v maximální výši 2leté vody.

Závěr a škody

Povodeň se obešla bez ohrožení obyvatel a nevyskytly se žádné závažné škody (ČHMÚ © 1998b).

6.10 Povodeň na povodí Berounky z 26.5.2006

Přes povodí Berounky se mezi dny 26.5. - 28.5. přehnala intenzivní srážka, která byla způsobena frontálními vlnami přesouvajícími mezi azorskou tlakovou výší a tlakovými nížemi nad Islandem a Skandinávií. Doba trvání povodňové situace na Berounce se blížila 8 dnům.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Před intenzivní srážkou se průtoky pohybovaly ve rozmezí 120–240m-denní vody. Na tocích Klabava, Radbuza a Úslava se jednalo o poměr 35-55 % z dlouhodobého měsíčního normálu. I ukazatel předchozích srážek se pohyboval

v hodnotách 20-40 mm, což značilo, že povodí nebyly úplně nasycené. Intenzivní srážka se vyskytla dne 26.5, kdy napršelo 15-40 mm. Ta byla následována dne 27.5. srážkou ještě intenzivnější. Nejvyšší jednodenní úhrn byl naměřen ve stanici Dobřív a to 80,2 mm. V dalších dnech už se vyskytly jen nižší úhrny.

Průběh

Úslava

Průtoky začaly pozvolna stoupat již o půlnoci dne 27.5. K rychlému vzestupu průtoků došlo až v 16:00 stejného dne. Ke kulminaci došlo 28.5. Ve stanici Koterov (733,3 km²) průtoky kulminovaly na hodnotě 139 m³s⁻¹ s dobou opakování 10 let. Dále už jen průtoky klesaly až na hodnotu 50 m³s⁻¹ a pak s příchodem další srážkové události opět stoupily na 70 m³s⁻¹.

Klabava

Vzhledem k velmi rapidnímu vzestupu průtoků, byly uzavřeny základové vpusti a došlo k neovladatelnému odtoku přes přeliv vodní nádrže Klabava. Ve stanici Hrádek (158,1 km²) došlo ke kulminaci v ranních hodinách dne 28.5. hodnotou 108 m³/s. Šlo o 50letou vodu.

Berounka

Ve stanici Liblín (6455,8 km²) začaly průtoky stoupat již v ranních hodinách dne 27.5. Průtok se nejprve zvýšil z 19,7 m³s⁻¹ na 84 m³s⁻¹. 28.5. začal průtok opět prudce stoupat a kulminoval na hodnotě 517 m³s⁻¹ na úrovni více než 5leté vody.

Závěr a škody

Povodňová situace výrazně ovlivnila průtokové vyhodnocení měsíce května. Na Klabavě byla naměřena největší odchylka od normálu a to o 566 % dlouhodobého normálu. Škody na majetku nebyly zmíněny (ČHMÚ © 2006a).

6.11 Povodeň na povodí Labe z 7.8.2006

Oblast severovýchodních Čech se dostala dne 4.8. pod vliv několika denní srážkové činnosti. Mezi zasažená povodí patřily povodí Labe, Orlice, Jizery a Snědé. Na Horním Labi se povodeň zdržela přes 2 dny.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Období před srážkami bylo velmi suché, během července napadlo pouze 20-30 % měsíčního srážkového normálu. I průtoky se na začátku srpna pohybovaly ve velmi

nízkých hodnotách, v rozmezí 300–365 mm denní vody. Vydatné srážky začaly padat dne 4.8 největší úhrn byl naměřen 7.8. ve stanici Labská bouda, zde napadlo 193.1 mm.

Průběh

Horní Labe

Na povodí Labe byly naměřeny vůbec nejvyšší srážky. V oblasti vodního díla Labská bouda během 6.-8.8. napadlo 302 mm. K rychlému zvýšení průtoku došlo v profilu Špindlerův Mlýn (53,1 km²) během rána dne 7.8. a ke kulminaci došlo v poledne stejného dne, která byla vyhodnocena na 148 m³s⁻¹. To odpovídalo 50-100leté vodě. Vzhledem k velkému přítoku do nádrže, byla rychle zaplněna a na odtoku z vodního díla byl naměřen ještě vyšší průtok 173 m³s⁻¹, který odpovídal 100leté vodě.

Orlice

Na Orlici spadlo od 4.8. do 8.8. přibližně 100-190 mm srážek. Průběh byl mírný. Maximální průtoky dosáhly úrovně 2leté vody. A 2.SPA byl překročen pouze na profilu v Týništi.

Jizera a Snědá

Jizeru zasáhla intenzivní srážka převážně v Horní části povodí. Srážkový úhrn se pohyboval mezi 100-250 mm. Vzhledem k rozložení srážek docházelo k prudkému vzestupu průtoků zejména na Horní Jizeře. Na profilu v Jablonci nad Nisou byl překročen vodní stav určený pro stav ohrožení o více než 220 cm. Kulminace se dostavila 7.8. večer na úrovni 20leté vody.

Snědá na profilu ve Frýdlantě kulminovala 7.8. odpoledne v hodnotách 10leté vody.

Závěr a škody

Na převážné většině profilů bylo dosaženo 3. SPA. Nejvíce srážek během 4.-7.8. zaznamenala stanice Labská bouda na horním Labi a to 386.5 mm. Škody na majetku nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2006b).

6.12 Povodeň na povodí Vltavy z 7.9.2007

Přes Čechy a Moravu se 5.9 přehnalo pásmo trvalých srážek, které způsobilo povodňovou situaci. Mezi nejvíce postižená povodí v jižních Čechách patřila Malše, Černá a Blanice. Na Blanici trvala povodeň 1,5 dne.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Podmínky před povodní byly příznivé. Průtoky se na většině povodí pohybovaly mezi 355 a 210 m-denní vodou, s výjimkou Nežárky a Lužice, kde byly průtoky ještě nižší a dosahovaly pouze hodnoty 364 m-denní vody. Ve dnech od 5.9. do 7.9. napadlo na území jižních Čech nejvíce srážek. Na území Novohradských napadlo až 140 mm.

Průběh

Na většině povodí začalo docházet k vzestupu hladin v ranních hodinách dne 6.9. Vzhledem k nízké intenzitě srážek byl vzestup hladin pozvolný a na většině povodí bylo dosaženo kulminace až 24 hodin po začátku vzestupu. Největších hodnot kulminací bylo dosaženo na Černé v Ličově, Malši v Pořešíně a Blanici v Blanickém Mlýně s dobou opakování 5 let.

Závěr a škody

Třetí stupeň povodňové aktivity byl vyhlášen jen na povodích, kde byla dosažena kulminace s dobou opakování 5 let. Na ostatních povodích bylo dosaženo jen 1. nebo 2. stupně. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2007a).

6.13 Povodeň na povodí Odry ze 7.9.2007

Během 5.9. začaly naše území ovlivňovat srážky, ty se rozléhaly po celém území Moravy a Čech s výjimkou severozápadní části republiky. Srážky přinesla tlaková níže pohybující se ze severozápadu směrem na Balkánský poloostrov. Na Odře přetrvávala povodňová situace 6 dní.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Již 5.9. v odpoledních hodinách byla Morava pod vlivem nepřetržitých srážek. Intenzita srážek se pohybovala okolo 5 mm/hod. Během noci však intenzita postupně rostla a 6.9. dosahovala hodnot 10-14 mm/hod. Srážky neustávaly a dále přšelo s proměnlivou intenzitou až do 7.9, kdy začaly pozvolna ustupovat.

Průběh

Bělá a Osoblaha

Tato povodí byla ovlivněna největším množstvím srážek, které napršely na návětrnou stranu Jeseníků. U obou povodí došlo k velmi rychlému vzestupu hladin již 6.9. a kulminace se u obou toků dostavila 7.9. V případě Bělé v Mikulovicích (222,6 km²) to bylo o půl noci s hodnotou 128 m³s⁻¹.

Na Osoblaze (200,2 km²) se kulminace objevila o dvě hodiny později s hodnotou 136 m³s⁻¹, což odpovídalo 50leté vodě.

Odra

Na Odře ve Svinově (1613,7 km²) došlo nejdříve k pomalejšímu vzestupu 6.9. o půl noci a následně dne 7.9. v ranních hodinách začala hladina stoupat rychleji. V poledne byl překročen stupeň ohrožení. Průtoky stouply o více než 100 m³s⁻¹ za 12 hodin a zastavily se na hodnotě 221 m³s⁻¹ při vodním stavu 425 cm. Jednalo se pouze o 2letou vodu.

Závěr a škody

Nejvýznamnější průběh se vyskytl na povodí Bělé a Osoblahy, kde byly výrazně překročeny stupně ohrožení. Dále bylo 3. SPA dosaženo na Opavě, Olši a Odře. U zbylých toků jako byla například Ostravice, Morava a Bečva bylo dosaženo jen 2. SPA nebo 1. SPA. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2007b).

6.14 Povodeň na povodí Vltavy z 1.3. 2008

Atmosférická situace na našem území byla ovlivněna několika frontálními systémy, první z nich se dostavil 29.2, další významnější následoval 1.3. Po něm nastoupil srážkově méně významný frontální systém dne 2.3. a poslední frontální systém, který opět přinesl vydatnější srážky se dostavil 3.3. K hlavním zasaženým povodím patřila Blanice, Vltava, Otava a Vydra. Na Otavě na profilu v Sušicích trvala povodeň pouhý den a půl.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Před povodní se průtoky pohybovaly na úrovni 90–180m-denní vody a měly spíše klesající tendenci. Hlavní příčinou povodně byly tudíž srážky padající od 29.2. do 2.3. Srážky byly posíleny orografickým efektem hřebenu Šumavy. Nejvíce se tento efekt projevil ve stanici Prášíly, kde byly naměřeny nejvyšší srážkové úhrny.

Průběh

Vltava a Otava

Vlivem srážek a tání sněhu došlo 1.3. k výrazným vzestupům hladiny u obou povodí. V horních částech toků se dostavily kulminace stejného dne.

Nejvíce zasažené bylo povodí Otavy, kde se na profilu v Rejštejnu (334 km²) vyskytla i nejvyšší kulminace 217 m³s⁻¹ s dobou opakování 20-50 let. Na profilu v Sušicích (533,7 km²) kulminace 248 m³s⁻¹ odpovídala 10-20leté vodě. Na nižších částech Otavy, na profilu v Katovicích a v Písku, bylo nejvýše dosaženo pouze 2. SPA.

Na Studené Vltavě byla situace nejvážnější na profilu v Černém Kříži (102,4 km²), kde kulminace 49 m³s⁻¹ odpovídala úrovni 20leté vody.

Závěr a škody

Během povodňové situace napršelo ve stanici v Prášilech 81,9 mm, což je nejvyšší zaznamenaný březnový úhrn od dob pozorování. 3. SPA bylo dosaženo na úsecích Otavy po Sušici, Vydře a Křemelné. Otava dokonce opět překročila 3.SPA při podružné povodňové vlně způsobené srážkami z 2. a 3.11. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2008).

6.15 Povodeň na povodí Malše z 13.5.2010

V květnu zasáhla povodňová událost oblast Novohradských hor a jižní Šumavu. Za srážkové úhrny byla zodpovědná brázda nízkého tlaku, která se udržovala nad Evropou. Intenzivní srážka se na našem území objevila 13.5. Na Malši na profilu Pořešín trvala povodeň zhruba 2 dny.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Průtoky se před povodní pohybovaly v podprůměrných hodnotách na úrovni 180m-denní vody. Před příchodem velmi intenzivních srážek na území Šumavy a Novohradských hor, které byly hlavní příčinou povodně, se zde vyskytla menší přeháňka. Srážky nabývaly nejvyšší intenzity 13.6. v 18 hodin, kdy ve stanici Ličov na Černé zaznamenal srážkoměr intenzitu přes 25 mm za hodinu.

Průběh

Spadlé srážky v horních částech povodí byly velmi intenzivní a tomu odpovídal i velmi rychlý růst průtoků na povodí Malše a Černé.

Černá

Vzhledem k vysoké intenzitě srážek spadlých v horní části povodí byl i nárůst průtoků velmi rychlý. Třináctého května bylo dosaženo stavu ohrožení, kdy během 2 hodin stoupla hladina o 1 metr. Kulminace 36,6 m³s⁻¹ se ve stanici Ličov (126,5 km²) dostavila 14.5 v 5:30 na úrovni 2leté vody.

Malše

Na Malši byl průběh obdobný, došlo k rychlému vzestupu hladin. Stupeň ohrožení byl překročen na profilu v Pořešíně (436,6 km²). Kulminace 78,4 m³s⁻¹ se opět vyskytla v ranních hodinách a šlo až o 5letou vodu.

Závěr a škody

Povodňová situace měla velmi rychlý nástup, ale také velmi rychlý pokles, vzhledem k tomu, že se hlavní srážkové úhrny vyskytly ve večerních hodinách dne 13.5 a další den už byla srážková intenzita velice malá. Největší extremita se vyskytla na horních částech toků, ve spodních částech byl pouze dosažen 1letý průtok. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2010a).

6.16 Povodeň na povodí Vltavy 3.6.2010

Přes Čechy a Moravu se mezi dny 2. a 3.6 přehnala intenzivní srážka, která byla způsobena tlakovou níží a sním spojeným frontálním systémem. Ten se pohyboval od Albánie a Srbska směrem na sever. Na Otavě v Písku trvala povodeň přibližně 4 dny.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Z hlediska srážek byl předchozí měsíc nadprůměrný i průtoky dosahovaly nadprůměrných hodnot, pohybovaly se kolem 90m-denní vody. Podmínky před povodní byly tudíž vcelku nepříznivé. Srážky ovlivněné tlakovou níží přišly na území Novohradských hor a Šumavy 2.6. I přes orografické zesílení srážek dosahovala intenzita pouhých 5 mm za hodinu. Na území Novohradských hor napadalo během 24 hodin až 50 mm srážek.

Průběh

I když intenzita deště nebyla příliš vysoká došlo k rychlému vzestupu vodních stavů. Nejméně příznivá byla situace na území řek, které odvodňují Šumavu, protože se zde srážky udržely déle.

Otava dosáhla nejvyšší kulminace 3.6. na profilu v Sušicích (533,7 km²) a to 139 m³s⁻¹ na úrovni 2leté vody. Ve stanici Rejštejn (334 km²) nabývala Otava kulminace 131 m³s⁻¹ a také šlo 2letou vodu.

Blanice kulminovala také 3.6. a ve stanici Podedvory (202,7 km²) byl naměřen průtok 56,6 m³s⁻¹ s dobou opakování 5 let.

Závěr a škody

3.SPA byl překročen jen na povodí Otavy a Blanice. Ostatní řeky měly mírnější průběh. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2010b).

6.17 Povodeň na povodí Labe z 3.6.2010

Počínaje druhým červnem se severovýchodní oblast Čech dostala pod vliv intenzivních srážek. Atmosférickou situaci ovlivnila tlaková níže, která měla střed nad východním Polskem a Ukrajinou. Mezi zasažené oblasti patřilo povodí Labe, Chrudimky, Orlice a Doubravy. Na Chrudimce přetrvávala povodeň 6 dní.

Hydrologické a meteorologické podmínky

V předešlém měsíci napršelo na území okolo 150 mm srážek, povodí byla z tohoto důvodu velmi nasycená. Zároveň i průtoky na se na většině povodí pohybovaly ve výši 30–60m-denní vody. Předchozí podmínky by se daly shrnout jako nepříznivé. Příčinná srážka se dostavila 2.6.

Průběh

Horní Labe

V oblasti vodního díla Labská bouda napadlo během jednoho dne až 85 mm srážek. Nejvíce na tyto srážky reagoval právě přítok do Labské přehrady, který překročil 1. SPA. V profilu Labská (61,28 km²) byl zaznamenán kulminační průtok 25,9 m³s⁻¹ s dobou opakování 1 roku.

Chrudimka

Na Chrudimce se výrazná povodňová vlna neprojevila, vzhledem k hospodaření s vodními díly.

Na přítoku Chrudimky (Novohradce) byla situace rozdílná. Na profilu Luže (152,45 km²) začal průtok velmi rychle stoupat již 2.6. a kulminace 45,8 m³s⁻¹ se dostavila dokonce stejného dne večer. Jednalo se o 20-50letou vodu.

Závěr a škody

Největší srážkový úhrn ze dne 2.6. zaznamenala stanice Labská Bouda a to 85,7 mm. Srážky v předchozím měsíci v některých případech překročily měsíční normál až o 248 %. Ve stanici Labská Bouda to bylo o 183 %. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2010c).

6.18 Povodeň na povodí Labe z 27.9.2010

Ke konci září zasáhla povodeň severovýchodní Čechy v povodí Labe, Orlice, Cidliny a Mrliny. Atmosférická situace byla ovlivněna tlakovou níží a s ní spojenou frontální vlnou, která putovala od Apeninského poloostrova přes Alpy až na naše území. Na Cidlině v profilu Nový Bydžov trvala povodeň 6 dní.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Průtoky před povodní odpovídaly ve většině případů dlouhodobým měsíčním průměrům. Pohybovaly se v rozmezí 300-120m-denní vody.

Nejintenzivnější srážky se vyskytly mezi dny 25. - 27.9. Nejdříve se objevilo nejvíce srážek na povodí Cidliny a Mrliny. Další den se srážky přesunuly na povodí Orlice a horního Labe a 27.9. se opět vrátily na povodí Cidliny a Mrliny.

Průběh

Horní Labe

Na profilu Labská bouda napadlo během 25. – 27.9 přes 100 mm srážek. Nejvíce byl těmito srážkami ovlivněn přítok do VD Labská, který dosáhl 1.SPA.

Orlice

Zde činil srážkový úhrn mezi 25. – 27.9 až 80 mm. Na Divoké Orlici nebyl překročen ani 1.SPA. Na Tiché Orlici byl překročen 1.SPA až 29.9. Největší N – letosti dosáhla Dědina v Cháborech (74,64 km²). Při kulminačním průtoku 16,8 m³s⁻¹, který odpovídal 2-5leté vodě.

Cidlina a Mrlina

Na těchto povodích činil srážkový úhrn 90 mm. Cidlina měla v horní části průběh pozvolnější, kde maximální průtoky dosáhly pouze úrovně 0,5 – 1leté vody. Ve střední části dosáhla svého maxima v profilu Nový Bydžov (455,92 km²) s kulminací 61,8 m³s⁻¹, která odpovídala 5-10leté vodě.

Na povodí Mrliny byl srážkový úhrn o něco větší. To se následně projevilo v závěrovém profilu Vestec (458,98 km²), kde byla zaznamenána největší doba opakování z celého území. Zároveň průběh ovlivnil i vějířovitý tvar povodí, kde se najednou setkala velké množství vody z povodí z menších přítoků. Kulminace 71,8 m³s⁻¹ se dostavila 29.9, jednalo se o 20-50letou vodu.

Závěr a škody

Třetího SPA bylo dosaženo na Labi v Brodě, na Cidlině a Mrlině. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2010d).

6.19 Povodeň na povodí Vltavy z 21.7.2011

Vydatné srážky se přehnaly přes celé území České republiky a způsobily povodeň. Nejvíce na tyto srážky zareagovaly toky v povodí Orlice, Jizery, Klabavy, Úslavy, Smědé, Lužické Nisy a Moravy v Raškově. Stav atmosféry byl ovlivněn tlakovou níží, která vznikla nad Alpami a dále se pohybovala směrem do Polska a poté směrem do Dánska. Na Úslavě v Koterově trvala povodeň 3 dny.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Povodni předcházely dvě srážkové události z 2.7. a 9.7. Z těchto důvodů byl červenec vyhodnocen jako srážkově nadnormální. Průměrný srážkový úhrn vyšel na 144 mm, což odpovídalo 164 % normálu.

Příčinná srážka se objevila 19.7. a pokračovala až do 21.7. První den zasáhly srážky převážně západní Čechy a během dalších dnů se postupně posouvaly směrem na východ. 22.7 už byl vliv srážek na naše území o poznání slabší, kdy se tlaková níže přesouvala z Polska dál na severozápad.

Průběh

Labe

V Krkonoších, Orlických a Jizerských horách byly naměřeny 1denní úhrny přesahující 75 mm. Dne 22.7. vzhledem k vydatnosti srážek začaly hladiny toků rychle stoupat. Největší vzestupy hladin za 24 hodin představovaly +200 cm na Orlici a +300 cm na Jizeře. Nejvyšší kulminace $90,8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ byla naměřena na Bělé v Častolovicích ($212,5 \text{ km}^2$) na úrovni 20-50leté vody. Na Dědině v Cháborech ($74,64 \text{ km}^2$) odpovídala kulminace $36,4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 10–20leté vodě. Divoká orlice v Záhoří ($45,5 \text{ km}^2$) dosahovala průtoku odpovídajícímu 5-10 vodě.

Vltava

V Oblasti Brd byly zaznamenány 1denní úhrny v rozmezí 45-75 mm. Na tyto srážky zareagovaly zde pramenící toky prudkým vzestupem hladiny. Největší zaznamenané vzestupy hladin na povodí Vltavy činily 150–200 cm. Na Klabavě

v Hrádku (158,12 km²) byla naměřena kulminace 28 m³s⁻¹ odpovídající 2-5leté vodě i na Úslavě v Koterově (733,25 km²) odpovídala kulminace 96,8 m³s⁻¹ 2-5leté vodě.

Morava

Zde měly srážky menší dopad s výjimkou Jeseníků, kde v horní části povodí Moravy v Raškově protékala 20-50letá voda.

Závěr a škody

Zajímavý fakt o této povodňové situaci je ten, že tlaková níže, která vznikla nad alpami a pohybovala se přes naše území směrem do Polska, následně změnila svůj směr k severozápadu a nepokračovala směrem na východ. Docházelo k retrográdnímu postupu. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2011a).

6.20 Povodeň na povodí Labe z 21.7.2011

Hlavním faktorem, který ovlivňoval atmosféru byla tlaková níže se středem nad severovýchodním Polskem. Přinesla na území severovýchodních Čech velmi intenzivní srážky počínaje 20. červencem. Dále se pohybovala přes Baltské moře k jižní Skandinávii. Přibližná doba trvání povodně na horním Labi v profilu Labská byla dva a čtvrt dne.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Před povodní se průtoky na většině tocích pohybovaly v rozmezí 330-210m-denní vody. Z hlediska dlouhodobého měsíčního průměru dosahovaly průtoky pouhých 40-60 % červencového normálu.

Hojné srážky se poprvé vyskytly 20.7. a pokračovaly do 22.7. Srážky dosahovaly největší intenzity 21.7., kdy padalo až 19 mm za hodinu ve stanici Luční bouda.

Průběh

Horní Labe

Ve stanici Labská Bouda byl naměřen třídenní úhrn přesahující 130 mm. Velký přísun vody měl za následek zvýšení hladiny přítoku do VD Labská téměř na hranici 1.SPA a z tohoto důvodu byl odtok z nádrže upraven mírně nad úroveň 1.SPA. Metuje v Hronově (248,6 km²) kulminovala 22.7. při průtoku 23,7 m³s⁻¹, který odpovídal 1-2leté vodě. Doba opakování 1-2 roky, nebyla překročena u dalších povodí.

Povodí Orlice

Na povodí Orlice se pohybovaly třídenní srážkové úhrny v hodnotách i nad 150 mm. Nejvíce zasažená byla povodí toků Bělé, Dědiny a Divoké Orlice, kde se vyskytly nejvýraznější vzestupy hladiny. Na Divoké Orlici v Orlickém Záhoří (45,5 km²) se vyskytla kulminace již 22.7. v 8:30 s průtokem 31.9 m³s⁻¹, který odpovídal 5-10leté vodě. Nejvyšší průtok 90.8 m³s⁻¹ s dobou opakování 20-50 let byl zaznamenán na Bělé v profilu Častolovice (213,5 km²).

Závěr a škody

Třetího SPA dosáhly toky jen v povodí Orlice a konkrétně se jednalo o Dědinu v Mitrově, Divokou Orlici v Orlickém Záhoří, Kněžnou v Rychnově a Orlici v Týništi. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2011b).

6.21 Povodeň na povodí Moravy z 14.5.2014

Přes Moravskoslezský a Olomoucký kraj se přehnaly vydatné srážky, které způsobily povodňovou situaci. Srážky byly spojeny s tlakovou níží, která vznikla nad Balkánským poloostrovem a dále se pohybovala směrem k severovýchodu. Povodňová situace na Odře ve Svinově trvala přibližně 4 a půl dne.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Nasycenost povodí před povodní byla poměrně nízká.

První srážky se vyskytly na území Moravskoslezského kraje již 13.5., napadalo jich však jen velmi málo (do 10 mm). Další den se začaly srážkové úhrny stupňovat a vrcholem se stal den 15.5., kdy místy spadlo i nad 100 mm srážek. Nejvyšší úhrn zaznamenala stanice Morávka a to 131 mm. Během 16.5. začaly srážky pomalu ustupovat a v ústupu pokračovaly i následujícího den.

Průběh

Povodí Odry

Nejprve byla zasaženo povodí Olše a následovaly povodí Odry a Opavy. Na Odře byly srážky nejintenzivnější během 15. a 16.5. a průměrně zde napadlo 40 mm/den. Odezva na srážky byla vcelku mírná, k čemuž napomohla nízká nasycenost povodí před povodní. Olše v Jablunkově (93,16 km²) kulminovala již 15.5 při průtoku 71,3 m³s⁻¹, který odpovídal 2-5leté vodě. Na Odře v Bohumíně (4663,7 km²) se dostavila kulminace 16.5. odpoledne, při průtoku 431 m³s⁻¹ na úrovni 1-2leté vody.

Povodí horní Moravy

Podobně jako na Odře zde nejvíce srážek spadlo během 15. a 16.5. Průměrně na povodích napadlo 5-40 mm, výjimečně dosahovaly denní úhrny 90 mm. Merta v Sobotíně (66,56 km²) kulminovala 16. května, její průtok 12 m³s⁻¹ odpovídal 2-5leté vodě.

Závěr a škody

Nejvýznamnější byla situace na Lučině v Horní Domaslivici, kde se vyskytla povodeň s dobou opakování 50 let a byl dosažen 3. SPA. Třetí SPA se také vyskytl na Olši v Českém Těšínu. Na ostatních tocích nebyl 3.SPA dosažen. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2014a).

6.22 Povodeň na povodí Vltavy z 23.10.2014

Srážky, které způsobily povodeň na povodí Vltavy, přinesla Hluboká tlaková níže pohybující se ze Skotska přes Dánsko směrem na Balkánský poloostrov. Nejvíce zasažena byla severozápadní část Šumavy. Na Otavě v Sušicích přetrvávala povodeň přibližně 2 dny.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Předchozí měsíc byl z hlediska průtoku na povodí Vltavy skoro ve všech stanicích nejvodnatějším měsícem roku. Průtok v povodí Otavy před povodní dosahoval 90m-denní vody, což byl dvojnásobek dlouhodobého říjnového průměru. Na Malší to byl dokonce trojnásobek průměru pro říjen, kde průtok dosahoval 30m-denní vody.

Nejvydatnější srážky přišly v noci 22.října. Jím předcházely srážky z 16. a 17. října (13,4 mm). A během 20. a 21. října napadlo dalších 5–15 mm srážek. Největší úhrny byly zaznamenány 22.října v Oblasti Otavy, kde napršelo 40-70 mm. Další den již srážky slábly a putovaly dále na jih.

Průběh

Otava a Malše

Rychlé vzestupy hladin se dostavily 23. října v ranních hodinách. První kulminovala Otava již okolo poledne a po ní kulminovala Malše v odpoledních hodinách. Kulminační průtok 164 m³s⁻¹ na Otavě v Sušicích (533,67 km²) odpovídal

2-5leté vodě. A průtok $52,6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ na Malši v Pořešíně ($436,55 \text{ km}^2$) dosahoval pouze úrovně 1-2leté vody.

Závěr a škody

V povodí Otavy po Sušici napadlo od 22. do 23. října pouhých 45 mm srážek, i přesto byl dosažen 3.SPA. Na vině by mohlo být nasycení povodí z předchozích srážek a také časové rozložení srážek, kdy 20 mm napadlo 23. října v noci. 3.SPA byl překročen také na Černé v Ličově. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2014b).

6.23 Povodeň na povodí Odry z 23.5.2019

Povodňovou situaci v Moravskoslezském a Zlínském kraji způsobil vliv tlakové níže, která vznikla nad jihozápadní Evropou a dále se pohybovala přes Středozemní moře, Itálii a Alpy směrem k severovýchodu až do střední Evropy. Na povodí Odry ve Svinově trvala povodeň přes 3 dny.

Hydrologické a meteorologické podmínky

Vodnatost před povodní na většině povodí odpovídala 160-180m-denní vodě, větší vodnatost se vyskytla pouze na Ostravici a Olši, kde průtoky odpovídaly až 30m-denní vodě. Z hlediska dlouhodobého průměru se průtoky pohybovaly 50-130 % normálu. Na Ostravici a Olši to bylo 135 až 285 % normálu.

První příčinné srážky se objevily již 19.5, kdy se jednalo jen o místní přehánky. Dne 20.5 se srážky už rozprostíraly přes celé území, ale také téhož dne ustaly. Další den se zase objevil déšť. Nejvíce srážek padalo na návětrné straně Krkonoš, Jeseníků a Beskyd (20-70 mm/24 hod.). Během 23.5. vliv tlakové níže na naše území slábl a srážky začaly pomalu ustupovat.

Průběh

Povodí Odry

Naměřené úhrny na několika srážkoměrných stanicích v Beskydech přesahovaly 100 mm během 72 hodin. Hladiny toků začaly stoupat 22. května. Nejvýrazněji vzestupy zaznamenala Olše, kde byl také dosažen 3. SPA. Olše ve stanici Těšín ($384,6 \text{ km}^2$) kulminovala 23.5. při průtoku $342 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ na úrovni 10-20leté vody. Odra dosáhla nejvyššího průtoku $439 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ve stanici Bohumín ($4663,7 \text{ km}^2$), kde se jednalo pouze o 1-2letou vodu.

Závěr a škody

Nejvíce srážek za celou epizodu bylo naměřeno ve stanici Nýdek-Filipka a to 177 mm. Kromě Olše byl dosažen 3.SPA na řece Jíčínce v Novém Jičíně. Škody nebyly uvedeny (ČHMÚ © 2019).

7 Výsledky

Tabulka 4 a 5 vyobrazuje veškerá získaná a dopočítaná data, na kterých byla provedena dvourozměrná analýza v podkapitolách 7.1, 7.2, 7.3.

Povodeň	Stanice	Povodí	Tok	Plocha povodí [Km ²]	Doba vstupu [hod]	Doba trvání povodně [hod]	Kulminační průtok [m ³ /sec]	Srážkový úhm [mm]	Průměrná intenzita [mm/den]	Celková srážka [mil m ³]	N letost	Specif. průtok [m ³ /s.km ²]
Povodeň na povodí Ohře z 8.5.1965	Louny	Ohře	Ohře	4979,8	108	240	210	50,9	6,4	253,47	1	0,042
	Trnec	Bílina	Bílina	923,2	60	216	64	66,3	8,3	61,21	10	0,069
	Č. Lípa	Ploučnice	Ploučnice	623,941	40	72	40	66,3	8,3	41,37	1	0,064
	Liberec	Lužická Nisa	Lužická Nisa	121,1			31	70,3	8,8	8,51	2	0,256
	Frýdlant	Smědá	Smědá	132,6	24	48	49	49,4	6,2	6,55	0,5	0,370
Povodeň na povodí Ohře z 29.6.1966	Liberec	Lužická Nisa	Lužická Nisa	121,1		132	25	46,7	5,2	5,66	1	0,206
	Frýdlant	Smědá	Smědá	132,6	29	120	48	51,9	5,8	6,88	0,5	0,362
	Štěchovice	Úhlava	Úhlava	897,3			132	110,1	22,0	98,79	18	0,147
Povodeň na povodí Berounky z 17.6.1979	Bílá Hora	Berounka	Berounka	4015,6	48	120	190	69	13,8	277,08	2	0,047
	Katovice	Otava	Otava	8283,8	24	120	259	138,6	27,7	1148,13	8	0,031
	Písek	Otava	Otava	2861,4	30	96	338	52,3	19,4	149,65	5	0,118
Povodeň na povodí Vltavy z 21.7.1980	Hluboká	Vltava	Vltava	3450,9			169	44,3	16,4	152,87	1	0,049
	Bechyně	Lužice	Lužice	4046,3			131	43,8	16,2	177,23	2	0,032
	Štěchovice	Úhlava	Úhlava	897,3			110	65,1	21,7	58,41	12	0,123
Povodeň na povodí Berounky 22.7.1980	Beroun	Berounka	Berounka	8283,8	36	120	528	46,1	15,4	381,88	5	0,064
	Koterov	Úslava	Úslava	754,3			168	62,9	21,0	47,45	33	0,223
	VD Klabava	Klabava	Klabava	329,3			124	65,8	21,9	21,67	74	0,377
	Štěchovice	Úhlava	Úhlava	897,3			217	151,1	45,8	135,58	50	0,242
Povodeň na povodí Berounky 19.7.1981	Beroun	Berounka	Berounka	8283,8	48	144	1075	123	37,3	1018,91	30	0,130
	Koterov	Úslava	Úslava	754,3			270	151,8	46,0	114,50	200-300	0,358
	VD Klabava	Klabava	Klabava	329,3			150	175,4	53,2	57,76	100	0,456
	Krčín	Metuje	Metuje	498,75			65,5	84,7	42,4	42,24	5	0,131
Povodeň na povodí Orlice 23.7.1998	O. Záhoří	D. Orlice	D. Orlice	45,02			62,4	110,8	55,4	4,99	20-50	1,386
	Kvasiny	Bělá	Bělá	54,05			129	203,6	101,8	11,00	>100	2,387
	Chábory	Dědina	Dědina	74,38			270	195,8	97,9	14,56	>100	3,630
	Lenora	Teplá Vltava	Teplá Vltava	176,1	20	72	17,7	82,4	11,8	14,51	0,5	0,101
Povodeň na povodí horní Vltavy z 15.9.1998	Modrava	Vydra	Vydra	89,8	16	48	80	181,7	26,0	16,32	10	0,891
	Sušice	Otava	Otava	533,7	14	54	158,8	111,6	15,9	59,56	5-10	0,298

Tabulka 4 Charakteristiky povodní, zdroj: ČHMÚ

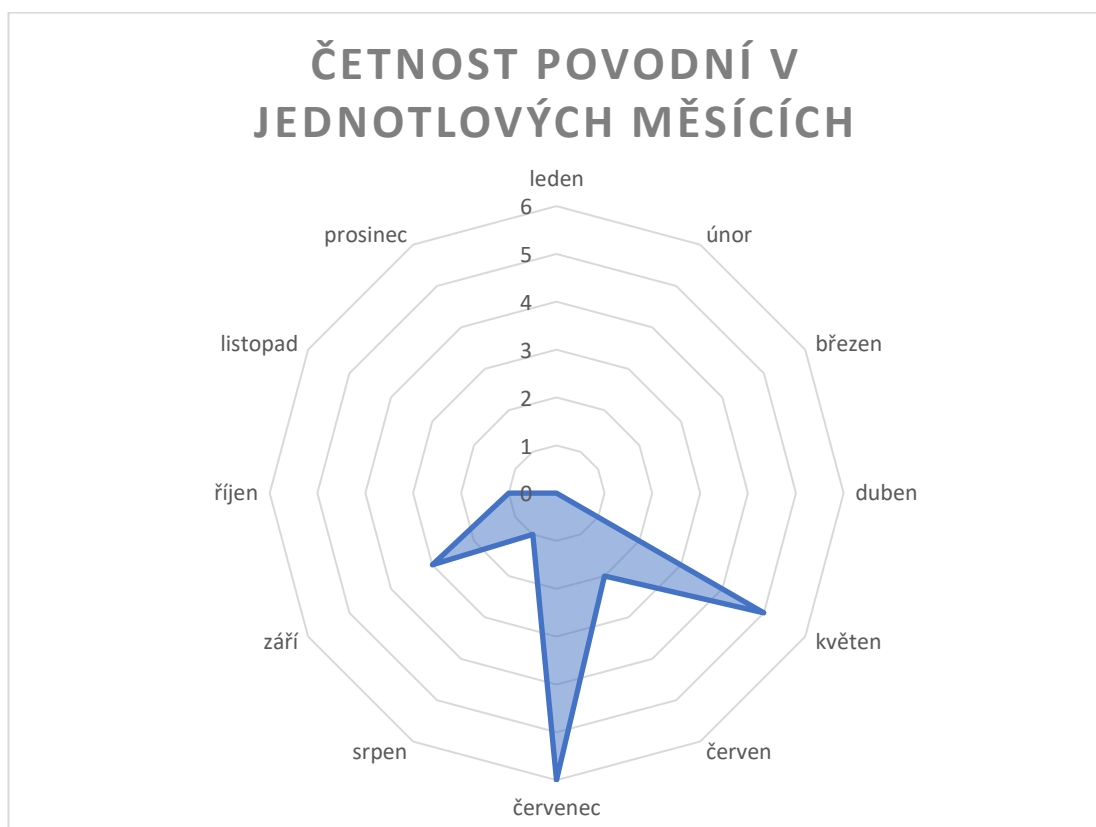
Povodeň	Stanice	Povodí	Tok	Plocha povodí [Km ²]	Doba vstupu [hod]	Doba trvání povodně [hod]	Kulminační průtok [m ³ /sec]	Srážkový úhm [mm]	Průměrná intenzita [mm/den]	Celková srážka [mil m ³]	N letost	Specif. průtok [m ³ /s.km ²]
Povodeň na povodí Berounky z 26.5.2006	Stříbro	Mže	Mže	1144	46	168	145	72	36,0	82,37	10-20	0,127
	Koterov	Úslava	Úslava	733,3	30	144	139	72	36,0	52,80	10	0,190
	Hrádek	Klabava	Klabava	158,12	7	48	108	75	37,5	11,86	50	0,683
	Liblín	Berounka	Berounka	6455,8	37	192	517	50	25,0	322,79	>5	0,080
Povodeň na povodí Labe ze 7.8.2006	Labská bouda	Horní Labe	Labe	61,28	24	72	173	386,5	96,625	23,68	100	2,823
	Klášteřec	Divoká Orlice	Orlice	153,7			88	120	30	18,44	1-2	0,573
	Jablonec nad J.	Jizera	Jizera	181,313	20	48	437	150	37,5	27,20	20	2,410
Povodeň na povodí Odry ze 7.9.2007	Svinov	Odra	Odra	1614,52	54	144	221		0	0,00	2	0,137
	Mikulovice	Bělá	Bělá	221,93	24	60	128	255	63,75	56,59	10	0,577
	Osoblaha	Osoblaha	Osoblaha	200,21	20	48	136,8	250	62,5	50,05	50	0,683
	Opava	Opava	Opava	929,69	25	96	266,6	101	25,25	93,90	20	0,287
Povodeň na povodí Maíše z 13.5.2010	Pořešín	Maíše	Maíše	436,55	8	36	78,4	72	36	31,43	2-5	0,180
	Ličov	Černá	Černá	126,45	12	36	36,6	97,4	48,7	12,32	2	0,289
Povodeň na povodí Labe z 3.6.2010	Labská bouda	Horní Labe	Labe	61,28			25,9	85,7	85,7	5,25	0,5-1	0,423
	Hamry	Chrudimka	Chrudimka	57,17			11,1	55,9	55,9	3,20	2-5	0,194
	Labská bouda	Horní Labe	Labe	61,28	48	120	21,3	140,5	28,1	8,61	0,5-1	0,348
Povodeň na povodí Labe z 27.9.2010	Chábory	Dědina	Dědina	74,38			16,8	90	18	6,69	2-5	0,226
	Nový Bydžov	Cidlina	Cidlina	455,92	72	156	61,8	86	17,2	39,21	5-10	0,136
	Vestec	Mrlina	Mrlina	458,98	61	156	71,8	93	18,6	42,69	20-50	0,156
	Labská bouda	Horní Labe	Labe	61,28	24	96	22,1	133,1	44,4	8,16	0,5-1	0,361
Povodeň na povodí Labe z 21.7.2011	Častolovice	Bělá	Bělá	213,5	26	96	90,8	126,2	42,1	26,94	5-10	0,425
	Orlické Záhoří	Divoká Orlice	Orlice	45,5	12	36	31,9	90	30,0	4,10	20-50	0,701
	Bohumín	Odra	Odra	4663,7	24	156	431	85	28,3	396,41	1-2	0,092
Povodeň na povodí Moravy 14.5.2014	Český Těšín	Olše	Olše	384,6	36	96	315	135	45	51,92	10	0,819
	Sušice	Otava	Otava	533,7	10	48	164	80	20	42,70	2-5	0,307
Povodeň na povodí Vltavy z 23.10.2014	Pořešín	Maíše	Maíše	436,55	9	72	52,6	65	16,25	28,38	1-2	0,120
	Ličov	Černá	Černá	126,46	16	48	33,9	65	16,25	8,22	2	0,268
	Český Těšín	Olše	Olše	384,6			342	120	30	46,15	10-20	0,889
Povodeň na povodí Odry z 23.5.2019	Bohumín	Odra	Odra	4663,7	36	120	439	60	15	279,82	1-2	0,094

Tabulka 5 Charakteristiky povodní, zdroj: ČHMÚ

Povodeň	Tok	Doba vzestupu [h]	Doba sestupu [h]	Doba trvání povodně [h]	Kulminační průtok [m ³ /sec]	Objem povodňové vlny z dat [mil m ³]	Objem povodňové vlny dopočítáno [mil m ³]	Chyba [mil m ³]
Povodeň na povodí Ohře z 8.5.1965	Bílina	60	156	216	64	11,254	24,8832	13,6292
	Ploučnice	40	32	72	40	3,852	5,184	1,332
	Smědá	24	24	48	49	2,364	4,2336	1,8696
Povodeň na povodí Ohře z 29.6.1966	Lužická Nisa	30	102	132	25	1,033	5,94	4,907
	Smědá	29	91	120	48	2,268	10,368	8,1
Povodeň na povodí Berounky z 17.6.1979	Berounka	48	72	120	190	31,884	41,04	9,156
	Otava	24	96	120	259	44,496	55,944	11,448
Povodeň na povodí Vltavy z 21.7.1980	Otava	30	66	96	338	36,432	58,4064	21,9744
Povodeň na povodí Berounky 22.7.1980	Berounka	36	84	120	528	75,917	114,048	38,131
Povodeň na povodí Berounky 19.7.1981	Berounka	48	96	144	1075	170,296	278,64	108,344

tabulka 6 Dopočítané hodnoty objemů povodňových vln, zdroj: ČHMÚ

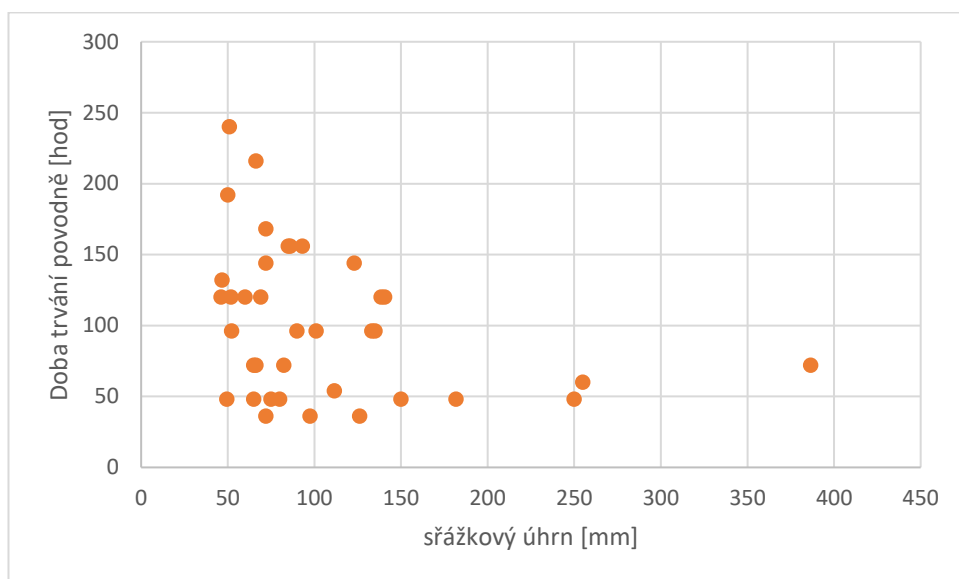
Jak si můžeme povšimnout z tabulky 6, výpočet objemů povodňových vln, pomocí zjednodušení objemu na plochu dvou trojúhelníků, je velmi nepřesný a ve všech případech nadhodnocuje skutečný objem povodňové vlny.



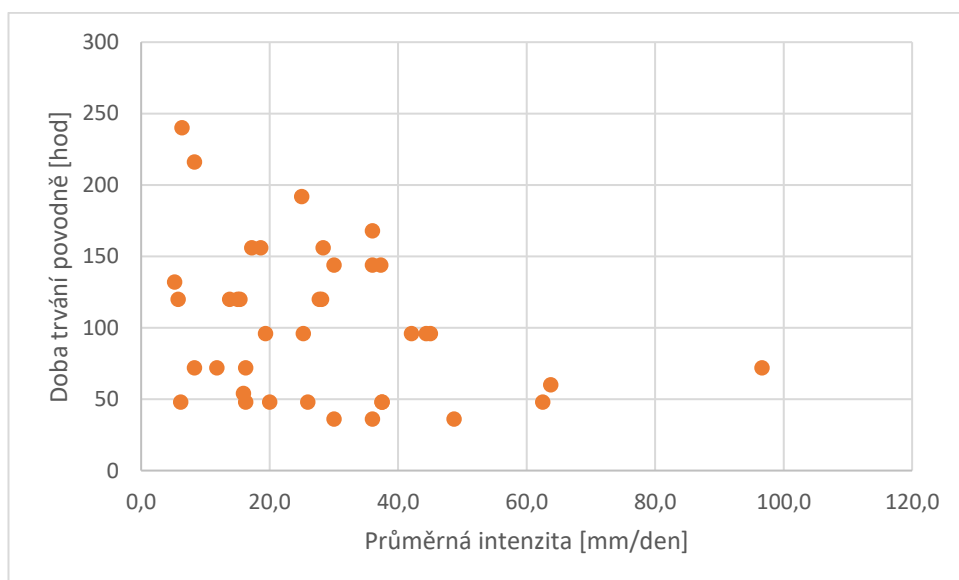
graf 1 Četnost povodní v jednotlivých měsících, zdroj: vlastní

Z grafu 1, který vyobrazuje četnosti výskytu povodní v jednotlivých měsících můžeme vypořizovat, že se regionální povodně vyskytovaly převážně v letních měsících. Z 18 analyzovaných povodní se 9 vyskytuje ve srážkově nejbohatších měsících červnu, červenci a srpnu. Nejvíce povodní se objevilo v červenci.

7.1 Vliv charakteristik na dobu trvání povodně

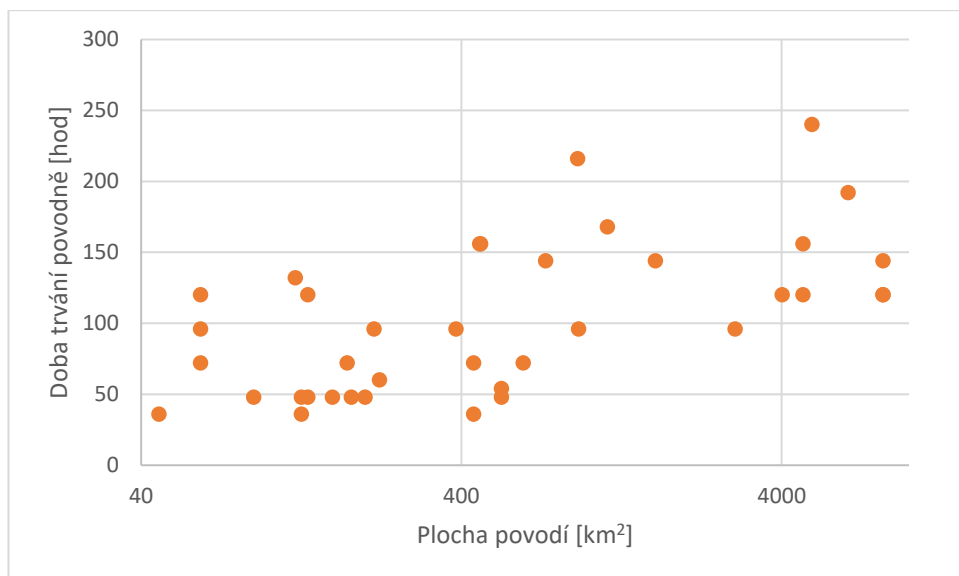


graf 2 Závislost doby trvání povodně na srážkovém úhrnu, zdroj: vlastní



graf 3 Závislost doby trvání povodně na průměrné intenzitě deště, zdroj: vlastní

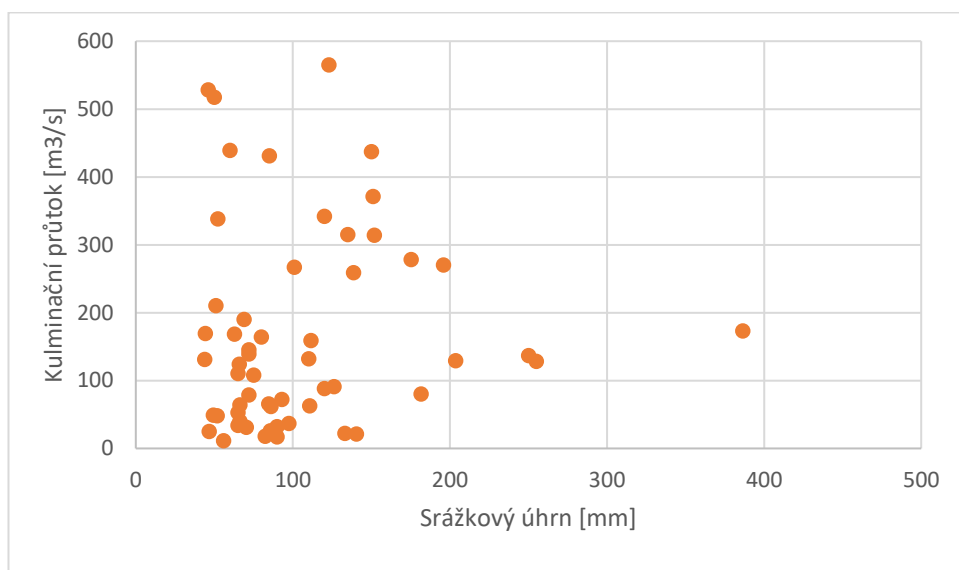
Z grafu 2 je patrné, že na povodích s nejvyššími srážkovými úhrny trvaly povodně kratší dobu. Podobné výsledky ukázal i graf 3, kde na povodích s dešti o velké intenzitě trvaly povodně kratší dobu. Srážky o největších intenzitách se vyskytovaly hlavně na menších povodích, kde vodě trvá kratší dobu, než doteče do uzávěrového profilu (nejnižší místo v povodí kam odtéká všechna voda).



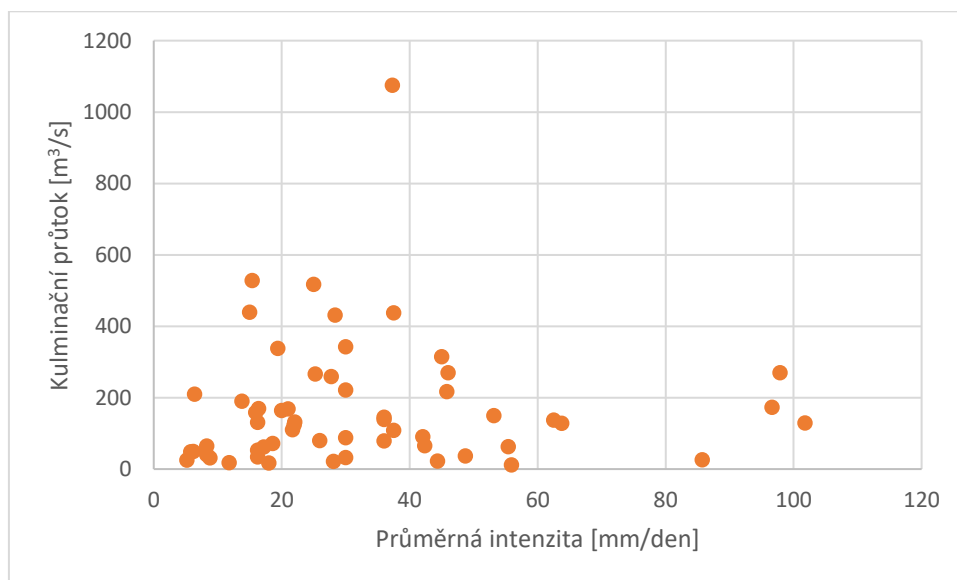
graf 4 Závislost doby trvání povodně na ploše povodí, zdroj: vlastní

Z grafu 4 je zřejmé, že na větších povodích trvalo jejich odeznění déle.

7.2 Vliv charakteristik na kulminační a specifické průtoky

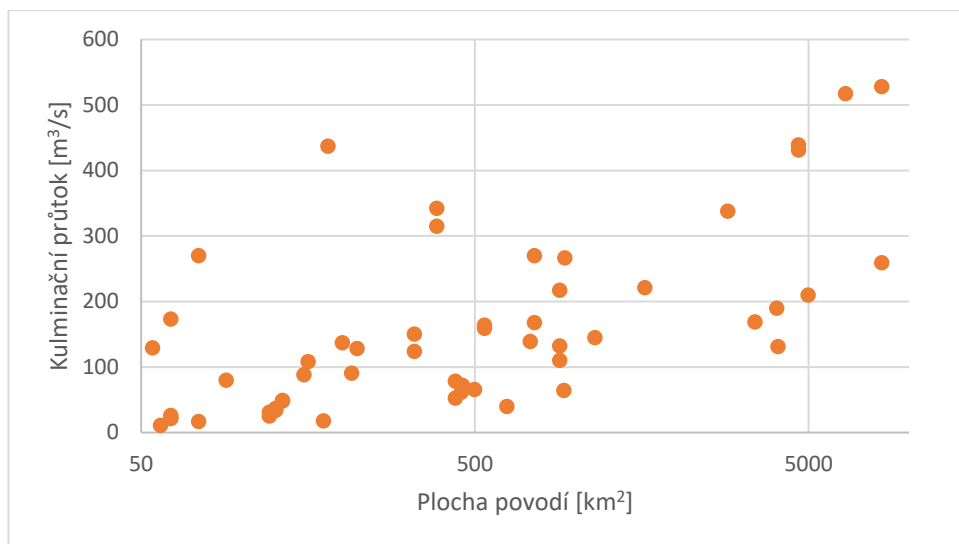


graf 5 Závislost kulminačního průtoku na srážkovém úhrnu, zdroj: vlastní

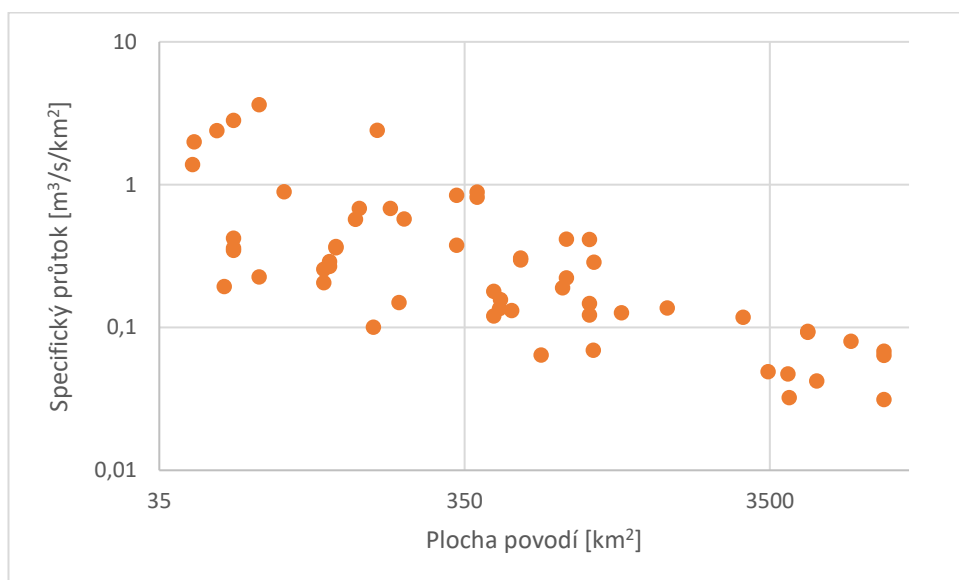


graf 6 Závislost kulminačního průtoku na průměrné intenzitě, zdroj: vlastní

Data z grafu 5,6 poukazují na fakt, že obecný vliv srážkových úhrnů a srážkové intenzity je na kulminační průtok malý. Důležité je na jak velké plochy srážka padá. Na velkých plochách mohou být relativně vysoké kulminační průtoky způsobeny poměrně malými srážkovými úhrny o nižší intenzitě (Berounka 1980,2006 nebo Odra) 2014,2019 v tabulce 4 a 5. A naopak vysoké srážkové úhrny o vysokých intenzitách mohou způsobovat relativně nízké průtoky na malých povodích (Bělá 1998, Labe 2006) v tabulce 4 a 5.

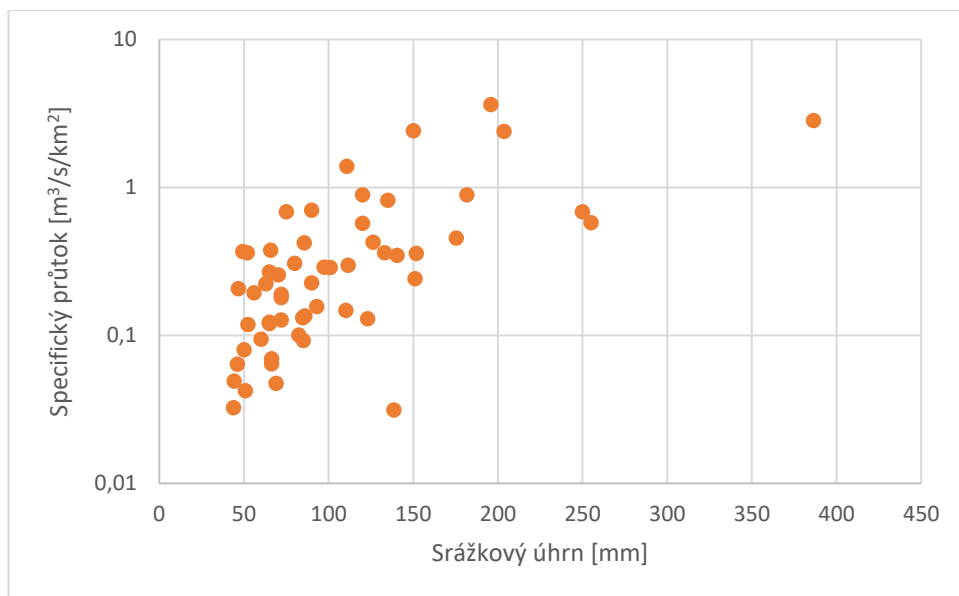


graf 7 Závislost kulminačního průtoku na ploše povodí, zdroj: vlastní

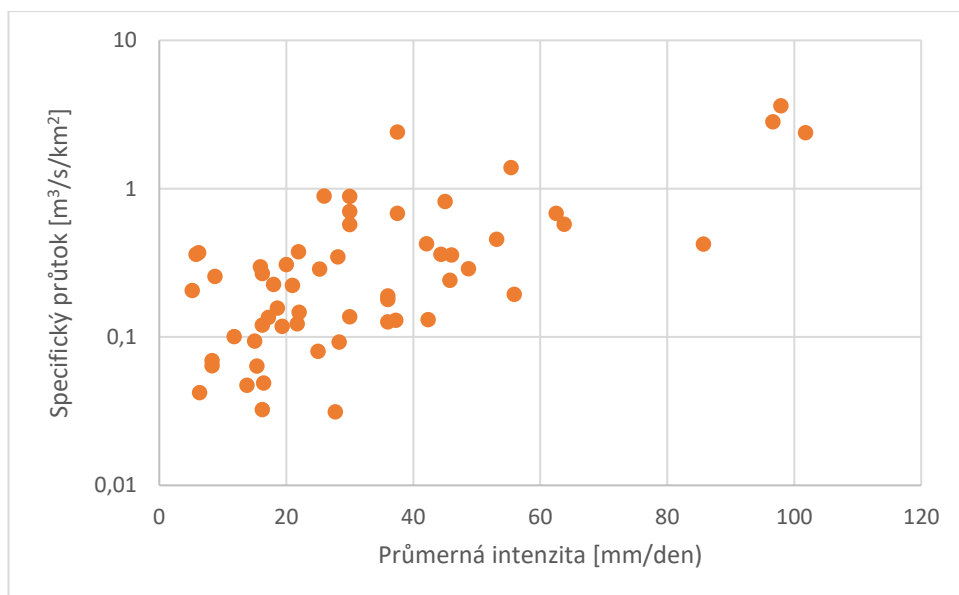


graf 8 Závislost Specifického průtoku na ploše povodí, zdroj: vlastní

Na grafu 7 a 8 můžeme pozorovat rozdílný vliv plochy na kulminační a specifické průtoky. Na větších povodích se vyskytují větší kulminační průtoky, ale zároveň menší specifické průtoky.



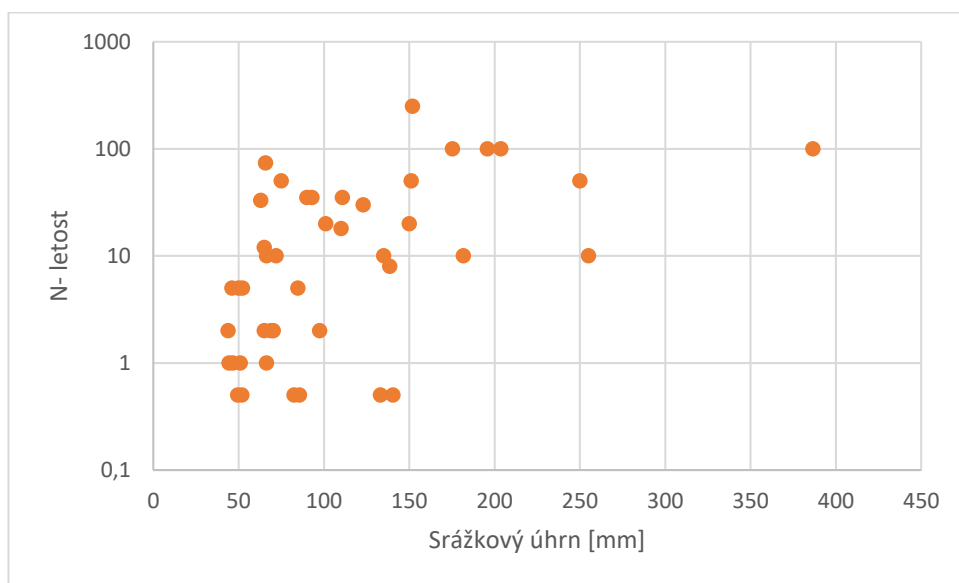
graf 9 Závislost specifického průtoku na srážkovém úhrnu, zdroj: vlastní



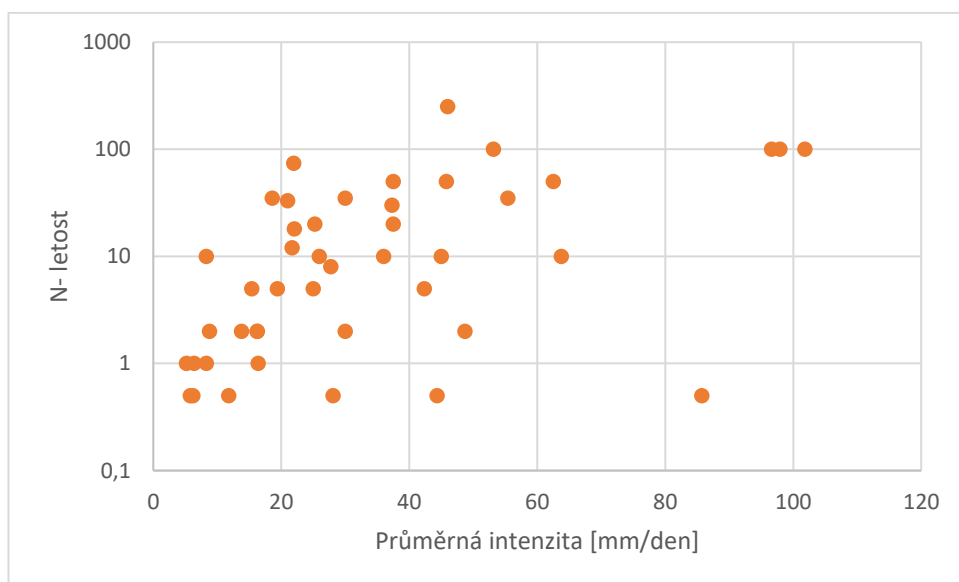
graf 10 Závislost specifického průtoku na srážkové intenzitě, zdroj: vlastní

V grafu 9 a 10 můžeme analyzovat vliv srážkového úhrnu a intenzity srážek na specifický průtok. Specifický průtok charakterizuje kulminační průtok vztažený k ploše povodí. Při vyšších srážkových úhrnech a intenzitách se objevovaly vyšší hodnoty specifických průtoků.

7.3 Vliv charakteristik na n-letost povodně

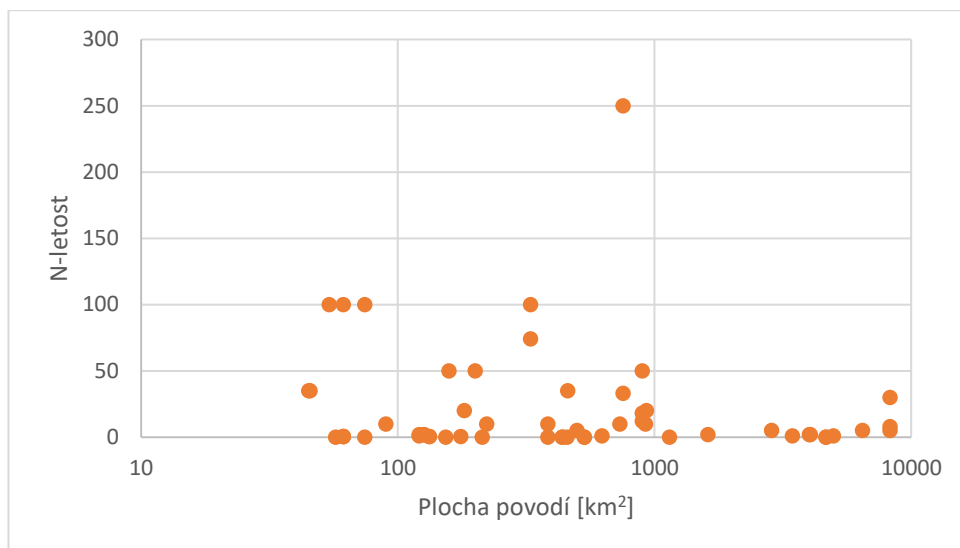


graf 11 Závislost n-letosti na srážkovém úhrnu, zdroj: vlastní



graf 12 Závislost n-letosti na průměrné intenzitě, zdroj: vlastní

Data z grafu 11 a 12 znázorňují vliv srážkového úhrnu a srážkové intenzity na N-letost povodní. S rostoucím srážkovým úhrnem a intenzitou docházelo k povodním vykazujícím vyšší hodnoty N-letostí. N-letý průtok vyjadřuje průtok, který je dosažen nebo překročen jednou za N-let.



graf 13 Závislost n -letosti na ploše povodí, zdroj: vlastní

Na grafu 13 si můžeme všimnout, že povodně s nejvyšší dobou opakování se vyskytly na menších povodích do 1000 km², a naopak na větších povodích se objevovaly méně extrémní povodně.

8 Diskuse a Závěr

Cílem práce byl popis konkrétních povodňových situací způsobených srážkami na území České republiky, jehož součástí bylo vytvoření souboru charakteristik vybraných povodní, na kterých byla provedena dvourozměrná analýza.

V literární rešerši byly popsány atmosférické srážky, které představují hlavní příčinu vzniku regionálních povodní, v další části jsou rozděleny povodně dle příčiny jejich vzniku, a důležitá část práce se věnovala faktorům, které povodně ovlivňují. Pochopení těchto faktorů bylo stěžejní pro vyhodnocení dvourozměrné analýzy. V poslední části rešerše byla popsána protipovodňová ochrana.

Následující část se věnovala rozboru konkrétních povodňových událostí. Ta mohla lépe na konkrétních případech přiblížit vliv přechozích podmínek a příčinné srážky na povodně. Pozornost mohla být věnována i rozdílným průběhům povodní v horních a dolních částech povodí (viz Povodeň na povodí Vltavy z 1.3.2008) a vlivům hospodaření s vodními díly (viz Povodeň na povodí Berounky z 17.6.1979).

Důležitým výstupem práce jsou tab. 4 a 5, pomocí kterých byl hodnocen vliv charakteristik na dobu trvání povodně, kulminační průtoky, specifické průtoky a n-letost povodně. V tab. 6 byly porovnány hodnoty dopočítaných objemů povodňových vln z dob vzestupů, sestupů a hodnot kulminačních průtoků. Tato metoda se jevila jako velmi nepřesná, zároveň vstupní data (doby vzestupů a sestupů) byla odhadnuta z hydrogramů, které se nacházely v jednotlivých zprávách na portálu ČHMÚ, to znamená, že i vstupní data podléhala chybě.

Výsledky dvourozměrné analýzy ukázaly, že největší vliv na dobu trvání povodně měla plocha povodí (graf 4), kdy na povodích o větších rozloze trvaly povodně déle. Na větších povodích trvá vodě déle, než doteče do uzávěrového profilu (nejnižší místo v povodí kam odtéká všechna voda). Kulminační průtoky dosahovaly na těchto povodích vyšších hodnot (graf 7), což bylo způsobené hlavně objemem vody, který spadne na povodí. Povodně na těchto povodích byly však méně extrémní (graf 13) a tvořily se na nich menší specifické průtoky (graf 8).

Naopak na malých povodích trvaly povodně kratší dobu (graf 4), jednou z příčin byla plocha povodí. Dále mohla být doba trvání ovlivněna průměrným sklonem povodí, kdy při větším sklonu dochází k rychlejšímu odtoku vody z povodí (Mu a kol. 2015). Náhylnost k vzniku povodní je také úzce provázaná s vlivem sklonu. Na to ve

své studii poukazovali Taghavi a kol. (2011). Zjistili, že na povodí o průměrném sklonu větším než 50 % se vyskytovalo 3,5x více povodní než na povodí s průměrným sklonem 20-30 %. Přitom měla povodí stejnou plochu. Reálný vliv sklonu na analyzovaná povodí však určit z použitých dat nelze, a můžeme jen polemizovat nad tím, jaký velký byl jeho skutečný vliv. Na malých povodích se také vyskytovaly nejintenzivnější srážky (Bělá 1998, Dědina 1998, Labe 2006), které byly spojeny s výskytem vyšších specifických průtoků (graf 10). Na těchto povodích se také vyskytovaly nejextrémnější povodně. Také se v analýze neukazuje vliv tvaru povodí a využití území. Využití území může mít větší vliv právě na malých povodích (Pilgrim 1982).

Jedním z omezení této práce byl zjednodušený přístup k analýze jednotlivých povodní, kde se ukázala plocha povodí jako jeden z hlavních faktorů, který ovlivňuje průběh povodně, je třeba brát v potaz, že plocha povodí sama o sobě nemá tak významný vliv, jako by mohlo vyplývat z analýzy. Zanedbány byly například vlivy průměrných sklonů povodí, využití ploch, tvaru povodí a hustoty říční sítě. Všechny tyto faktory ovlivňují průběh povodně.

Problematika povodní je v dnešní době velmi aktuálním tématem, obzvlášť ve spojení s globální změnou klimatu, která by mohla vést ke zvýšení intenzity a frekvence výskytu povodní. Proto je pochopení všech faktorů, které povodně ovlivňují, důležité pro předcházení a zmírňování jejich dopadů.

9 Zdroje

9.1 Literatura

Brázdil, R., Dobrovolný, P., Elleder, L., Kakos, V., Kotyza, O., Květoň, V., ... & Valášek, H., 2005. Historical and recent floods in the Czech Republic. Masaryk University, Czech Hydrometeorological Institute, Brno, Prague.

Čamrová, L., Jílková, J., 2006. Povodně v území: institucionální a ekonomické souvislosti. Eurolex Bohemia, s.184. ISBN: 80-7379-000-9

Čamrová L., Hromádka P., 2006. Lokální bleskové povodně v ČR – možnost řešení z pozice samosprávných obcí. In: Langhammer J. (ed.): Změny v krajině a povodňové riziko. PŘF UK, Praha, 2006. s. 251,

Čamrová, L., Jílková, J. Povodňové škody a nástroje k jejich snížení. Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku (IEEP) Fakulty národohospodářské, Vysoká škola ekonomická v Praze, 2006. s. 420. ISBN 80–86684–35–0

Čurda, J., Janský, B., Kocum, J., 2011. Vliv fyzickogeografických faktorů na extremity povodní v povodí Vydry. Geografie, 116(3), s. 19.

Demek, J., 1981: Nauka o krajině. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 234 s.

Du, J., a Chang-xing S., 2012. "Effects of climatic factors and human activities on runoff of the Weihe River in recent decades." Quaternary International 282 (2012): 58-65.

Blöschl, G., Hall, J., Viglione, A., Perdigão, R. A., Parajka, J., Merz, B., ... & Živković, N., 2019. Changing climate both increases and decreases European river floods. Nature, 573.7772, s. 108-111.

Herber, V., Suda, J., 1994. Cvičení z fyzické geografie I. Hydrologie. Plzeň: Fakulta pedagogická Západočeská Univerzita, s.93

Holý, M., 1994. Eroze a životní prostředí. České vysoké učení technické. Praha, s 383.

Houghton, John G., 2005. "Global warming." Reports on Progress in Physics 68: 1343–1403.

Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management, TU Wien, in Günter Blöschl, G., Hall, J., Viglione, A., Perdigão, R. A., Parajka, J., Merz, B., ... & Živković, N., 2019, Changing climate both increases and decreases European river floods. Nature, 573.7772, s. 108-111.

Kundzewicz, Z. W., Kanae, S., Seneviratne, S. I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P., ... & Sherstyukov, B., 2013. Flood risk and climate change: global and regional perspectives. Hydrological Sciences Journal, 59 (1), 1–28.

Kukal, Z., Pošmurný, K., 2005. Přírodní katastrofy a rizika. Planeta, 12: 1-52.

Leppäranta, Matti; Virta, Juhani; Huttula, Timo et al. Introduction to Hydrology. University of Helsinki, 2022, s 241. 978-951-51-8262-3

Mareš, K., 2004. Úpravy toků. In: Kender, J., Pošmurný, K., Kukal Z., Krajina v geologii-geologie v přírodě. s. 578.

- Matějček, J., Hladný, J., 1999, Povodňová katastrofa 20. století na území České republiky. Ministerstvo životního prostředí, s 60.
- Mu W, Yu F, Li C, Xie Y, Tian J, Liu J, 2015. Zhao N. Effects of Rainfall Intensity and Slope Gradient on Runoff and Soil Moisture Content on Different Growing Stages of Spring Maize. *Water*; 7(6):2990-3008.
- Pavelková, Ch., R., Frajer J., 2013. Základy Hydrologie. Univerzita Palackého v Olomouci. s. 133.
- Pilgrim, D. H. – Cordery, I. – Baron, B. C. 1982. Effects of catchment size on runoff relationships. *Journal of Hydrology*, 58, 3–4, s. 205–221.
- Ruda, A., 2014. Klimatologie a hydrogeografie pro učitele. Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity, s 257.
- Salas, Jose & Govindaraju, Rao & Anderson, Michael & Arabi, Mazdak & Francés, Félix & Suarez, Wilson & Lavado, Waldo & Green, Timothy, 2014. Introduction to Hydrology. 10.1007/978-1-62703-595-8_1.
- Sui, Jueyi & Koehler, Gero. 2001. Rain-on-snow induced floods in Southern Germany. *Journal of Hydrology*. 252. 10.1016/S0022-1694(01)00460-7.
- Taghavi-Jeloudar, Mohsen & Hasirchian, Mehraveh & Han, M & Taghavi, J & Pirzadeh, Simin. (2011). Basin characteristics impact on flood risk management: A case study of the Babol River in Iran.
- Vopravil, J., Khel, T., Vrabcová, T., Havelková, L., Procházková, E., Novotný, I., ... & Novák, P, 2010: Vliv činnosti člověka na krajinu českého venkova s důrazem na vodní režim a zadržování vody v krajině. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, 75 s.
- Viessman W., Lewis L. G., 1996, Introduction to Hydrology, s. 760
- Wang, X. P., Cui, Y., Pan, Y. X., Li, X. R., Yu, Z., & Young, M. H., 2008. Effects of rainfall characteristics on infiltration and redistribution patterns in revegetation-stabilized desert ecosystems. *Journal of Hydrology*, 358.1-2: 134-143.
- Wolman, M. G., 1983, pers. comm. In: O'CONNOR, Jim E., GRANT, Gordon E., COSTA, John E. 2002. The geology and geography of floods. Ancient floods, modern hazards: Principles and applications of paleoflood hydrology, 5: 359-385.
- Zhou, G., Cui, M., Wan, J., & Zhang, S. A review on snowmelt models: progress and prospect. *Sustainability*, 2021, 13.20: 11485.

9.2 Internetové zdroje

BEZPORT, Zvláštní povodeň, (online), dostupné z:

<<https://www.bezport.cz/rady-doporuceni/hrozby-vyskytujici-se-v-karlovarskem-kraji/zvlastni-povoden>>

ČHMÚ, ©1965. Technická zpráva z května 1965, Český hydrometeorologický ústav, (online), (cit. 2023.10.20), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/ul_1965_05.pdf>

ČHMÚ, ©1966. Technická zpráva z července 1966, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.10.20), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/ul_1966_07.pdf>

ČHMÚ, ©1978. O povodňové situaci ve dnech 8.-10.května1978, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.10.20), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/ul_1978_05.pdf>

ČHMÚ, ©1979. Zpráva o povodni z června 1979, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.10.25), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/PL/povodne/1979_06/hodnoceni.pdf>

ČHMÚ, ©1980a. Zpráva o povodni ze dnů 20. – 22.7.1980, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.10.25), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/cb_1980_07.pdf>

ČHMÚ, ©1980b. Zpráva o povodni z července 1980, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.11.07), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/PL/povodne/1980_07/hodnoceni.pdf>

ČHMÚ, ©1981. Zpráva o povodni z července 1981, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.11.07), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/PL/povodne/1981_07/hodnoceni.pdf>

ČHMÚ, ©1998a. Katastrofální povodeň v podhůří Orlických hor z července 1998, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.11.14), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/hk_1998_07.pdf>

ČHMÚ, ©1998b. Podzimní povodně na horní Vltavě a Otavě v roce 1998, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.11.14), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/cb_1998_10.pdf>

ČHMÚ, ©2006a. Zpráva o povodni květen-červen 2006, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.11.21), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/pl_2006_05.pdf>

ČHMÚ, ©2006b. Povodňová situace v oblasti severovýchodních Čech ze srpna 2006, (online), Český hydrometeorologický ústav (cit. 2023.11.21), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/hk_2006_08.pdf>

ČHMÚ, ©2007a. Zpráva o povodni ze září 2007, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.12.05), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/cb_2007_09.pdf>

ČHMÚ, ©2007b. Mimořádně Srážko-odtoková situace na Odře a horní Moravě počátkem září 2007, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.12.05), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/os_2007_09.pdf>

ČHMÚ, ©2008. Zpráva o povodni z března 2008, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.12.12), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/cb_2008_03.pdf>

ČHMÚ, ©2010a. Zpráva o povodni na Malši z května 2010, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.12.12), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/cb_2010_05.pdf>

ČHMÚ, ©2010b. Zpráva o povodni v povodí Vltavy po Orlicku z června 2010, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.12.19), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/cb_2010_06.pdf>

ČHMÚ, ©2010c. Povodňová situace v oblasti severovýchodních Čech z června 2010, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.12.19), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/hk_2010_06.pdf>

ČHMÚ, ©2010d. Povodňová situace v oblasti severovýchodních Čech ze září 2010, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.12.26), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/hk_2010_09.pdf>

ČHMÚ, ©2011a. Zpráva o povodni v červenci 2011, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2023.12.26), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/cr_2011_07.pdf>

ČHMÚ, ©2011b. Povodňová situace v oblasti severovýchodních Čech z července 2011, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2024.01.20), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/hk_2011_07.pdf>

ČHMÚ, ©2014a. Hydrometeorologická zpráva o povodňové situaci v Moravskoslezském a Olomouckém kraji ve dnech 14. - 18. 5. 2014, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit.

- 2024.01.20), dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/os_2014_05a.pdf
- ČHMÚ, ©2014b. Zpráva o povodni v povodí horní Vltavy z října 2014, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2024.02.20), dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/cb_2014_10.pdf
- ČHMÚ, ©2019. Hydrometeorologická zpráva o povodňové situaci v Moravskoslezském a Zlínském kraji - 21. - 24. května 2019, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit. 2024.02.20), dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/os_2019_05.pdf
- ČHMÚa, SIVS – kód IV. Dešťové srážky, Český hydrometeorologický ústav (online) (cit. 2024.03.20), dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/vystrahy/napoveda/dest.html>
- ČHMÚb. Průvodce informacemi Hlásné a předpovědní povodňové služby ČHMÚ. (online), (cit.2024.03.10), dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/verejnost_povodnova_ochrana.html.
- ČHMÚc, SIVS – Povodňové jevy, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit.2023.03.06) Dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/sivs/povodne.html>
- ČHMÚd, Rok 2022 v česku, Český hydrometeorologický ústav (online), (cit.2023.03.23) Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2023/Zprava_Rok_2022.pdf
- DOBRÁ. Stupně povodňové aktivity. Povodnovyportal. (online), (cit.2024.03.16) dostupné z: <https://www.povodnovyportal.cz/povodnovy-plan/dobra-134/stupne-povodnove-aktivity>.
- Jelínková I., 2014. Jak předcházet povodňovým škodám. Ekonomicko-správní fakulta, Brno: Masarykova univerzita, (online), (cit.2024.03.08), dostupné z: https://is.muni.cz/el/sci/podzim2014/Z0059/um/protipovodnova_opatreni-1_1.pdf?lang=en
- Langhammer J., 2009: Typologie povodní, extrémní povodně v Evropě a ČR. Katedra fyzické geografie a geoekologie, Praha: Univerzita Karlova, (online), (cit.2023.03.12) dostupné z: https://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/floods/prezentace/langhammer_1_uvod_historicke_extremni_povodne.pdf
- Macháč, J. a kol., 2018. Co jsou a jaké přínosy mají přírodě blízká protipovodňová opatření? (online), s. 2. Dostupné z: https://www.strima.sachsen.de/download/Priode_blika_opatreni_hodnoceni_Naturnahe_Massnahmen_oekonomische_bewertung_CZ.pdf.

Macháč, J. a kol., 2018. Klasifikace a hodnocení přírodě blízkých protipovodňových opatření na vybraných veřejných statcích životního prostředí. (online), s. 14. (cit.2024.03.16), dostupné z:

<https://www.ieep.cz/wp-content/uploads/2021/03/Studie_Machac_et_al_2018_CZ_metodika_ek_hodn.pdf>

Moreland J. A., 2001. Floods and floodplains. US Geological Survey, (online), (cit.2023.03.06) dostupné z:

<<http://pubs.usgs.gov/of/1993/ofr93-641/pdf/ofr93-641.pdf>>

MŽP, 2011. Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí k zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby (online), (cit.2024.03.16), dostupné z

<https://www.dppcr.cz/prilohy/pravo/Metodicky_pokyn_HPPS_2011.pdf>

NOAA National Centers for Environmental Information (2024). Annual 2023 Global Climate Report, (online), (cit.2024.03.17), dostupné z:

<<https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202313>>

PP-SOKOLOV. Povodňový plán města Sokolov, (online), dostupné z:

<https://bezpecne.sokolov.cz/files/c_5_-_SPA.pdf>

Redakce, Povodně v České republice. (online), roč. 2015, č. 4.(cit. 2024.03.16), dostupné z:

<<https://www.hzscr.cz/soubor/povodne-v-ceske-republice-pdf.aspx>>

Simon, O., Sucharda, M.,2004. Vliv hospodaření v krajině na průběh a účinek povodní: přehled problémů a doporučená opatření. Hnutí Duha, (cit.2023.03.06), dostupné z:

<http://hnutiduha.cz/sites/default/files/publikace/typo3/Povodne_a_krajina.pdf>

STRIMA II. charakteristika povodní, Saxon-Czech flood risk management. (cit.2023.09.10), dostupné z:

<https://www.strima.sachsen.de/download/Charakteristika_povodni_final.pdf>

STRIMA II. Co je to povodeň, Saxon-Czech flood risk management. (cit.2023.09.10), dostupné z:

<https://storm.fsv.cvut.cz/data/files/STRIMAI/STRIMA_II_k1_Co_je_to_povoden.pdf>

9.3 Legislativní zdroje

ČSN (1975): Názvosloví v hydrologii. Československá státní norma 73 6511. Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření, Praha, 154 s.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (vodní zákon), Česká republika.

9.4 Zdroje obrázků

Herber, (online) dostupné z:

<http://www.herber.webz.cz/www_slovakia/case_studies/povod-01.jpg?fbclid=IwAR0kLXbOBQGVXONtNOHsosPzxbd94-yCWzCm5pTDjMIB01GAAUPlzOsvE3o>

URL 1: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/PL/povodne/1979_06/foto05.gif>

URL 2: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/PL/povodne/1980_07/foto16.gif>

URL 3: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/PL/povodne/1981_07/foto42.gif>

10 Seznam grafů

graf 1 Četnost povodní v jednotlivých měsících, zdroj: vlastní	47
graf 2 Závislost doby trvání povodně na srážkovém úhrnu, zdroj: vlastní	48
graf 3 Závislost doby trvání povodně na průměrné intenzitě deště, zdroj: vlastní	48
graf 4 Závislost doby trvání povodně na ploše povodí, zdroj: vlastní	49
graf 5 Závislost kulminačního průtoku na srážkovém úhrnu, zdroj: vlastní	50
graf 6 Závislost kulminačního průtoku na průměrné intenzitě, zdroj: vlastní.....	50
graf 7 Závislost kulminačního průtoku na ploše povodí, zdroj: vlastní	51
graf 8 Závislost Specifického průtoku na ploše povodí, zdroj: vlastní	51
graf 9 Závislost specifického průtoku na srážkovém úhrnu, zdroj: vlastní	52
graf 10 Závislost specifického průtoku na srážkové intenzitě, zdroj: vlastní.....	52
graf 11 Závislost n-letosti na srážkovém úhrnu, zdroj: vlastní	53
graf 12 Závislost n-letosti na průměrné intenzitě, zdroj: vlastní	53
graf 13 Závislost n-letosti na ploše povodí, zdroj: vlastní.....	54

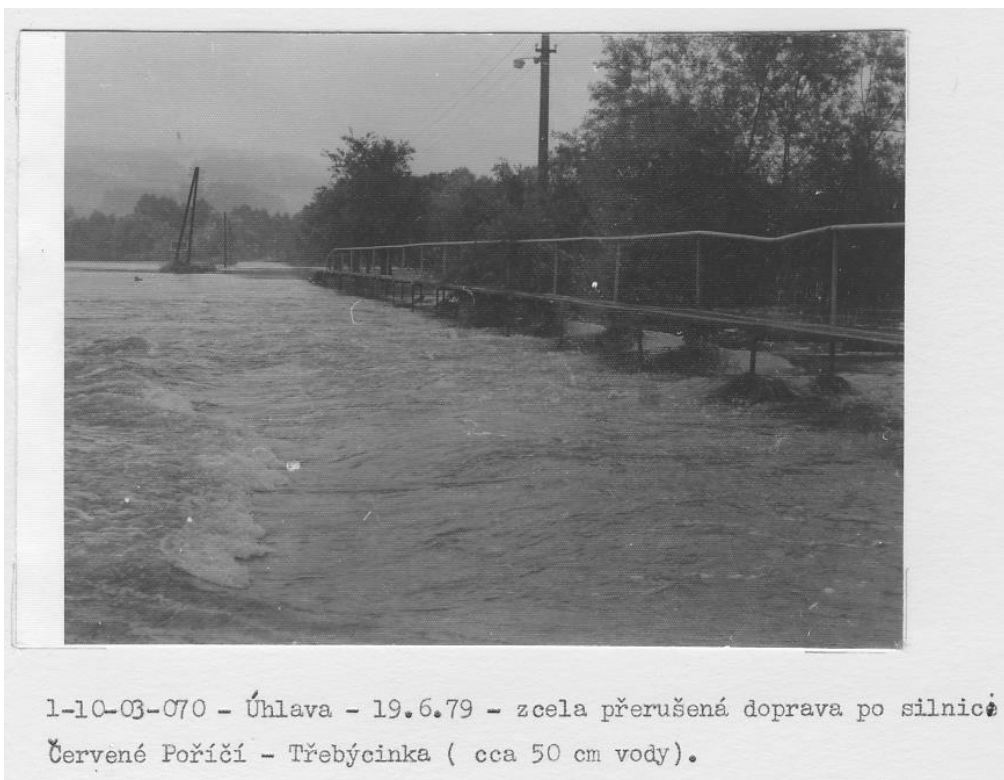
11 Seznam obrázků

Obrázek 1 Charakteristiky průtokové vlny, zdroj: Herber.	8
Obrázek 2 Vliv sklonu nivelety na průběh povodňové vlny, zdroj: STRIMA II	14
Obrázek 3 Vliv tvaru vějířovitého povodí na průběh povodňové vlny, zdroj: STRIMA II	15
Obrázek 4 Vliv tvaru protáhlého povodí na průběh povodňové vlny, zdroj: STRIMA II	15
Obrázek 5 Vliv povodí složeného tvaru na průběh povodňové vlny, zdroj: STRIMA II	15
Obrázek 6 Pozorované změny povodňových průtoků v Evropě, zdroj: Blöschl a kol. 2019 ...	17
Obrázek 7 Dělení protipovodňových opatření, zdroj: Jílková J., Čamrová L. 2006	18
Obrázek 8 Schéma pro výpočet povodňové vlny, zdroj : vlastní	21
Obrázek 9 Úhlava 1979, zdroj: URL 1	65
Obrázek 10 Úslava 1980, zdroj: URL 2.....	65
Obrázek 11 Klabava 1981, zdroj: URL 3.....	66

12 Seznam tabulek

Tabulka 1 Tvar povodí podle hodnoty součinitele tvaru povodí, zdroj: Herber a Suda 1994	14
Tabulka 2 Dosažené kulminace a n-letosti při povodni z roku 1965, zdroj: ČHMÚ © 1965...	22
Tabulka 3 Dosažené SPA při povodni z roku 1978, zdroj: ČHMÚ © 1978	25
Tabulka 4 Charakteristiky povodní, zdroj: ČHMÚ.....	46
Tabulka 5 Charakteristiky povodní, zdroj: ČHMÚ.....	46
tabulka 6 Dopočítané hodnoty objemů povodňových vln, zdroj: ČHMÚ.....	47

13 Přílohy



Obrázek 9 Úhlava 1979, zdroj: URL 1



Obrázek 10 Úslava 1980, zdroj: URL 2



1 - 11 - 01 - 038 - Klabava -21.7.81 - 14.30hod - asi
24 hod. po kulminaci Q_{100} - dosud zatopené okolí mlýna
v Nové Huti

Obrázek 11 Klabava 1981, zdroj: URL 3