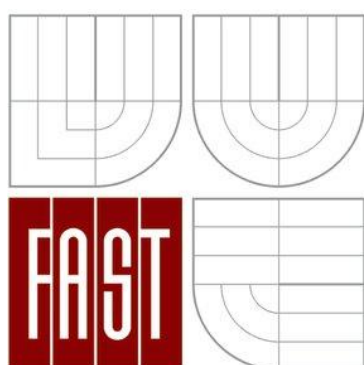




**FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO
HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER
MANAGEMENT

VYHODNOCENÍ POVODŇOVÝCH VLN V POVODÍ ŘEKY VELIČKY

EVALUATION OF FLOOD WAVES IN RIVER BASIN VELIČKA

BAKALAŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jan Barvík

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. MILOŠ STARÝ, Sc.

V BRNĚ 2015



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ**

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavy
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jan Barvík
Název	Vyhodnocení povodňových vln v povodí řeky Veličky
Vedoucí bakalářské práce	prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce	29. 5. 2015

V Brně 30. 11. 2014

.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Průběhy naměřených povodňových vln v měrných profilech situovaných v povodí řeky Veličky.

Průběhy vodních stavů a měrné křivky v příslušných měrných profilech. Hydrologické poměry ČR a Klimatický atlas ČR. Starý, M.: Hydrologie. Studijní opora pro kombinované studium. VUT FAST Brno, 2005.

Zásady pro vypracování

Práce bude obsahovat popis základních charakteristik řeky Veličky, popis klimatických a geografických činitelů ovlivňujících srážkoodtokový proces, popis vodních děl a další antropogenních prvků v povodí včetně využití pozemků. Dále budou chronologicky popsány povodně na Veličce v období systematických hydrologických pozorování v minulých letech na základě historických hydrologických pozorování vodních stavů a průtoků. Bude určena N-letost povodní a jejich sezonalita. Vybrané extrémní povodně budou podrobněji analyzovány (meteorologické příčiny včetně charakteristiky synoptické situace, průběh povodňové vlny apod.)

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

LICENČNÍ SMLOUVA
POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT
ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Jan Barvík

Bytem: nám. A. Bejdkové 1789/3 Ostrava

Narozen (datum a místo): 30. 06. 1988 Ostrava

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta stavební

se sídlem Veveří 331/95, Brno 60200

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA

(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
- ☐ diplomová práce
- ☐ bakalářská práce
- ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Vyhodnocení povodňových vln v povodí řeky Veličky

Vedoucí/ školitel VŠKP: prof. Ing. Miloš Starý, CSc.

Ústav: vodního hospodářství krajiny

Datum obhajoby VŠKP: 16. 06. 2015

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v*:

- ☐ tištěné formě – počet exemplářů
- ☐ elektronické formě – počet exemplářů

_____ * hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
 - (z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....
Nabyvatel

.....
Autor

ABSTRAKT

Práce obsahuje popis základních charakteristik řeky Veličky, popis klimatických a geografických činitelů ovlivňujících srážkoodtokový proces krajiny, popis vodních děl a dalších antropogenních prvků v povodí včetně využití pozemků. Dále jsou chronologicky popsány povodně na řece Veličce v období systematických hydrologických pozorování v minulých letech na základě historických pozorování vodních stavů a průtoků. Je určena N- letost povodní a jejich sezonalita. Vybrané extrémní povodně jsou podrobněji analyzovány (meteorologické příčiny včetně charakteristiky synoptické situace, průběh povodňové vlny apod.).

ABSTRACT

The bachelor thesis says about basic characteristics of the river Velička. It describes the climate and geographic factors affecting the rainfall- runoff process of the landscape, brings a description of the water works and other man-made constructions, including land use. The bachelor thesis chronologically describes the flooding on the Velička river. It also presents hydrological observations based on historical observations of water conditions and flow rates in recent years. The selected extreme floods are analyzed (including characteristics of synoptic meteorological causes of the situation, the progress of the flood waves etc.).

KLÍČOVÁ SLOVA

povodňová vlna, limnigraf, měrný profil, měrná křivka průtoků, hydrograf

KEYWORDS

flood wave, limnigraf, measuring profil, stage-discharge relation curve, hydrograph

BIBLIORAFICKÁ CITACE

Jan Barvík *Vyhodnocení povodňových vln v povodí řeky Veličky*. Brno, 2015. s., 69 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miloš Starý, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 29. 5. 2015

.....
podpis autora

Jan Barvík

PODĚKOVÁNÍ

V úvodu své práce bych rád poděkoval panu prof. Ing. Miloši Starému, CSc. za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a připomínky, které mi během práce poskytoval. Dále bych rád poděkoval Českému hydrometeorologickému ústavu v Brně a to jmenovitě panu Karlu Kovářovi a paní Ing. Evě Soukalové, CSc. za poskytnutí nezbytných dat.

Obsah

ÚVOD	12
CÍL	12
1 Charakteristika povodí řeky Veličky	13
1.1 Geografické a geologické poměry	15
1.2 Klimatické poměry	17
1.2.1 Tlak a proudění vzduchu	20
1.2.2 Teplota a sluneční svit	21
1.2.3.1 Satelitní měření	22
1.2.3.2 Radarová měření	23
1.2.3.3 Srážkoměry	23
1.2.3.4 MSS - manuální srážkoměrná stanice	23
1.2.3.5 AKS1 - automatizovaná klimatologická stanice typu 1	23
1.2.4 Výpar	25
1.3 Antropogeníí prvky a využití pozemků v okolí toku	26
2 Údaje o vodoměrných stanicích	27
2.1 Velká nad Veličkou	28
2.1.1 Popis stanice	29
2.1.2 Přístrojové vybavení stanice	29
2.1.3 Popis koryta a příčného profilu	29
2.1.4 Fotodokumentace	29
2.2 Strážnice	31
2.2.1 Popis stanice	32
2.2.2 Přístrojové vybavení stanice	32
2.2.3 Popis koryta a příčného profilu	32
2.2.4 Fotodokumentace Strážnice	32
2.2.5 Příčný profil	33
3 Převod vodních stavů na průtoky	34
3.1 MKP- Měrná křivka průtoků	34
4 Data z ČHMU	35
5 Sestavení hydrogramů	36
6 Tvar a rychlost povodňové vlny	37

6.1	Metody přímé	37
6.2.1	Metoda odpovídajících si průtoků	37
7.	Vybrané povodně	39
7.1	Povodeň vzniklá táním sněhové pokrývky.....	39
7.2	Povodeň vzniklá srážkami v horní části povodí.....	42
7.3	Povodeň vzniklá rovnoměrnými srážkami v celém povodí	44
8	Grafické rozdělení povodní.....	46
9	Závěr	48
10	Použitá literatura	49
10.1	Elektronické zdroje	49

ÚVOD

Předmětem bakalářské práce je zkoumání povodňových vln na řece Veličce a vytvoření průběhu povodňových vln v profilu Velká nad Veličkou v letech 1956-1991.

Práce je rozčleněna do dvou okruhů, které se věnují jak teoretickým poznatkům, které přinášejí obecné informace o povodí řeky Veličky, tak praktickým, jejichž náplní je zjištění vztahů mezi jednotlivými vodoměrnými profily.

První oblast teoretická se skládá ze dvou kapitol. Úvodní je věnována charakteristice povodí řeky Veličky a její dělení na geografické a klimatické poměry. Druhá kapitola popisuje a uvádí informace o vodoměrných a srážkoměrech stanicích v povodí řeky.

Největší pozornost bakalářské práce je věnována praktické části, která je rozdělena do třech okruhů. První má za úkol převod vodních stavů hladiny na průtoky pomocí MKP. Následuje část, ve které jsou vytvořeny hydrogramy pro jednotlivé povodně mezi roky 1994- 2014, pro jejichž vytvoření byla použita data z Českého hydrometeorologického ústavu v Brně. Třetí, poslední část, se zabývá dobou dotoku povodňových vln za využití metody odpovídajících si průtoků.

CÍL

Cílem bakalářské práce je vyhodnocení průběhu povodňových vln na základě hydrologických měření vodních stavů na řece Veličce, vzniklých za extrémních dešťů v měrných profilech Velká nad Veličkou a Strážnice. Doplnění chybějících povodňových vln v měrném profilu Velká nad Veličkou a odvození vztahů mezi měrnými profily.

1 Charakteristika povodí řeky Veličky

Téměř třetina toku řeky Veličky protéká přes CHKO Bílé Karpaty. Z vodohospodářského hlediska se jedná o vodu pstruhovou a lipanovou. Najdeme zde téměř sto spádových objektů (přírodních, dřevěných, kamenných, betonových stupňů, balvanitých skluzů, stabilizačních prahů a objektů z drátokamenných konstrukcí), které jsou z větší poloviny ve špatném stavu. Řeku kříží téměř padesát mostních konstrukcí (pěší lávky, silniční a železniční mosty) z nichž některé nemají dostatečné vzedmutí. V období povodní zahlcené a přetékané mosty zhoršují povodňovou situaci, čímž dochází ke zvětšení záplavového území.

Povodí řeky Veličky můžeme zařadit do II. odtokové oblasti (málo vodná).

Veličku lze rozdělit do tří úseků. Konkrétně na horní, střední a dolní část. V horním úseku od pramene po obec Vápenky je řeka šterkonosná a má charakter bystřinný. Klíčovou složkou ovlivňující srážko-odtokový režim vody je přítomnost lesů a luk, které pozitivně působí na transformaci povodňových vln, tím že je rozloží do delšího časového úseku. V této části dochází k vyběžování vod už při Q_1 .

Střední část má vlastnosti říčky a to mezi obcemi Vápenky a Javorník. V této části se vyskytuje větší počet spádových stupňů znesnadňující migraci živočichů. Od pramene po obec Javorník je řeka převážně ponechána v neupraveném stavu. Ve zbylé části toku byla řeka v minulosti téměř celá zrevitalizována.

V dolním úseku od obce Javorník převládá snaha o umělé udržení vody v korytě a zamezení přirozenému rozlivu (např. napřimování seků, ohrazování břehů). V některých místech byl proveden těžký zásah do přirozeného tvaru řeky. U těchto úseků byl přirozený ráz řeky změněn na tvar kanálu. Díky těmto opatřením nemůže v této části toku dojít ke zpomalení a zploštění povodňové vlny.



Obr. 1 Horní tok



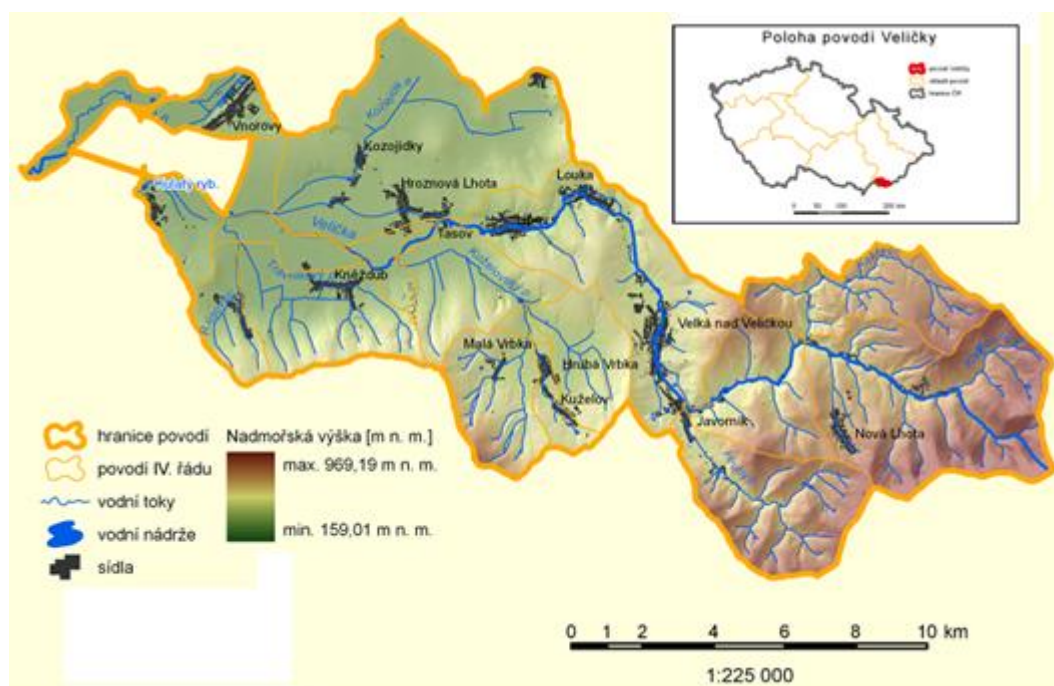
Obr. 2 Střední tok



Obr. 3 Dolní tok

1.1 Geografické a geologické poměry

Řeka Velička se nachází v České republice na území jižní Moravy. Je povodím III. řádu s celkovou plochou 187,3 km². Oblast okolo pramene se nachází ve Zlínském kraji, zbytek povodí náleží kraji Jihomoravskému. Celková délka toku činí 40, 2 km. Pramen se nachází pod nejvyšším vrcholem Bílých Karpat na západním svahu Velké Javořiny v nadmořské výšce cca 920 m. n. m. Pramení ve dvou místech, jejichž soutok se nachází před vesnicí Vápenky. Je levostranným přítokem řeky Moravy, do níž se vlévá na katastrálním území města Strážnice a to v nadmořské výšce 166 m. n. m. Řeka Velička má číslo hydrologického pořadí 4-13-02-035 a spadá do úmoří Černého moře. Nejvýznamnějšími přítoky jsou Kazivec, Kozojídka, Hrubý potok, Trávníkový potok a Kuželovský potok. Řeka Velička protéká městy a obcemi (po směru toku): Vápenky, Javorník, Velká nad Veličkou, Louka, Lipov, Tasov, Hroznová Lhota a Strážnice. (Vlček, 1984)

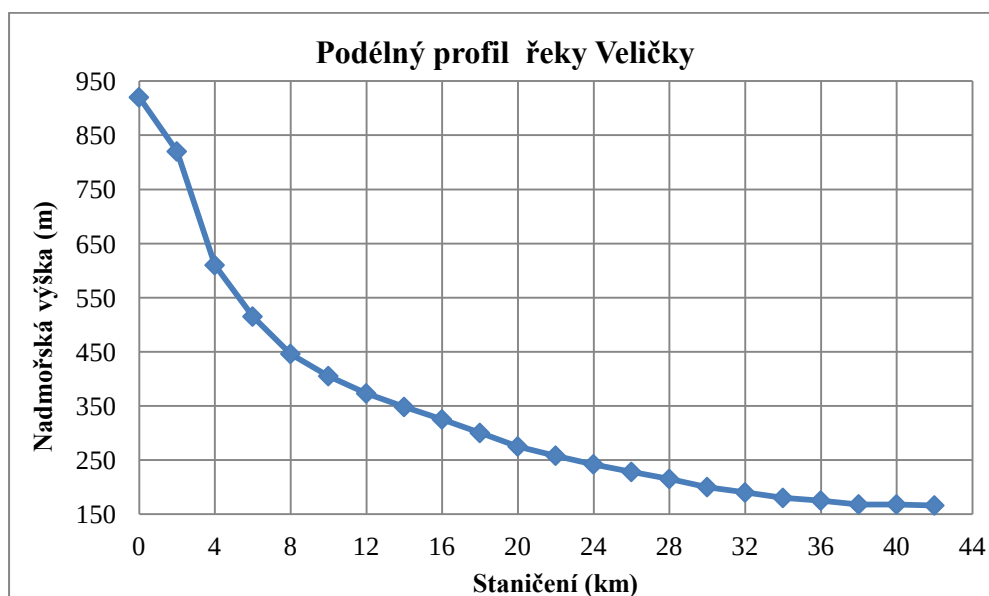


Obr. 4 Povodí řeky Veličky

V horní a střední části toku se vyskytují flyšové horniny (směs mořských sedimentů tvořená hrubozrnnými pískovci a jemnozrnnými jíly). Flyšové horniny obecně mají malou propustnost, proto jsou srážky spadlé na tomto území rychle

odvedeny. Častým jevem u těchto hornin je puklinová propustnost, která pozitivně ovlivňuje hydrologické poměry podzemní vody v povodí. V oblastech s velkým sklonem svahu dochází k častým sesuvům. Dolní část toku je tvořena malasovými sedimenty (štěrky, písky, mořské, sladkovodní a braktické jíly). V této oblasti se podzemní voda často pohybuje velmi pomalu a dochází místně i k její stagnaci. V místě soutoku s řekou Moravou se nachází třetí oblast tvořená především písčitými štěrky a povodňovou hlínou. Jsou zde pozitivní podmínky pro jímání, jelikož je zde dostatek měkké vody s volnou hladinou. (Chlupač 2002)

Průměrná hodnota odtoku z povodí q_a je 5, 6 l/ s km².



Obr. 5 Podélný profil řeky Veličky

1.2 Klimatické poměry

Environmentální politika se v poslední době zabývá změnami klimatu a jejich dopady. V minulosti vždy docházelo k postupným změnám klimatu, ale činnost člověka změnila přirozený trend. Data z posledních desetiletí ukazují rychlejší trend změn klimatu, než tomu bylo v minulosti.

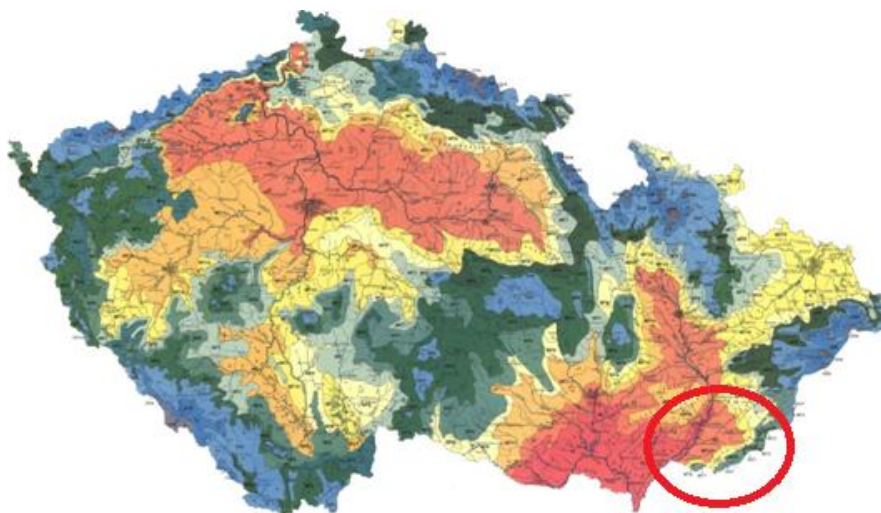
Díky poloze evropského kontinentu, můžeme pozorovat výrazné regionální proměnlivosti klimatu. Evropský kontinent je ovlivněn Severoatlantským prouděním, kontinentálním vlivem Asie a ve středomoří klima ovlivňují horké a suché africké větry. Vlivem změn klimatu dochází k postupnému zvyšování průměrných teplot, kdy nad pevninou se teplota zvyšuje rychleji než nad hladinou oceánů. Výhledově se budou teploty v Evropě zvyšovat a jejich nárůst bude pravděpodobně probíhat rychleji, než na kterémkoliv jiném kontinentu. V České republice se v letech 1961-2000 průměrně zvyšovala teplota o 0,03 °C/rok. Vědci odhadují, že do roku 2030 na našem území vzroste průměrná teplota o 0,3 - 0,6 °C.

Je předpoklad, že ve střeně Evropy nedojde k výraznému poklesu celkového úhrnu srážek. Mělo by dojít ke snížení letních srážkových úhrnů, zatímco v zimním období se očekává nárůst srážek. Bude docházet k prodlužování období mezi jednotlivými dešti, které budou mít větší intenzitu. Díky těmto postupným změnám je pravděpodobné, že dojde ke zvyšování výparu, úbytku vláhového indexu, změnám srážko-odtokového režimu, výskytu extrémních srážek a sucha. V současnosti na našem území roste potřeba předpovědi těchto extrémních projevů.

Povodně jsou nejčastější přírodní katastrofou, jež se na území České republiky vyskytují, a mají na svědomí ztráty na lidských životech a velké škody na majetku. V posledních dvou dekádách Českou republiku zasáhlo hned několik ničivých povodní. Konkrétně v červenci roku 1997 povodí Odry a Moravy, východní Čechy v červenci roku 1998, povodí Vltavy a Labe v srpnu roku 2002 a na přelomu března a dubna v roce 2006 postihly většinu našeho území. V letech 2000, 2003 a 2012 se naopak na území ČR objevilo sucho. V roce 2003 byl zaznamenán zvýšený počet tropických dní, ale i holomrazů.

V roce 1971 Evžen Quitt vytvořil mapu klimatických oblastí Československa. Povodí řeky Veličky, i přes relativně malou rozlohu, můžeme dle

této mapy, rozdělit do sedmi kategorií. Chladná oblast CH 7 se nachází v okolí pramene. Teplé oblasti T 2 a T 4 se nacházejí převážně v dolní části toku okolo města Strážnice a u soutoku s Moravou. Zbytek povodí řadíme do mírně teplých oblastí MT5, MT7, MT9 a MT10.



Obr. 6 Klimatické poměry ČR (Quitt, 1971)

- T 2 - Dlouhé léto, teplé a suché, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem, krátkou, mírně teplou, suchou až velmi suchou zimou, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.*
- T 4 - Velmi dlouhé léto, velmi teplé a velmi suché, přechodné období je velmi krátké, s teplým jarem a podzimem, zima je krátká, mírně teplá a suchá až velmi suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.*
- MT5 - Normální až krátké léto, mírně až mírně chladné, suché až mírně suché, přechodné období normální až dlouhé, s mírným jarem a mírným podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně chladná, suchá až mírně.*
- MT7 - Léto normálně dlouhé, mírné, mírně suché, přechodné období je krátké, s mírným jarem a mírně teplým podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně teplá, suchá až mírně.*
- MT9 - Dlouhé léto, teplé, suché až mírně suché, přechodné období je krátké s mírným jarem a mírně teplým podzimem, krátká zima, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky.*

MT10- Dlouhé léto, teplé a mírně suché, krátké přechodné období s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, krátká zima mírně teplá a velmi suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

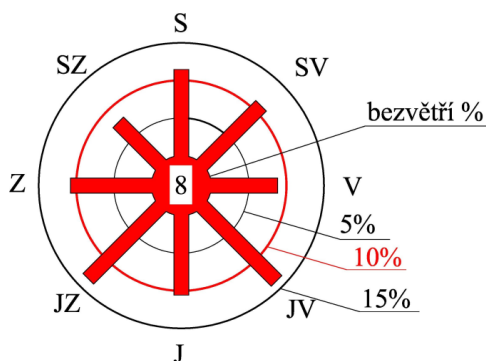
CH7 - Velmi krátké až krátké léto, mírně chladné a vlhké, přechodné období je dlouhé, mírně chladné jaro a mírný podzim, zima je dlouhá, mírná, mírně vlhká s dlouhou sněhovou pokrývkou. (Quitt, 1971)

Klimatické poměry ovlivňují srážko-odtokový proces krajiny. Mezi ty nejvýznamnější řadíme tlak a proudění vzduchu, teplotu, sluneční svit, srážky a výpar.

1.2.1 Tlak a proudění vzduchu

Tlak vzduchu lze chápat jako sloupec vzduchu, jež tlačí na plochu a mění se v závislosti na nadmořské výšce. Největší hodnoty jsou u mořské hladiny a se vzrůstající nadmořskou výškou jeho hodnota klesá. Normální hodnota atmosférického tlaku u hladiny moře je 101, 325 kPa. Tato hodnota není stálá, jelikož dochází ke změnám v závislosti na teplotě, gravitačním zrychlení a hustotě atmosféry. Díky tomu jeho hodnota osciluje v určitém intervalu. Pro jeho měření se využívá barometr (torr, Pa).

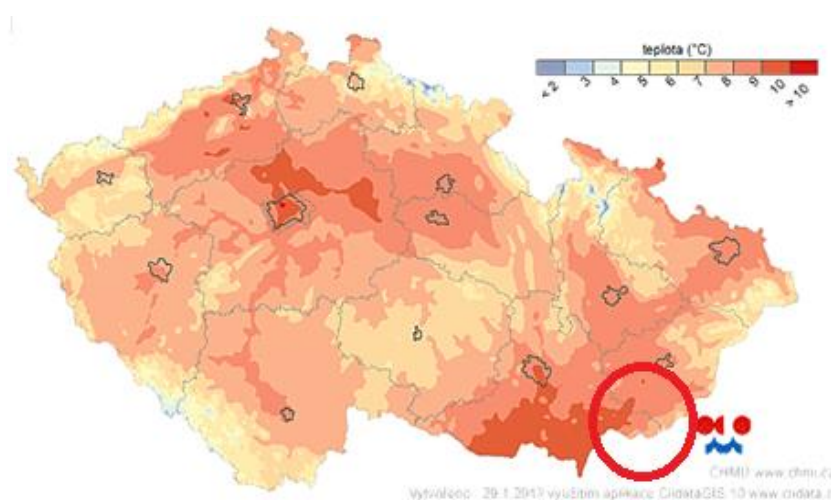
S tlakem je úzce spojeno proudění vzduchu, které vzniká nerovnoměrným rozložením tlaků. Vítr proudí z oblastí s vysokým tlakem do oblastí s nižším, čímž dochází k vyrovnání tlakových rozdílů. Díky větrům dochází k transferu vody v zemské atmosféře. Důležitým faktorem ovlivňující pohyb vzduchu je reliéf krajiny, rotace planety a odstředivá síla. Rychlost větru je v průběhu roku rozdílná. Nejmenších rychlostí průměrně vítr dosahuje v létě, nejrychlejší je pak v zimním období. Pro měření rychlosti větru využíváme například anemometru (m/ s).



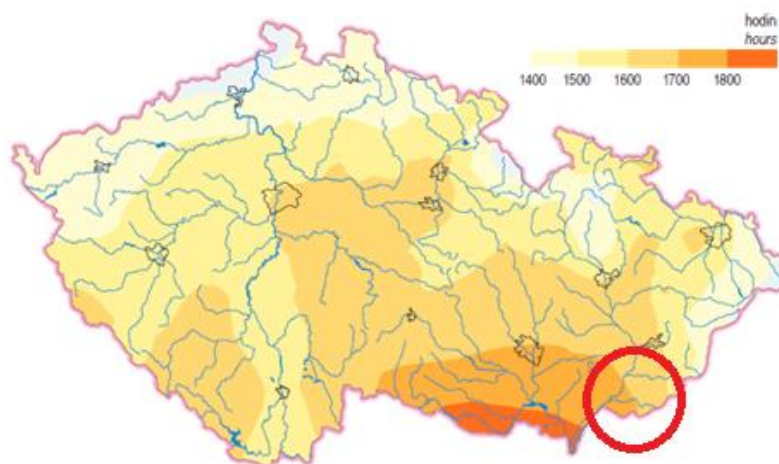
Obr. 7 Průměrný směr větru v letech 1961-2000 ve Strážnici

1.2.2 Teplota a sluneční svit

Teplota a sluneční svit mají vliv na srážko- odtokový proces. Se vzrůstající nadmořskou výškou teplota klesá (v případě zimních inverzní dochází k opačnému jevu, kdy na horách je vyšší teplota než v údolí). V pražském Klementinu se měří teploty od roku 1775. Nejvyšší naměřená teplota byla v roce 1983 a to 40, 2 °C. Nejnižší teplota byla naměřena na Šumavě v roce 1985 a to -33 °C. V současné době slouží pro měření teploty a slunečního svitu přes 300 automatizovaných stanic s digitálním záznamem. Sluneční svit měříme pomocí radiometrů nebo elektrických slunoměrů a teplo pomocí teploměru. V povodí řeky Veličky byla v letech 1961-2000 průměrná roční teplota 6- 10 °C v závislosti na nadmořské výšce.



Obr. 8 Průměrný roční teplota vzduch mezi roky 1961 až 2000



Obr. 9 Průměrný roční počet hodiny slunečního svitu v hodinách mezi roky 1961 až 2000

1.2.3 Srážky

Významnějším faktorem ovlivňujícím tvorbu srážek je ochlazování stoupajícího teplého vzduchu, při němž dochází k zvýšení nasycenosti ovzduší vodními parami. Postupně dochází k vytvoření malých kapek vody, které tvoří základ pro srážky, oblaka, mlhu či sněhové srážky. K ochlazení vzduch dochází například při kontaktu se studenými předměty (vznik přízemních mrazíků, rosy či mlhy).

Na území České republiky nepřitéká žádný významný tok ze zahraničí. Proto mají atmosférické srážky pro naše území zásadní význam. Množství, časové a prostorové rozložení je rozhodující. Česká republika je považována za tzv. *střechu Evropy*, jelikož toky, které opouští naše území, mají tři úmoří a to konkrétně v Černém moři, Baltském moři a Severním moři.

Ve vegetačním období (duben – září) mají srážky zpravidla větší intenzitu a kratší dobu trvání. Mimo vegetační období (říjen – březen) se srážky vyskytují s menší intenzitou a delší dobou trvání. Velikost sněhové pokrývky a způsob jejího tání má velký vliv na odtok v jarních měsících. Nejsušší měsíce jsou leden a únor a měsíc s největšími srážkovými úhrny je zpravidla červen. Výkyvy srážek mají za následek sucha a povodně.

V České republice se v současnosti využívají pro měření srážek tři způsoby (satelitní, radarové a pomocí srážkoměrů). Abychom docílili přesnějšího měření srážek, volíme kombinaci těchto metod a to z toho důvodu, že každá metoda je zatížena určitými chybami.

1.2.3.1 Satelitní měření

Satelitní snímky se přímo nepoužívají pro měření srážek. Slouží nám spíše jako ukázka aktuálního stavu oblačnosti v zájmovém území. V České republice využíváme data od dvou společností METEOSAT a NOAA. METEOSAT jsou geostacionární družice, které jsou umístěny poblíž nultého poledníku a zůstávají na stejném místě. Zaznamenávají data v třiceti minutových intervalech. NOAA jsou polární družice. Snímají 4x za 24 hod. oblast o šířce cca 3 000 km.

1.2.3.2 Radarová měření

Radary fungují na principu odrazu vysílaného signálu od překážek, kdy část signálu se vrací zpět k vyhodnocení. V současné době se na území České republiky vyskytují dvě radarové stanice v Brdech u Prahy a Skalce u Boskovic. Tyto stanice pokrývají celé naše území. Dosah radarů pro určení intenzit atmosférických srážek je okolo 200 km a bouřkové fronty zachytí do vzdálenosti 300 km.

1.2.3.3 Srážkoměry

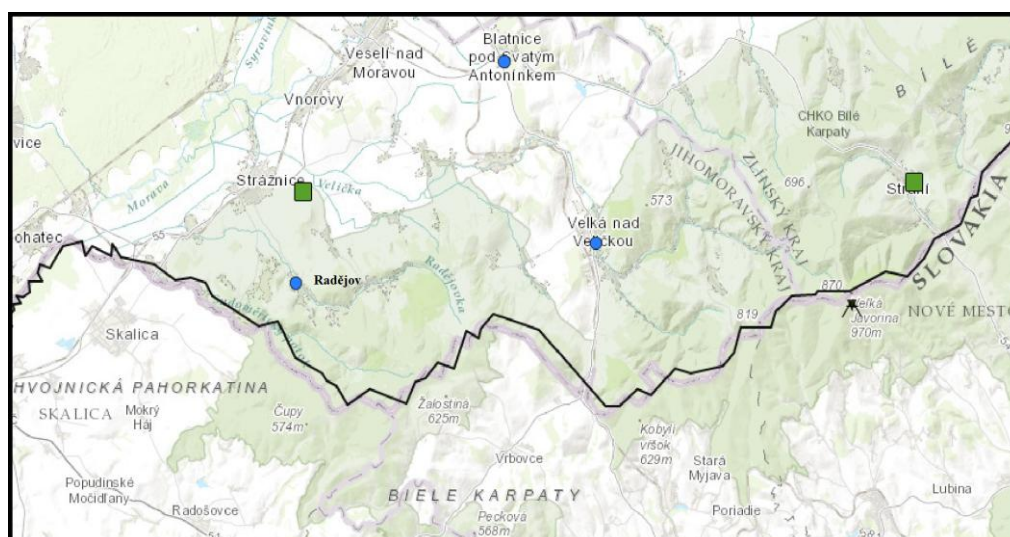
V současné době je na území České republiky okolo 350 srážkoměrů, jejichž data se každý den zasílají na ČHMU ke zpracování. Srážky jsou zaznamenávány nejčastěji pomocí ombrografů, ombrometrů, totalizátorů nebo impulsních srážkoměrů. V povodí řeky Veličky se nachází pět srážkoměrných stanic. V obcích Radějov, Blatnice a Velké nad Veličkou jsou stanice typu MSS. V městě Strážnice a obci Strání jsou stanice typu AKS1.

1.2.3.4 MSS - manuální srážkoměrná stanice

Měření v tomto typu stanice se provádí každý den v 7: 00 (SEČ). Pracovník odečítá celkovou výšku srážek i denní přírůstek sněhové pokrývky, zaznamenává její vodní hodnotu a denní úhrn srážek. Tyto hodnoty jsou zaznamenány do měsíčního výkazu, který se zasílá na ČHMU.

1.2.3.5 AKS1 - automatizovaná klimatologická stanice typu 1

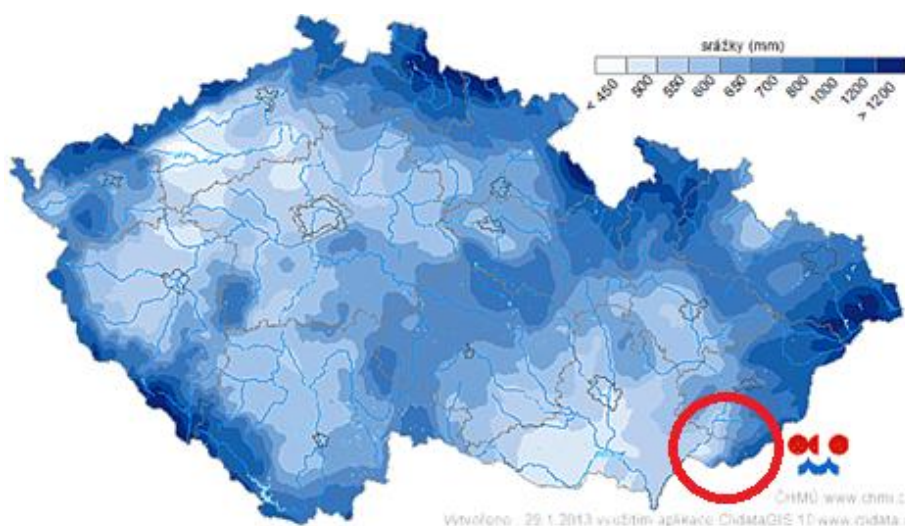
Rozdíl oproti MSS je ve způsobu zaznamenávání dat a jejich intervalů. Automatické stanice provádějí měření za pomoci čidel v desetiminutových intervalech. Tyto data jsou přenášena datovým přenosem do ČHMU. Obsluha stanice pak dodává doplňující informace (např. množství slunečního svitu a oblačnosti, celkovou výšku i denní přírůstek sněhové pokrývky, stav půdy, apod.).



Legenda: ■ typ stanice AKS1 ● typ stanice MSS

Obr. 10 Mapa srážkoměrných stanic

V povodí řeky Veličky se nachází jedna z nejsušších oblastí a to okolo města Strážnice. V průměru zde v letech 1961- 2000 spadlo jen 450 mm srážek.



Obr. 11 Průměrný roční úhrn srážek v mm mezi roky 1961- 2000

1.2.4 Výpar

Výpar je velmi složitý proces, který ovlivňuje mnoho faktorů, jako jsou např. vegetace, proudění a vlhkost vzduchu, tvar a velikost zájmového území či barva. Rozeznáváme tři druhy výparu.

Výpar z rostlin je charakterizován tím, že rostliny přijímají vodu skrz kořenový systém a následně jí uvolňují přes póry do ovzduší. Výpar z půdy je ovlivněn mnoha faktory, jako jsou druh a barva zeminy, sklon svahu, rostlinný překryv, vliv nadmořské výšky. Lyzometrem zjišťujeme hmotnostní úbytek vlhkosti. Výpar z volné hladiny ovlivňuje především vodní plochy, jako jsou jezera, rybníky, přehrady, atd. Pro měření výparu se nejčastěji používají bazénové a plovákové výparoměry. Množství vypařené vody je závislé na nadmořské výšce a teplotě.

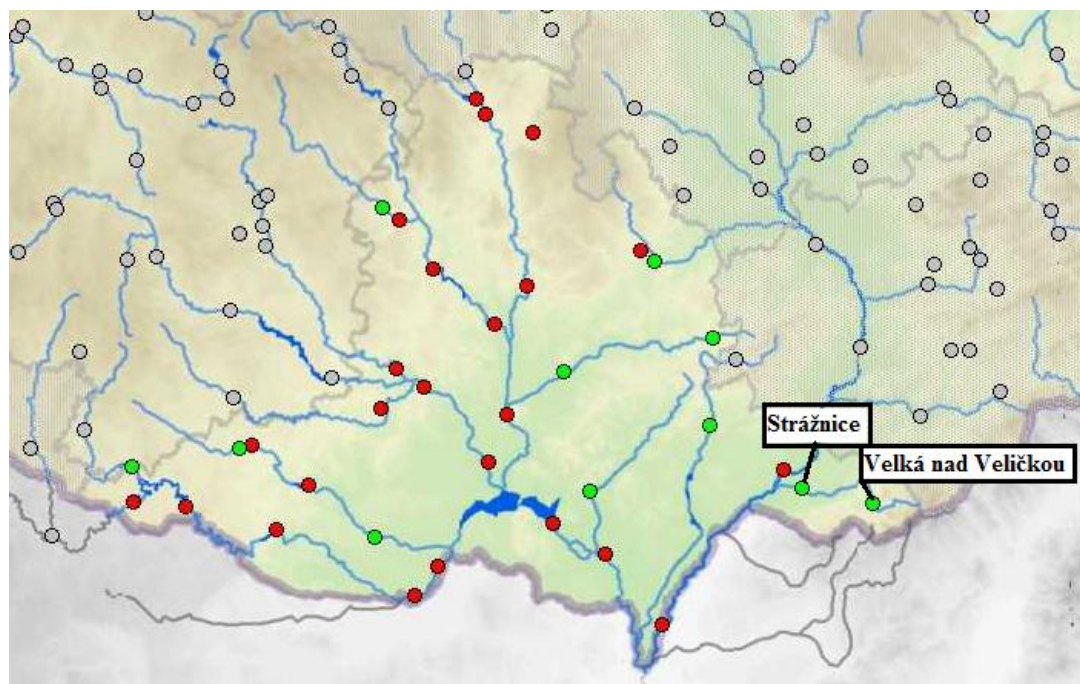
1.3 Antropogenní prvky a využití pozemků v okolí toku

Řeka Velička byla v minulosti podrobena rozsáhlým zásahům do přirozeného tvaru koryta. Změny se týkaly především napřimování meandrů a úpravy břehového opevnění. Dnový substrát byl většinou ponechán bez úprav. Zejména dolní část toku po obec Tasov, bylo koryto často upravováno za použití velmi tvrdých opatření (těžký kamenný zához, betonové panely v patě svahu, změna tvaru koryta na lichoběžníkový profil, napřimování úseků). Mezi Loukou a Lipovem se nachází nejzachovalejší část středního toku, na kterém byly vytvořeny kaskádové stupně s rybím přechodem. Mezi obcemi Louka a Velká nad Veličkou byly provedeny výrazné změny směru toku a byly vybudovány kaskádové stupně znesnadňující migraci živočichů. Mezi obcemi Velká nad Veličkou a Vápenky má řeka charakter potoku a nad Vápenkami Velička přechází v bystřinu ovlivněnou občasnými přehrázkami.

Dalším antropogenním prvkem je Bařův kanál. Tomáš Bařa začal budovat tento kanál v říjnu 1934. Jeho snahou bylo vybudovat spojnici Dunaje s Odrou. V prosinci roku 1938 byl kanál otevřen v délce 10 km mezi obcemi Otrokovice a Uherský ostroh. Z počátku byli lodě přepravující materiál (např. uhlí) taženy pomocí koní, posléze traktory a nakonec byli lodě vybaveny vlastními motory. Druhá světová válka přerušila budování kanálu. Během bojů byl kanál těžce poničen. Následně v 50. letech nový vlastník Stavosvit Gottwaldov ztratil zájem o tento druh dopravy a kanál třicet let chátral. Až v roce 1995 byl kanál opětovně uveden do provozu. V současné době má kanál 52 km, 8 přístavů, 13 plavebních komor. Díky vytvoření slovenského přístavu ve Skalici se z kanálu stala mezinárodní vodní cesta. S využitím Bařova kanálu se počítá při propojení tří velkých evropských řek (Dunaj, Odra, Labe).

Pozemky v okolí horního toku jsou tvořeny převážně lesy a pastvinami. Střední a dolní tok Veličky je využíván pro zemědělské účely. Problémem je odplavování zeminy při prudších deštích, čímž dochází v dolní části toku k zanášení říčního koryta. Po roce 1989 dochází k částečné změně využívání půdy v okolí řeky Veličky. Některé pozemky byly zatravněny, uměle zalesněny nebo ponechány ladem.

2 Údaje o vodoměrných stanicích



Legenda: ● Hlásné profily typu A ● Hlásné profily typu B

Obr. 12 Mapa vodoměrných stanic a jejich kategorie

Od roku 1997 dělíme hlásné profily do tří kategorií. V Povodňovém plánu ČR jsou uvedeny hlásné profily kategorie A (základní) a B (doplňkové). Tyto profily zřizuje stát nebo krajský úřad a spravuje je ČHMU nebo správu povodí. Pro zařazení do této kategorie musí tok splňovat jedno z těchto kritérií ($Q_{100} > 100 \text{ m}^3/\text{s}$ nebo $Q_{100} > 50 \text{ m}^3/\text{s}$ a plocha povodí $P > 150 \text{ km}^2$). Hlásné profily typu C (pomocné) budují obce, popřípadě vlastníci ohrožených nemovitostí v blízkosti toku. Zřizují se v místech, kde je potřeba dodatečná kontrola.

Vodoměrné (limnigrafické) stanice mají stabilizovaný vodoměrný profil a jsou vybaveny vodočetnou latí s geodeticky zaměřenou nulou na vodočtu. Pro kontinuální zaznamenávání vodních stavů se kdysi používaly tzv. limnigrafy. Na změnu hladiny reaguje plovák, jež je umístěn pod stanicí. Tyto změny se přenášejí pomocí pera na limnigrafický papír, který je připojen na hodinový strojek. Za pomoci měrné křivky můžeme vypočítat z těchto údajů velikost průtoku (m^3/s). V současnosti se limnigrafické stanice už skoro nepoužívají, nahradily je automatické stanice, které pro přenos dat využívají GPRS. Tento systém odesílá data v 10 minutových intervalech.

2.1 Velká nad Veličkou

Základní údaje

Stanice č. 351

Kategorie: **B**

Tok: Velička

Stanice: Velká nad Veličkou

Obec: Velká nad Veličkou

Kraj: Jihomoravský

ORP: Veselí nad Moravou

Provozovatel stanice: ČHMÚ Brno

Staničení: 27, 00 [km]

Číslo hydrologického pořadí: 4-13-02-039

Plocha povodí: 66, 77 [km²]

Zeměpisné souřadnice: 173115 v.d.485234 s.š.

Nula vodočtu: 287, 72 [m. n. m.]

Průměrný roční stav: 14 [cm]

Průměrný roční průtok: 0, 470 [m³s⁻¹]

Nejvyšší zaznamenané vodní stavy: 168 [cm] ze dne 22. 06. 1999

166 [cm] ze dne 07. 07. 1997

164 [cm] ze dne 29. 03. 2006

Stupeň povodňové aktivity:	(cm)	(m ³ /s)
bdělost	70	11,3
pohotovost	100	21,5
ohrožení	140	38,5

Tab. 1 Stupeň povodňové aktivity

N- leté průtoky	Q1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
Q [m ³ s ⁻¹]	10, 2	16, 5	27, 5	37, 7	49, 8	68, 5	84, 9

Tab. 2 N-leté průtoky Velká nad Veličkou



Obr. 13 Umístění měrného profilu v měřítku 1:50 000

2.1.1 Popis stanice

Stanice byla vybudována v roce 1985. Můžeme ji najít u silnice č. 71 v obci Velká nad Veličkou. Kolem řeky Veličky na levém nábreží vede účelová komunikace, díky které se můžeme dostat až ke stanici, jež se nachází ve vzdálenou přibližně 30 m od komunikace (mostní konstrukce). Stanice je tvořena zděnou konstrukcí s pultovou střechou. Jelikož se jedná o hlásný profil typu B, musí rozsah latě být od nejnižší hladiny, až po hladinu maximální. Lat' je zapuštěna do betonu vedle schodišťové konstrukce a má centimetrové dělení, arabskými číslicemi jsou označeny desítky centimetrů a červenými římskými čísly, jsou označeny celé metry.

2.1.2 Přístrojové vybavení stanice

Do roku 1994 byla stanice vybavena limnigrafem pro odečet výšky vodní hladiny. Poté byl zaveden pro odečet hladiny systém NOEL s automatickým záznamem a s odesíláním dat pomocí GPRS. Plováky, jež zaznamenávají výšku hladiny, byly v roce 1994 vyměněny za tlaková čidla.

2.1.3 Popis koryta a příčného profilu

V místě stanice jsou břehy opevněny kamennou dlažbou se spárami zalitými cementovou maltou. Dno je tvořeno betonovými panely. Přístup k hladině je pomocí betonového schodiště.

2.1.4 Fotodokumentace



Obr. 14 Měrná stanice ve Velké nad Veličkou



Obr. 15 Měrná stanice

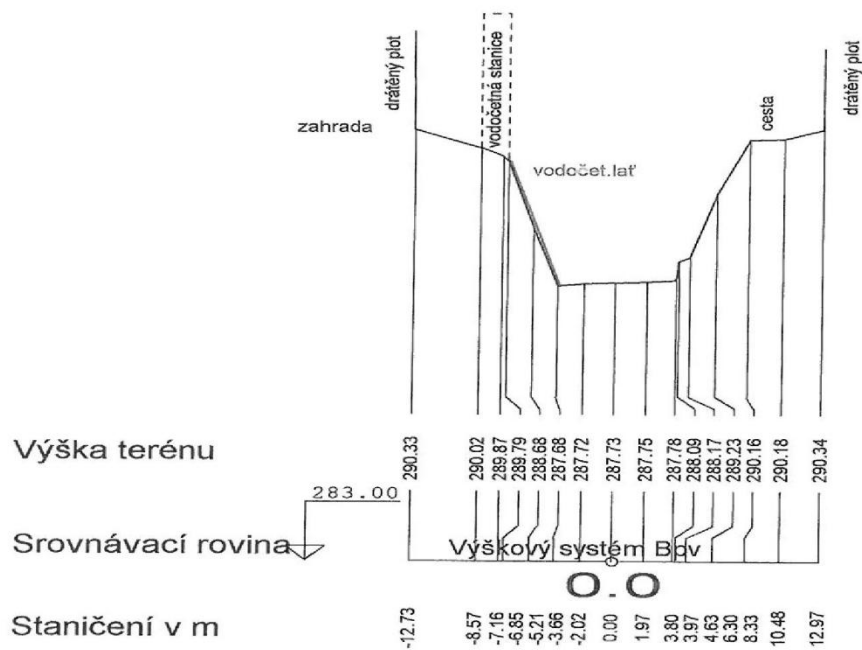


Obr. 16 Vodočetná lať

2.1.5 Příčný profil

VELKÁ NAD VELIČKOU I. 1999

Měřítko 1 : 500 / 100



Obr. 17 Příčný profil v místě stanice

2.2 Strážnice

Základní údaje

Stanice č. 351a

Kategorie: B

Tok: Velička

Stanice: Strážnice

Obec: Strážnice

Kraj: Jihomoravský

ORP: Veselí nad Moravou

Provozovatel stanice: ČHMÚ Brno

Staničení: 6, 60 [km]

Číslo hydrologického pořadí: 4-13-02-052

Plocha povodí: 173, 1 [km²]

Zeměpisné souřadnice: 172043 v.d.485418 s.š.

Nula vodočtu: 169, 48 [m. n. m.]

Průměrný roční stav: 113 [cm]

Průměrný roční průtok: 0, 780 [m³s⁻¹]

Nejvyšší zaznamenané vodní stavy: 392 [cm] ze dne 02. 06. 2010

Stupeň povodňové aktivity:	(cm)	(m ³ /s)
bdělost	230	16, 6
pohotovost	270	25, 5
ohrožení	310	36, 5

Tab. 3 Stupeň povodňové aktivity

N- leté průtoky	Q1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
Q [m ³ s ⁻¹]	15	20, 2	30, 3	40, 7	53, 6	75	95

Tab. 4 N- leté průtoky Strážnice



Obr. 18 Umístění měrného profilu v měřítku 1:50 000

2.2.1 Popis stanice

Stanice je v provozu od roku 1885. Nachází se u komunikace č. 55 mezi městem Strážnice a obcí Vnorovy. Stanice je přidružená k silničnímu mostu. Jedná se o zděnou konstrukci s pultovou střechou. Přístup k hladině je vyřešen pomocí betonových schodišťových stupňů, vedle nichž se nachází do betonu zapuštěná šikmá vodočetná lať, která přechází v místě stanice na svislou vodočetnou lať. Na lati je centimetrové dělení, arabskými číslicemi jsou označeny desítky centimetrů a červenými římskými čísli, jsou označeny celé metry. Před třemi lety proběhla oprava stanice.

2.2.2 Přístrojové vybavení stanice

Do roku 1994 byla stanice vybavena limnigrafem pro odečet výšky vodní hladiny. Poté byl zaveden pro odečet hladiny systém NOEL s automatickým záznamem a s odesíláním dat pomocí GPRS. Plováky, jež zaznamenávaly výšku hladiny, byly v roce 1994 vyměněny za tlaková čidla.

2.2.3 Popis koryta a příčného profilu

Dno je přirozeně kamenité a břehy jsou ponechány v přirozeném stavu. V úseku mostní konstrukce a stanice jsou břehy opatřeny kamennou dlažbou se spárami zalitými cementovou maltou.

2.2.4 Fotodokumentace Strážnice



Obr. 19 Měrná stanice přidružená k mostní konstrukci



Obr. 20 Vodočetná lať

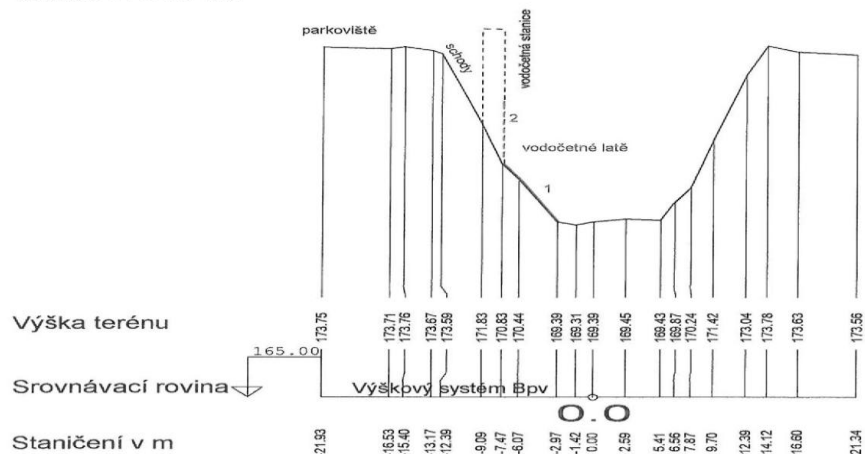


Obr. 21 Detail opevnění v úrovni mostní konstrukce

2.2.5 Příčný profil

STRÁŽNICE I. 1999 - Velička

Měřítko 1 : 500 / 100

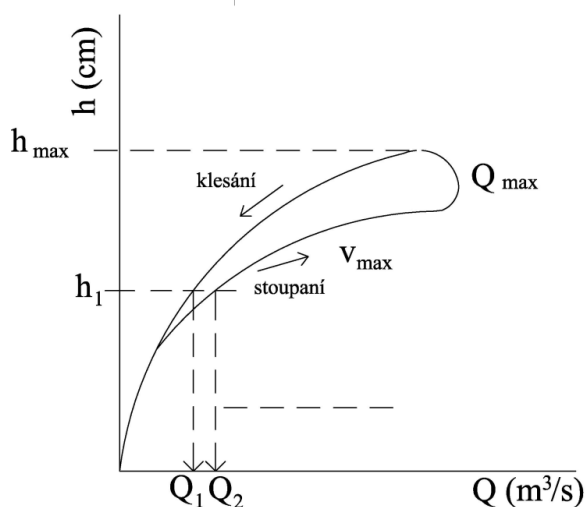


Obr. 22 Příčný profil v místě stanice

3 Převod vodních stavů na průtoky

3.1 MKP- Měrná křivka průtoků

Průtoky ve vodoměrných stanicích lze ve většině případů zjišťovat jen nepřímým způsobem, za využití vztahů mezi výškou hladiny h a odpovídajícím množstvím vody Q , které za určitého stavu měrným profilem protéká. V ideálním případě právě jedné výšce hladiny h_i odpovídá právě jedna hodnota průtoku Q_i . Tohoto vztahu lze dosáhnout v laboratorním prostředí při rovnoměrném proudění. V reálném prostředí dochází ke změnám příčného profilu (zanášení, vymílání, vlivem vegetace, vlivem ledových jevů, nahodilé vlivy – omezení průtočnosti například stromy), nebo změnou drsnosti. Pro profily s vlivem vegetace se musí vytvořit MKP pro zimní i letní období. Problematika vyhodnocení povodňové vlny naráží na úskalí proměnlivosti průtoku v čase (nestabilita měrné křivky). Je to velmi častý jev téměř ve všech měrných profilech. Za normálních okolností se tento jev výrazně neprojevuje. Během povodně dochází k výrazným změnám mnohdy až v řádu desítek procent. Za povodňového stavu dochází k hysterézi (zdvojení) MKP což znamená, že právě jedné výšce hladiny odpovídají dva rozdílné průtoky. Před kulminací vlny voda protéká profilem v největším sklonu s vyšší energií proudu a to má za následek větší průtok než ten, který by odpovídal stejnému stavu hladiny při rovnoměrném proudění. Při průběhu povodně dojde nejdříve k nejstrmějšímu stoupání, pak největší rychlosti proudění, následně dojde k největšímu průtoku a jako poslední se projeví nejvyšší hladina (kulminace) povodně.



Obr. 23 Měrná křivka limnigrafické stanice za průchodu povodně

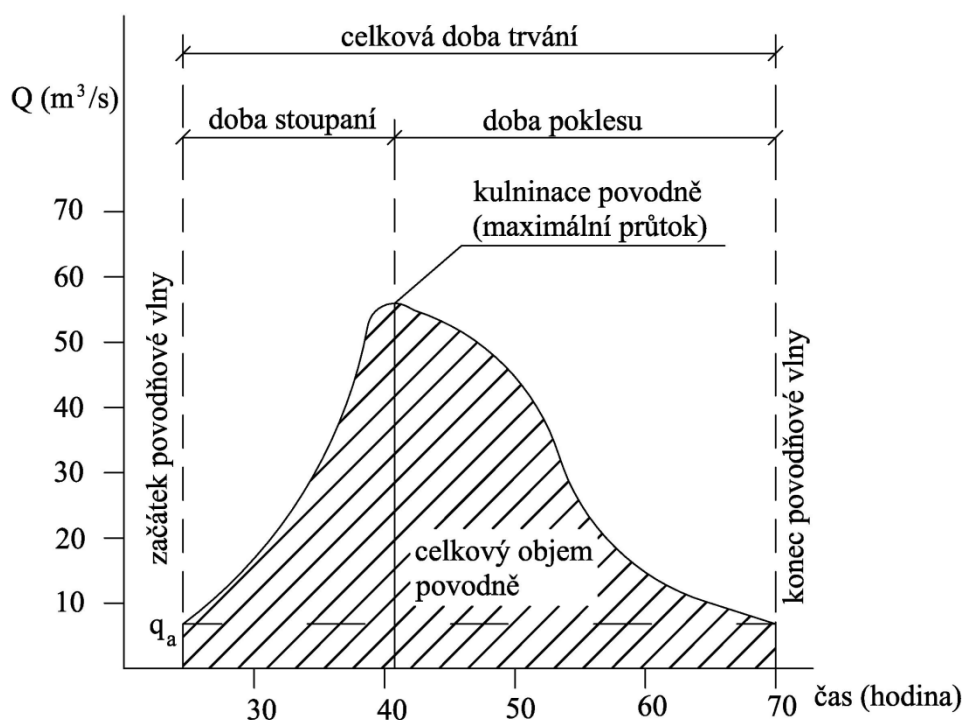
Z toho důvodu mají MKP jen dočasnou trvanlivost, musí být upravovány a upřesňovány pomocí nových měření průtoku (hydrometrováním).

4 Data z ČHMU

Data z ČHMU byla poskytnuta pro povodně větší jak Q_2 v měrném profilu Strážnice pro roky 1956 – 2014 a měrném profilu Velká nad Veličkou v letech 1994–2014. Data byla dodána ve dvou formách. Od roku 1994 byla v elektronické podobě obsahující datum povodně s hodinovým krokem a hodnotou průtoku Q (m^3/s). Data mezi léty 1956 - 1993 byla zapotřebí odečíst z limnigrafických papíru s hodinovým krokem. Limnigraf zaznamenává výšku hladiny h (cm), kterou bylo zapotřebí převést za pomoci měrné křivky na průtoky Q (m^3/s). ČHMU v průběhu dvou let dodalo hodnoty průtoku v elektronické podobě pro oba profily. Dále byla poskytnuta data ze srážkoměrných stanic Velká nad Veličkou, Strání, Radějov, Strážnice a Blatnice týkající se srážkových úhrnu v době jednotlivých povodní.

5 Sestavení hydrogramů

První kdo přišel s myšlenkou jednotkového hydrogramu byl v roce 1932 Leroy Sherman. Od té doby se jednotkového hydrogramu využívá pro určení hodnoty odtoku na základě znalosti výšky srážky spadlé na povodí.



Obr. 24 Hydrogram

V povodí řeky Veličky došlo v období 1956- 2014 ke 26 povodním s průtokem větším než Q_2 . Pro každou povodňovou vlnu byl vytvořen graf v programu Microsoft Excel 2010. Hydrogramy ukazují spojitě křivky průběhu povodňových vln ve dvou profilech v závislosti na čase. Na ose y jsou vyneseny průtoky Q (m^3/s) a na ose x je zaznamenán časový průběh povodně s hodinovým krokem. Všechny hydrogramy jsou chronologicky seřazeny v příloze č. 1.

Z tvaru většiny hydrogramů vyplývá, že povodí řeky Veličky má vějířovitý charakter.

6 Tvar a rychlost povodňové vlny

Jsou to významné vlastnosti pro určování povodňových vln. Rychlost průtoku se v průběhu roku mění. K největším změnám v rychlosti průtoku dochází za povodňových stavů. Pro její výpočet můžeme využít několik metod, které dělíme do dvou skupin na měření přímé a nepřímé.

6.1 Metody přímé

Pro malé toky můžeme například využít měrné žlaby Venturiho, Poncelletův nebo Thomsonův měrný přeliv.

Další možností je měření rychlosti pomocí plováku (nejjednodušší možnost). Využívá se pro střední a velké toky se stabilním dnem a se zpevněnými břehy.

Základní metoda pro přímé měření je Hydrometrování. Za pomoci hydrometrické vrtule zjišťujeme bodové rychlosti v celém profilu v pravidelném intervalu a různých hloubkách. Výsledná rychlost je pak součtem těchto dílčích rychlostí.

6.2 Metody nepřímé

Během povodňové situace průtoky s malou pravděpodobností (jednou za 20, 50, 100 a více let) často nemůžeme ověřit přímými metodami, které by nám zpřesnily výsledky zaznamenané vodoměrnými stanicemi. Z toho důvodu využíváme metody nepřímé.

6.2.1 Metoda odpovídajících si průtoků

Pro určení doby dotoku, byla zvolena metoda odpovídajících si průtoků (někdy označována jako metoda korespondujících průtoků). Jedná se o metodu hydrometrickou, která popisuje procesy probíhající v říčním korytě. Pro tuto metodu jsou zapotřebí data ze dvou měrných profilů, jež zaznamenávají průběh průtoků (výšku hladiny) a závislosti doby dotoku. Pro oba profily se určí tzv. *úvratě*, což jsou místa, v nichž dochází ke změně tendence průtoku (stoupající průtok/ klesající průtok). Tyto body jsou využity pro určení závislosti průtoku mezi profily.

Závislost profilů se vynese v grafu, kdy na ose x je profil Velká nad Veličkou a na ose y leží profil Strážnice. Takto vynesené body jsou proloženy logaritmickou spojnici trendu, jež udává závislost průtoků. Dále je důležitá doba doběhu z profilu do profilu, která je označována $\Delta\tau_i$. Vzhledem ke skutečnosti, že můžeme zanedbat tvar koryta i drsnost, je doba doběhu závislá na průtoku v horním " Q_h " a dolním profilu a sklonu hladiny " J " $\tau = f(Q_h, J)$. (1)

Hydrologové zabývající se touto problematikou (Delemeau, Kalinin a Velikanov) nezávisle na sobě zjistili, že ve všech typech řek, které se vyskytují na našem území, můžeme zanedbat vliv sklonu hladiny, jelikož výsledek se pohybuje v toleranci chyb vzniklých při hydrometrických měřeních.(Hladný, 1972).

Velká nad Veličkou (osa x) – Strážnice (osa y)

1. Povodeň vzniklá táním sněhu

$$y = 24,458 \ln(x) - 36,879 \quad (2)$$

2. Povodeň vzniklá srážkami v horní části povodí

$$y = 20,891 \ln(x) - 27,255 \quad (3)$$

3. Povodeň vzniklá rovnoměrnými srážkami v celém povodí

$$y = 33,081 \ln(x) - 60,186 \quad (4)$$

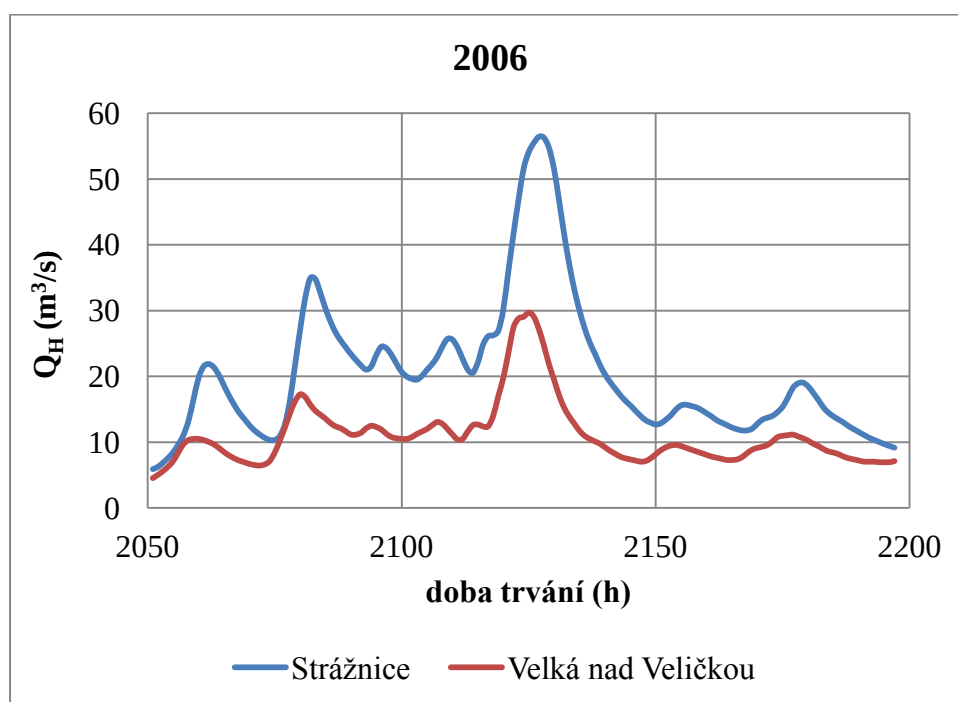
7. Vybrané povodně

7.1 Povodeň vzniklá táním sněhové pokrývky

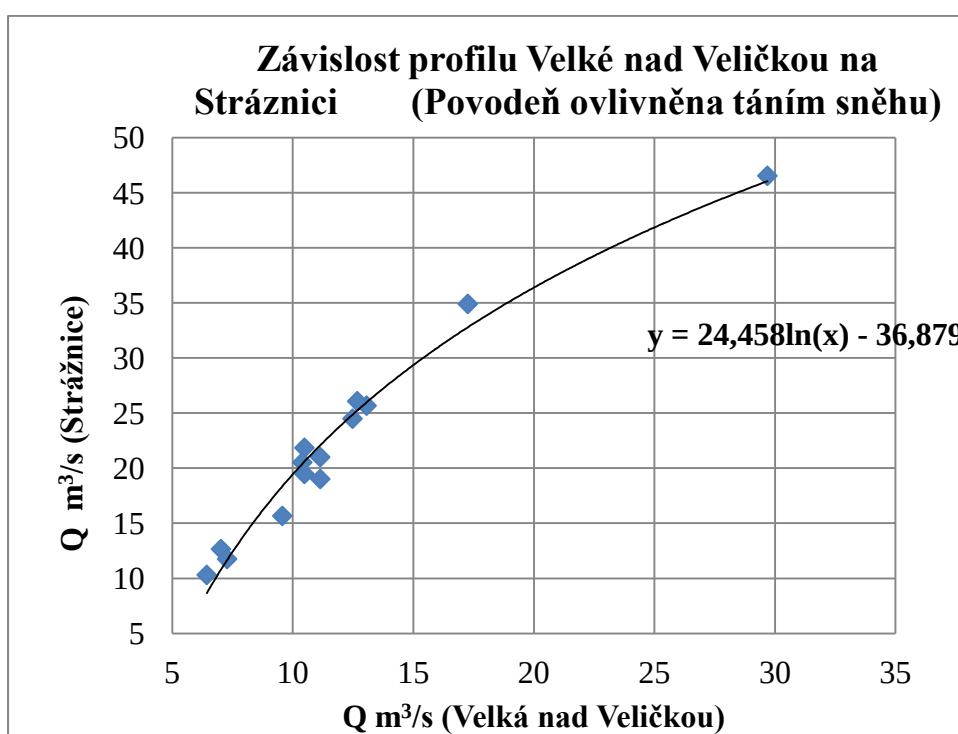
Jediná povodeň, u níž byla získána data z obou profilů, byla v březnu 2006. Celkové úhrny srážek byly malé a s ohledem na období výskytu povodně je předpoklad ovlivnění odtoku táním sněhu. Kulminační hodnota v horním měrném profilu byla 29, 687 m³/ s což odpovídá Q_{6,1}. V dolním měrném profilu byla kulminační hodnota 56, 427 m³/ s, které odpovídá Q₂₄. Průběh synoptické situace během povodně: převládající směr proudění vzduchu byl z Jihovýchodu na Severozápad.

Srážky (mm)							
Rok	Měsíc	Den	Velká nad Veličkou	Strání	Blatnice	Radějov	Strážnice
2006	3	25	0,30	1,20	1,10	1,20	0,90
2006	3	26	3,60	6,00	2,90	3,00	3,20
2006	3	27	4,00	4,60	3,80	4,40	4,10
2006	3	28	16,40	14,20	15,00	17,50	15,70
2006	3	29	17,00	27,50	14,70	7,10	7,60
2006	3	30	1,70	2,70	1,50	1,70	1,90
2006	3	31	1,90	4,00	2,80	3,30	1,50
2006	4	1	0,00	0,30	0,60	0,00	0,20
suma			44,90	60,50	42,40	38,20	35,10

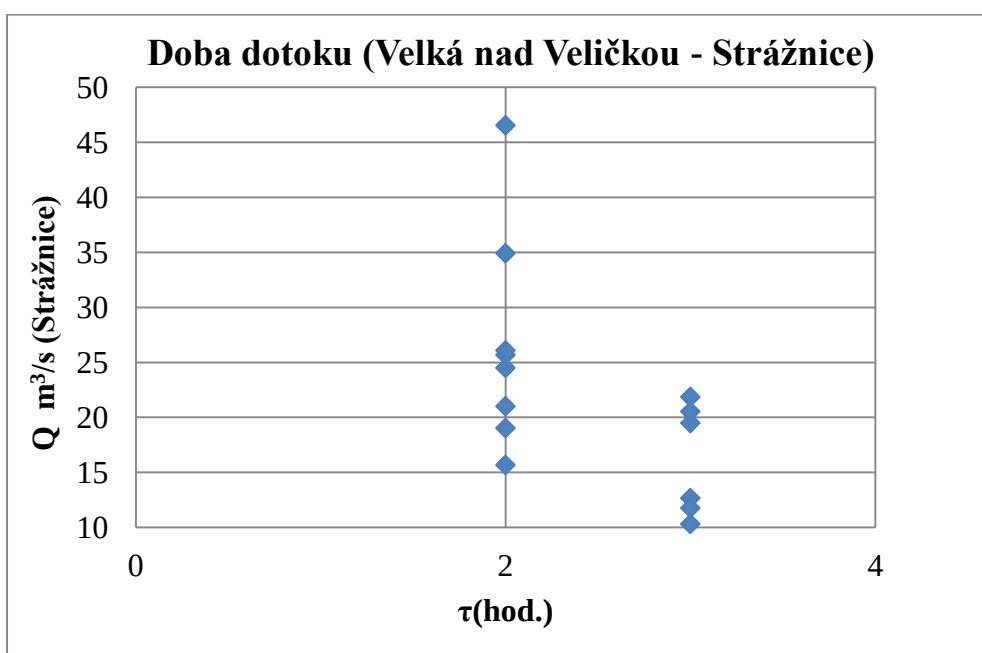
Tab. 5 Srážkové úhrny v březnu 2006



Graf 1 Průběh povodňové vlny 2006



Graf 2 Závislosti mezi průtoky v profilech 2006



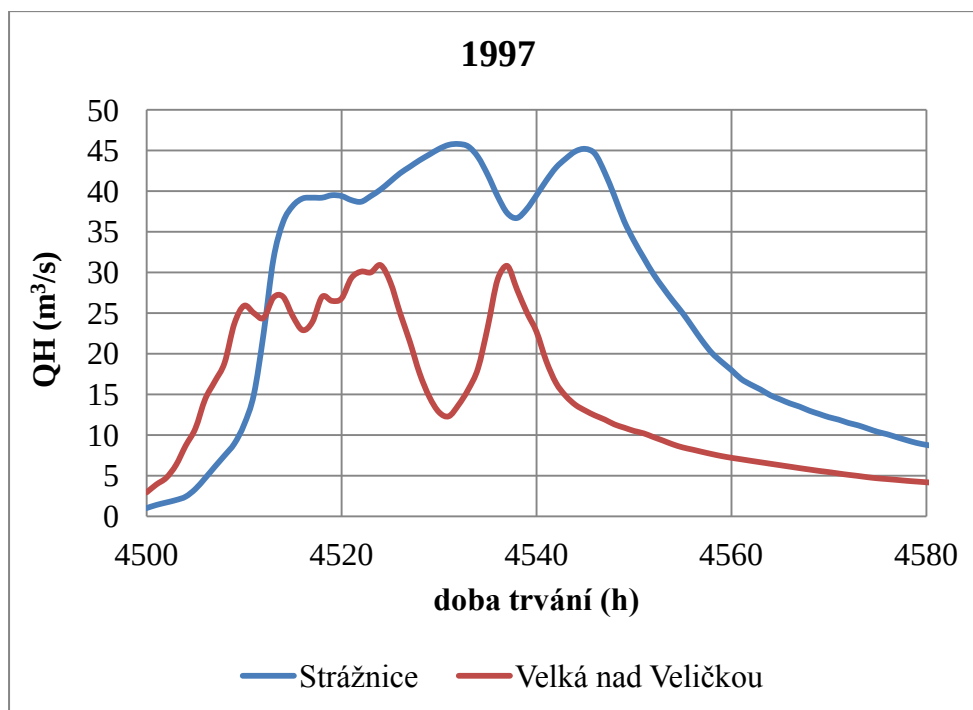
Graf 3 Závislost doby doběhu mezi profily 2006

7.2 Povodeň vzniklá srážkami v horní části povodí

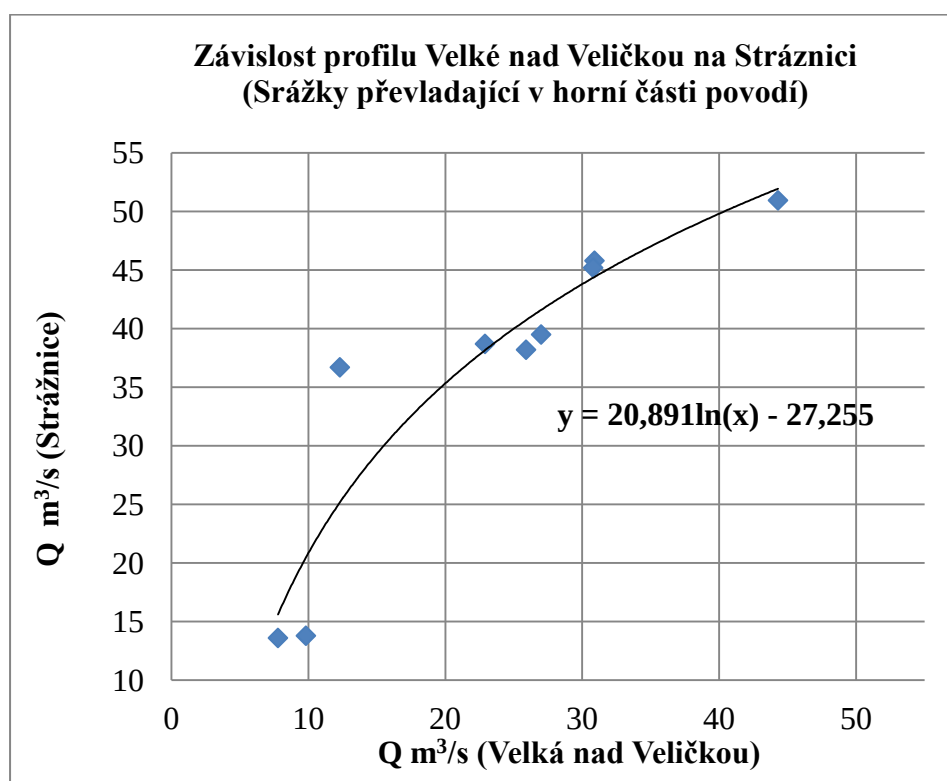
V červenci 1997 vznikla povodeň ovlivněná srážkami, jež měly větší intenzitu v horní části povodí řeky Veličky. Kulminační hodnota v horním měrném profilu byla 38, 225 m³/s což odpovídá Q_{10,6}. V dolním měrném profilu byla kulminační hodnota 61, 535 m³/s, která odpovídá Q_{31,2}. Průběh synoptické situace během povodně: převládající směr proudění vzduchu byl Západní.

Rok	Měsíc	Den	Srážky (mm)				
			Velká nad Veličkou	Strání	Blatnice	Radějov	Strážnice
1997	7	6	83,50	84,70	67,00	60,60	42,20
1997	7	7	55,10	84,20	42,70	46,90	36,00
1997	7	8	3,80	8,10	2,10	4,10	2,40
1997	7	9	0,30	0,70	0,00	0,30	0,00
suma			142,70	177,70	111,80	111,90	80,60

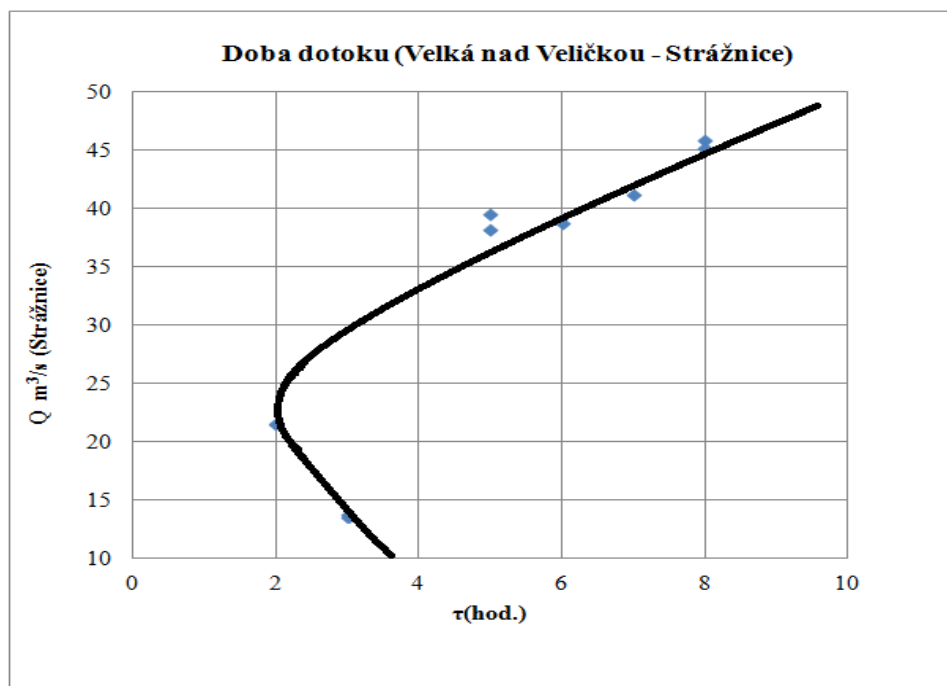
Tab. 6 Srážkové úhrny v červenci 1997



Graf 4 Průběh povodňové vlny 1997



Graf 5 Závislosti mezi průtoky v profilech 1997



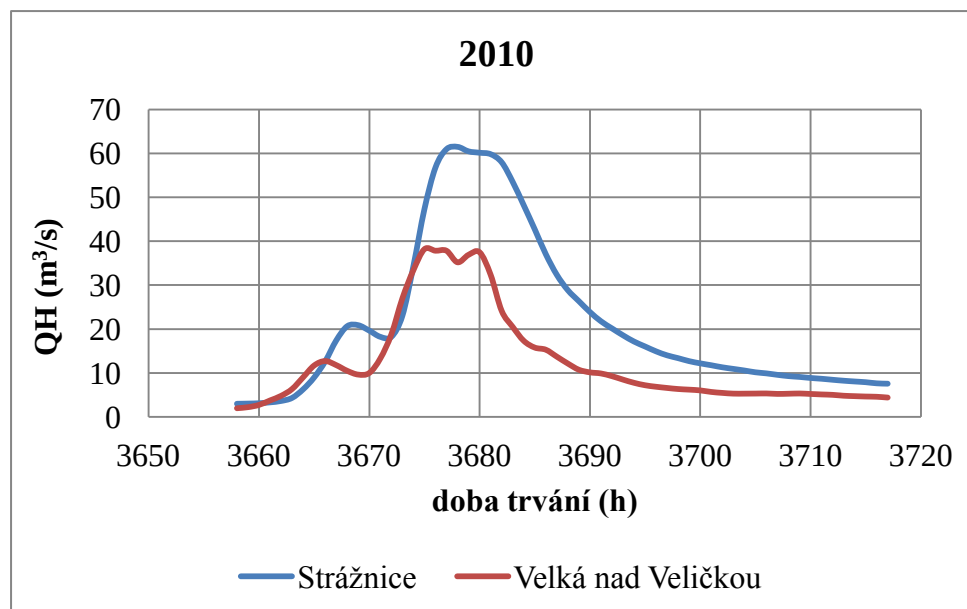
Graf 6 Závislost doby doběhu mezi profily 1997

7.3 Povodeň vzniklá rovnoměrnými srážkami v celém povodí

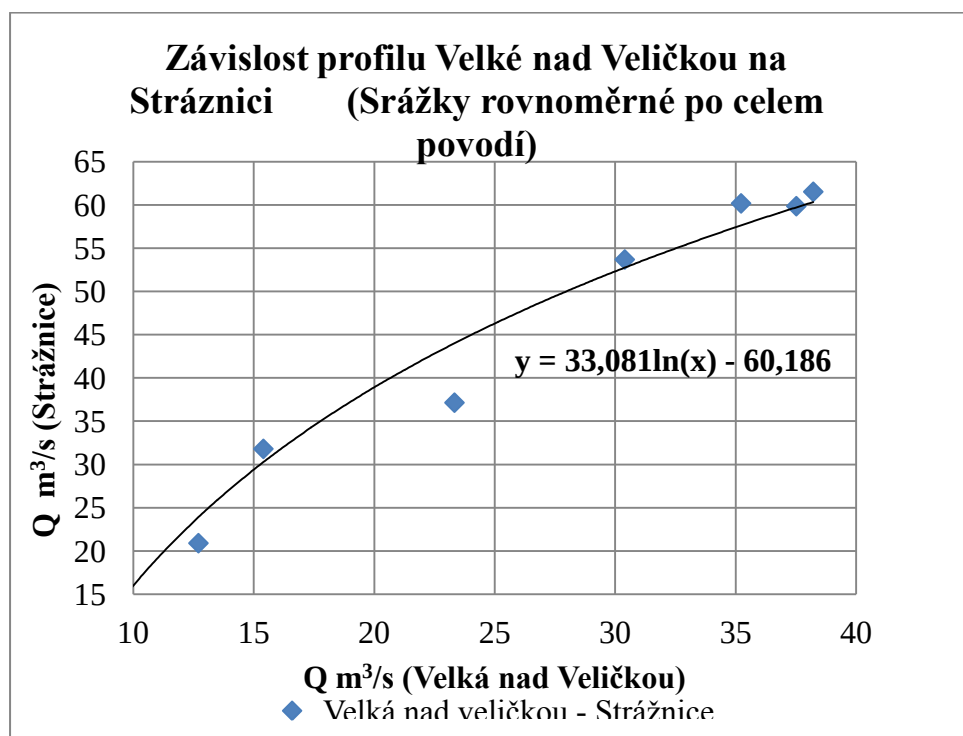
V červnu 2010 proběhla povodeň ovlivněná srážkami vyskytujícími se rovnoměrně v celém povodí řeky Veličky. Kulminační hodnota v horním měrném profilu byla 38, 225 m³/s což odpovídá Q_{10,6}. V dolním měrném profilu byla kulminační hodnota 61, 535 m³/s, která odpovídá Q_{31,2}. Průběh synoptické situace během povodně: převládající směr proudění vzduchu byl z Východu na Západ.

Rok	Měsíc	Den	Srážky (mm)				
			Velká nad Veličkou	Strání	Blatnice	Radějov	Strážnice
2010	5	31	0,20	7,50	2,50	2,80	1,50
2010	6	1	57,40	54,10	48,90	42,90	38,60
2010	6	2	4,50	2,00	5,40	4,80	5,00
2010	6	3	4,40	6,00	1,20	1,00	1,50
2010	6	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
suma			66,50	69,60	58,00	51,50	46,70

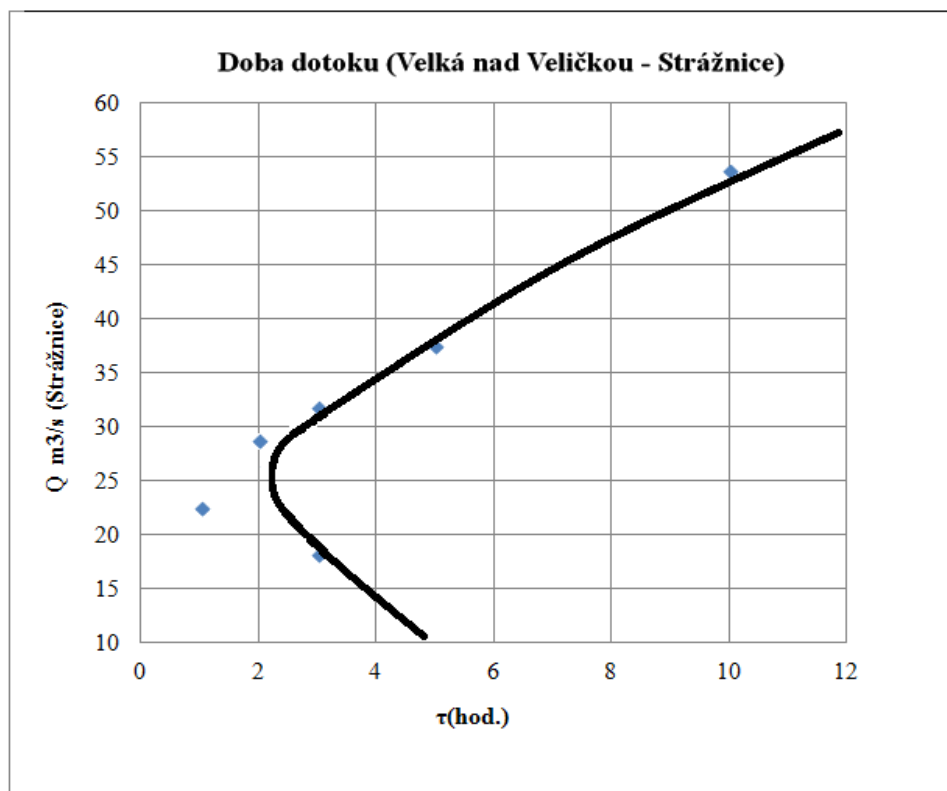
Tab. 7 Srážkové úhrny v červnu 2010



Graf 7 Průběh povodňové vlny 2010

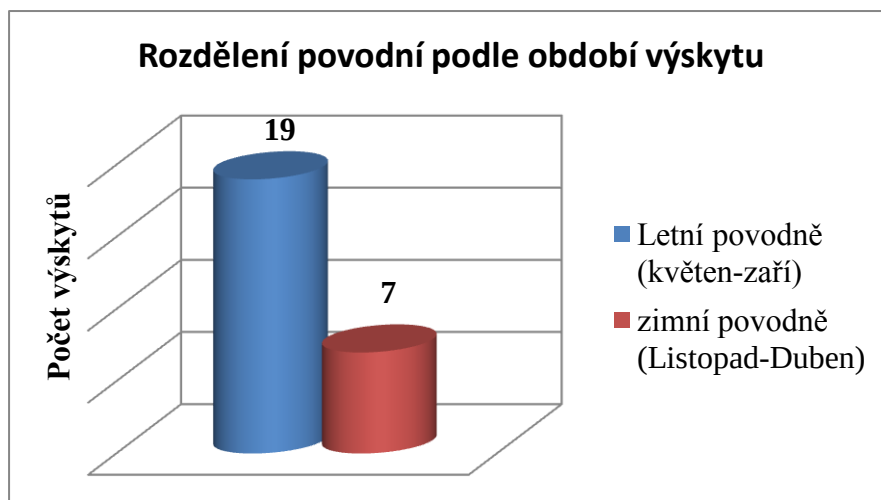


Graf 8 Závislosti mezi průtoky v profilech 2010

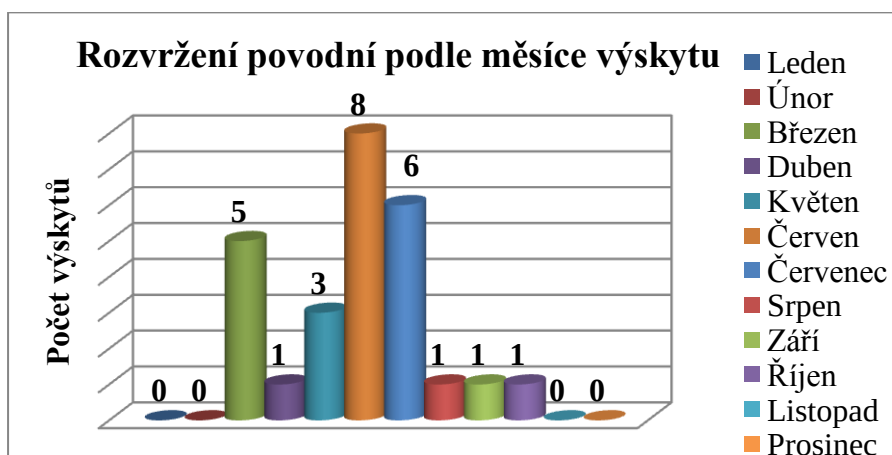


Graf 9 Závislost doby doběhu mezi profily 2010

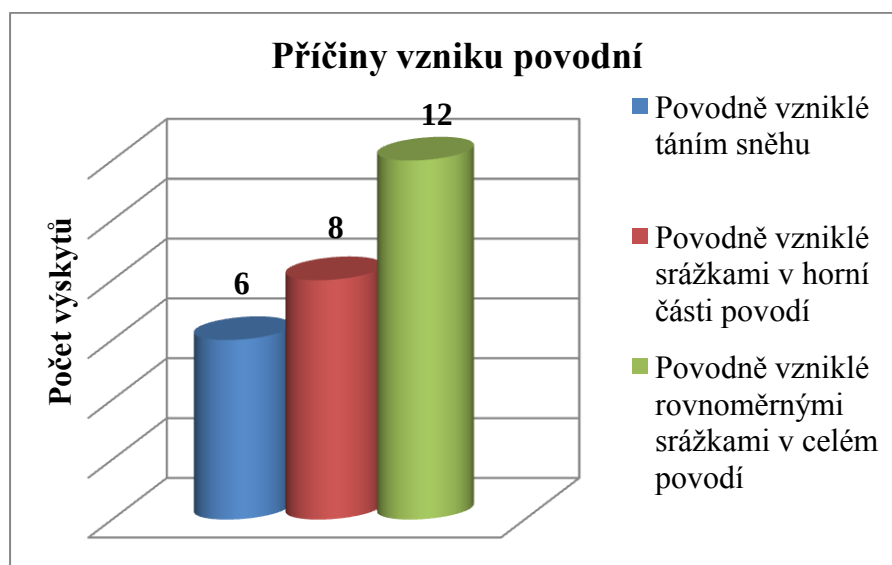
8 Grafické rozdělení povodní



Obr. 25 Rozdělení povodní podle období výskytu



Obr. 26 Rozvržení povodní podle měsíce výskytu



Obr. 27 Příčiny vzniku povodní

Rok	Měsíc	Den	Strážnice $Q_{\max}[\text{m}^3/\text{s}]$	N-leťost	Velká nad Veličkou $Q_{\max}[\text{m}^3/\text{s}]$	N-leťost	Charakter srážek
1956	3	4	45,43	$Q_{13,8}$	28,10	$Q_{5,3}$	malé úhrny srážek, tání sněhové pokrývky
1994	4	12	35,14	$Q_{7,4}$	24,40	$Q_{4,2}$	
2004	3	25	21,00	$Q_{2,3}$	0,00	$<Q_2$	
2005	3	18	32,40	Q_6	0,00	$<Q_2$	
2006	3	29	56,43	$Q_{2,4}$	29,687	$Q_{6,1}$	
2009	3	5	35,75	$Q_{7,6}$	0,00	$<Q_2$	větší množství srážek v horním části povodí
1971	6	9	20,60	$Q_{2,1}$	11,52	$<Q_2$	
1972	7	29	32,59	$Q_{6,1}$	16,50	Q_2	
1986	6	5	26,74	$Q_{3,9}$	13,80	$<Q_2$	
1987	5	22	11,96	$<Q_2$	7,95	$<Q_2$	
1997	7	7	45,80	$Q_{1,4}$	30,90	$Q_{6,7}$	
2002	7	19	20,20	Q_2	0,00	$<Q_2$	
2009	6	30	0,00	$<Q_2$	13,56	$<Q_2$	
2014	9	10	50,95	$Q_{17,8}$	44,30	$Q_{15,5}$	
1965	6	5	51,00	$Q_{17,9}$	42,00	$Q_{13,6}$	rovnoměrné srážky v celém povodí
1966	6	25	26,38	$Q_{3,9}$	13,00	$<Q_2$	
1966	7	29	21,00	$Q_{2,3}$	10,00	$<Q_2$	
1968	6	10	21,73	$Q_{2,5}$	10,35	$<Q_2$	
1970	7	19	24,10	$Q_{3,2}$	11,50	$<Q_2$	
1972	5	21	27,53	$Q_{4,2}$	14,64	$<Q_2$	
1972	8	21	27,62	$Q_{6,1}$	13,80	$<Q_2$	
1991	5	18	23,53	Q_3	11,45	$<Q_2$	
1998	10	7	31,80	$Q_{5,8}$	15,40	$<Q_2$	
1999	6	22	53,70	$Q_{20,1}$	30,40	$Q_{6,4}$	
2010	6	2	61,54	$Q_{31,2}$	38,23	$Q_{10,6}$	
2011	7	3	31,00	$Q_{5,3}$	23,33	$Q_{3,9}$	

Tab. 8 Rozdělení povodní dle příčin vzniku

9 Závěr

Výsledkem bakalářské práce je vyhodnocení povodňových vln na řece Veličce a to v profilech Velká nad Veličkou a Strážnice. Vyhodnocované byly povodně s průtokem větším než Q_2 v období 1956- 2014.

Pro každou povodeň byla určena sezonalita, N- letost a hodnota kulminačního průtoku v jednotlivých profilech. Povodně byly roztrženy do třech kategorií podle typu klimatické situace, která povodeň způsobila. Pro každou skupinu byly vytvořeny závislosti mezi průtoky v profilech a závislost doby doběhu mezi profily. Z těchto dat byly vytvořeny spojitě křivky průběhu povodňových vln v profilu Velká nad Veličkou, pro povodně v letech 1956- 1991.

V průběhu zkoumaného období došlo k radikálním zásahům do toku, které mají za následek změnu směru, tvaru koryta, změněny rychlosti odtoku vlivem napřímení úseků. Data společných povodní, z nichž vychází bakalářská práce (1994-2014), nezohledňují změny tvaru koryta, rychlost odtoku, ke kterým došlo před rokem 1994.

Práce se už nezabývá převodem výšky hladiny na průtoky pomocí měrných křivek průtoku, jelikož tyto data byla poskytnuta v průběhu tvorby práce Českým hydrometeorologickým ústavem.

10 Použitá literatura

1. *Atlas podnebí České republiky*. 1. Praha, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1.
2. VLČEK, Vladimír. *Zeměpisný lexikon ČSR: Vodní toky a nádrže*. Praha: Academia, 1984.
3. QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti československa*. Praha: Academia, 1971.
4. HLADNÝ, J. *Hydrologická prognóza*. Praha, 1972.
5. STARÝ, M. *Hydrologie*. Brno: Skripta byla vydána v elektronické podobě. 2005

10.1 Elektronické zdroje

6. *Zásady environmentální politiky Evropské unie* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: 1. <https://dspace.upce.cz/bitstream/10195/32226/1/CL409.pdf>
7. *Charakteristika toků a povodí ČR* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/index.php?id=24>
8. *Batův kanál* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Ba%C5%A5%C5%AFv_kan%C3%A1l
9. *Klima České republiky* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://www.in-pocasi.cz/archiv/klima.php>
10. *Stupně povodňové aktivity* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/dpp/dokumenty/spa.htm>
11. *Pracovní postupy k vyhodnocení průtočných množství* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://voda.chmi.cz/pov02/2etapa/hlavni_zprava/kap2.pdf
12. *Meteorologické stanice ČHMÚ* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/stanice/ShowStations_CZ.html
13. *Hlasná a předpovědní povodňová služba* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_document.php

-
14. *Říční povodně* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://www.velkawoda.unas.cz/charakteristika.htm>
 15. *Oblast povodí řeky Moravy* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://moravske-karpaty.php5.cz/priroda_soubory/hydrologie/povodi_morava.htm
 16. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/portal/dt?menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_10_Zmena_klimatu
 17. *Území Hodonínska* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://www.kr-jihomoravsky.cz/archiv/ozp/protipovodnova_opatreni_jmk_2007/3_cast/Karty_obci/5_Hodonin.pdf
 18. *Vodoměrné stanice dodávané pro ČHMÚ a podniky Povodí s.p.* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://www.fiedler-magr.cz/cs/aplikace/sledovani-povrchovych-vod/vodomerne-stanice>
 19. *Meteorologická družice* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Meteorologick%C3%A1_dru%C5%BEice

Seznam tabulek

Tab. 1 Stupeň povodňové aktivity.....	28
Tab. 2 N-leté průtoky Velká nad Veličkou.....	28
Tab. 3 Stupeň povodňové aktivity.....	31
Tab. 4 N- leté průtoky Strážnice.....	31
Tab. 5 Srážkové úhrny v březnu 2006	39
Tab. 6 Srážkové úhrny v červenci 1997.....	42
Tab. 7 Srážkové úhrny v červnu 2010	44
Tab. 8 Rozdělení povodní dle příčin vzniku	47

Seznam grafů

Graf 1 Průběh povodňové vlny 2006.....	40
Graf 2 Závislosti mezi průtoky v profilech 2006.....	40
Graf 3 Závislost doby doběhu mezi profily 2006	41
Graf 4 Průběh povodňové vlny 1997.....	42
Graf 5 Závislosti mezi průtoky v profilech 1997	43
Graf 6 Závislost doby doběhu mezi profily 1997	43
Graf 7 Průběh povodňové vlny 2010.....	44
Graf 8 Závislosti mezi průtoky v profilech 2010	45
Graf 9 Závislost doby doběhu mezi profily 2010	45
Graf 10 Hydrogram rok 1956	56
Graf 11 Hydrogram rok 1965	56
Graf 12 Hydrogram červen 1966.....	57
Graf 13 Hydrogram červenec 1966	57
Graf 14 Hydrogram rok 1968	58
Graf 15 Hydrogram rok 1970	58
Graf 16 Hydrogram rok 1971	59
Graf 17 Hydrogram květen 1972	59
Graf 18 Hydrogram červenec 1972	60
Graf 19 Hydrogram srpen 1972.....	60
Graf 20 Hydrogram rok 1986	61
Graf 21 Hydrogram rok 1991	61
Graf 22 Hydrogram rok 1994	62
Graf 23 Hydrogram rok 1997	62
Graf 24 Hydrogram rok 1998	63
Graf 25 Hydrogram rok 1999	63
Graf 26 Hydrogram rok 2002	64
Graf 27 Hydrogram rok 2004	64
Graf 28 Hydrogram rok 2005	65

<i>Graf 29 Hydrogram rok 2006</i>	65
<i>Graf 30 Hydrogram březen 2009</i>	66
<i>Graf 31 Hydrogram červenec 2009</i>	66
<i>Graf 32 Hydrogram rok 2010</i>	67
<i>Graf 33 Hydrogram rok 2011</i>	67
<i>Graf 34 Hydrogram rok 2014</i>	68

Seznam obrázků

<i>Obr. 1 Horní tok</i>	14
<i>Obr. 2 Střední tok</i>	14
<i>Obr. 3 Dolní tok</i>	14
<i>Obr. 4 Povodí řeky Veličky</i>	15
<i>Obr. 5 Podélný profil řeky Veličky</i>	16
<i>Obr. 6 Klimatické poměry ČR (Quitt, 1971)</i>	18
<i>Obr. 7 Průměrný směr větru v letech 1961-2000 ve Strážnici</i>	20
<i>Obr. 8 Průměrný roční teplota vzduch mezi roky 1961 až 2000</i>	21
<i>Obr. 9 Průměrný roční počet hodiny slunečního svitu v hodinách mezi roky 1961 až 2000</i>	21
<i>Obr. 10 Mapa srážkoměrných stanic</i>	24
<i>Obr. 11 Průměrný roční úhrn srážek v mm mezi roky 1961- 2000</i>	24
<i>Obr. 12 Mapa vodoměrných stanic a jejich kategorie</i>	27
<i>Obr. 13 Umístění měrného profilu v měřítku 1:50 000</i>	28
<i>Obr. 14 Měrná stanice ve Velké nad Veličkou</i>	29
<i>Obr. 15 Měrná stanice Obr. 16 Vodočetná lať</i>	30
<i>Obr. 17 Příčný profil v místě stanice</i>	30
<i>Obr. 18 Umístění měrného profilu v měřítku 1:50 000</i>	31
<i>Obr. 19 Měrná stanice přidružená k mostní konstrukci</i>	32
<i>Obr. 20 Vodočetná lať</i>	33
<i>Obr. 21 Detail opevnění v úrovni mostní konstrukce</i>	33
<i>Obr. 22 Příčný profil v místě stanice</i>	33
<i>Obr. 23 Měrná křivka limnigrafické stanice za průchodu povodně</i>	34
<i>Obr. 24 Hydrogram</i>	36
<i>Obr. 25 Rozdělení povodní podle období výskytu</i>	46
<i>Obr. 26 Rozvržení povodní podle měsíce výskytu</i>	46
<i>Obr. 27 Příčiny vzniku povodní</i>	46

Seznam použitých vzorců

$\tau = \int (Q_h, J).$	(1)		33
$y = 24,458 \ln(x) - 36,879$	(2)		33
$y = 20,891 \ln(x) - 27,255$	(3)		33
$y = 33,081 \ln(x) - 60,186$	(4)		33

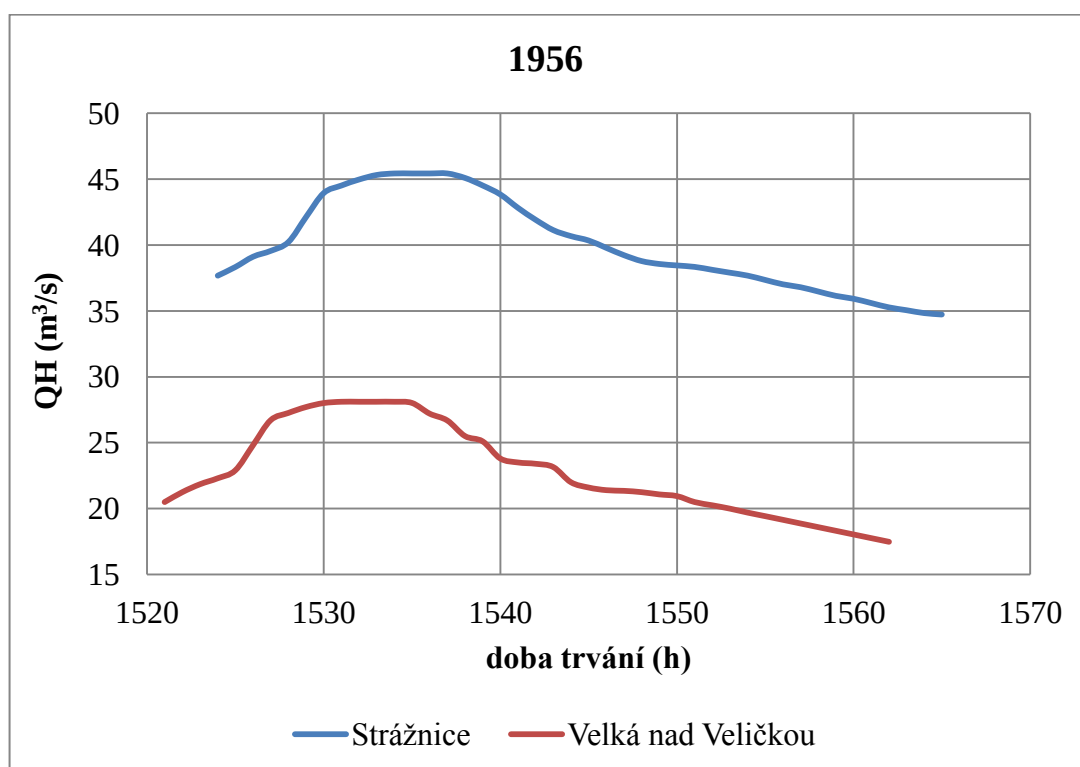
Seznam použitých zkratk a symbolů

Q	Průtok (m ³ /s)
Q _N	N- letý průtok (m ³ /s)
q _a	specifický odtok (l/s/km ²)
J	Sklon hladiny (%)
$\Delta\tau_i$	Doba dotoku (hod.)
h	Výška hladiny
ČHMU	Český hydrometeorologický ústav
MKP	Měrná křivka průtoků
GPRS	General Packet Radio Service
METEOSAT	Meteorological Satellite
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration

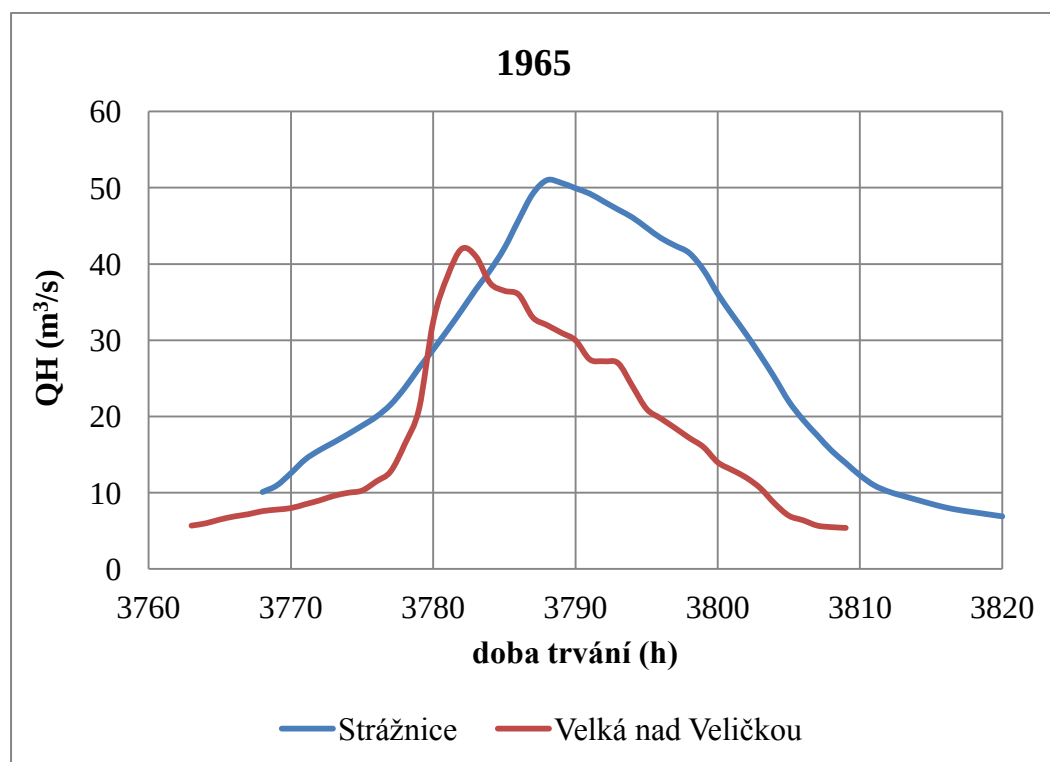
Seznam příloh

Příloha 1 – Hydrogramy povodní

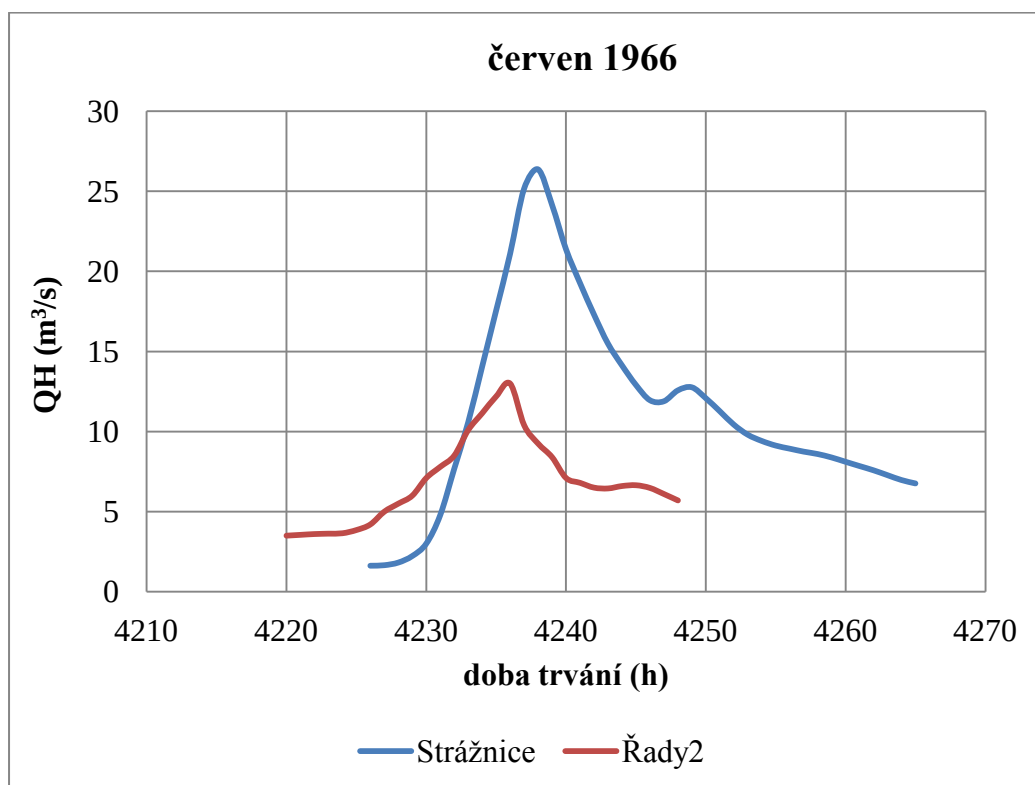
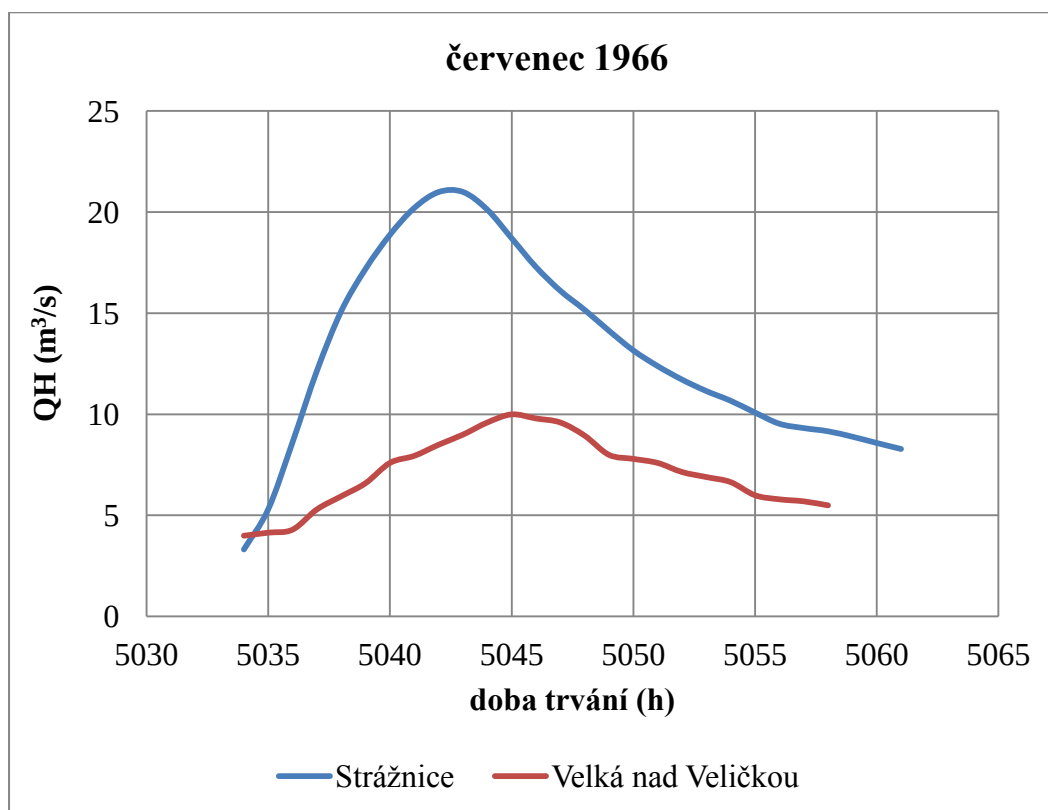
Příloha 1 – Hydrogramy povodní

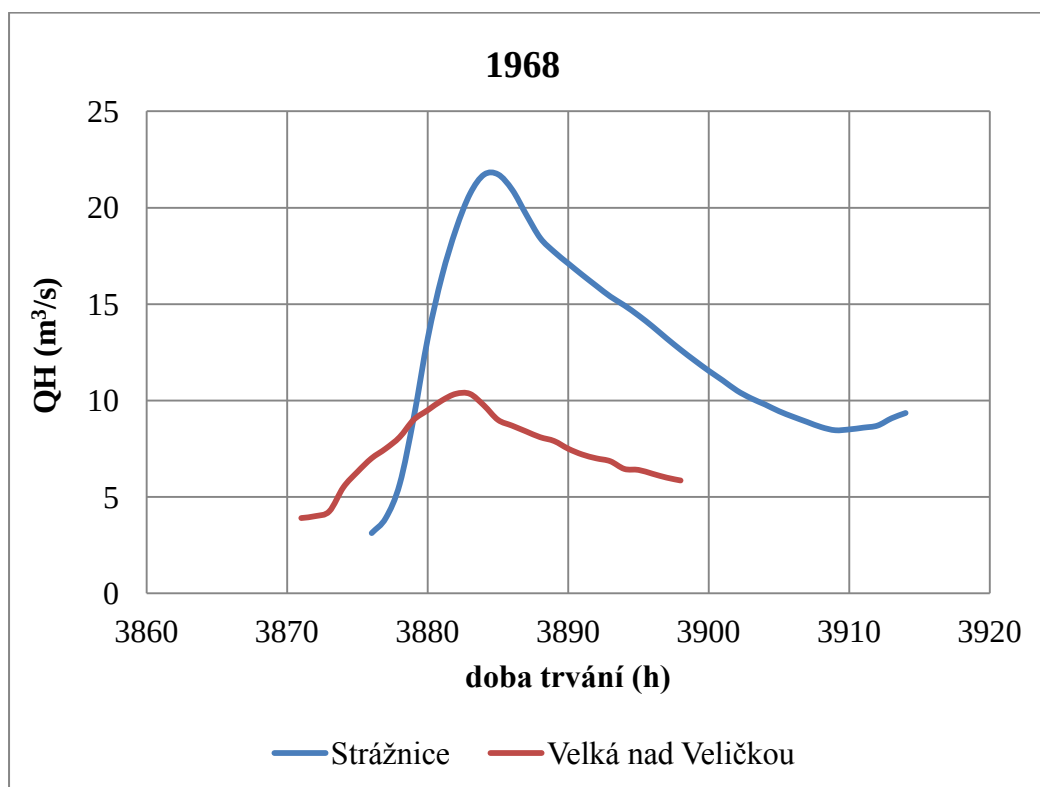
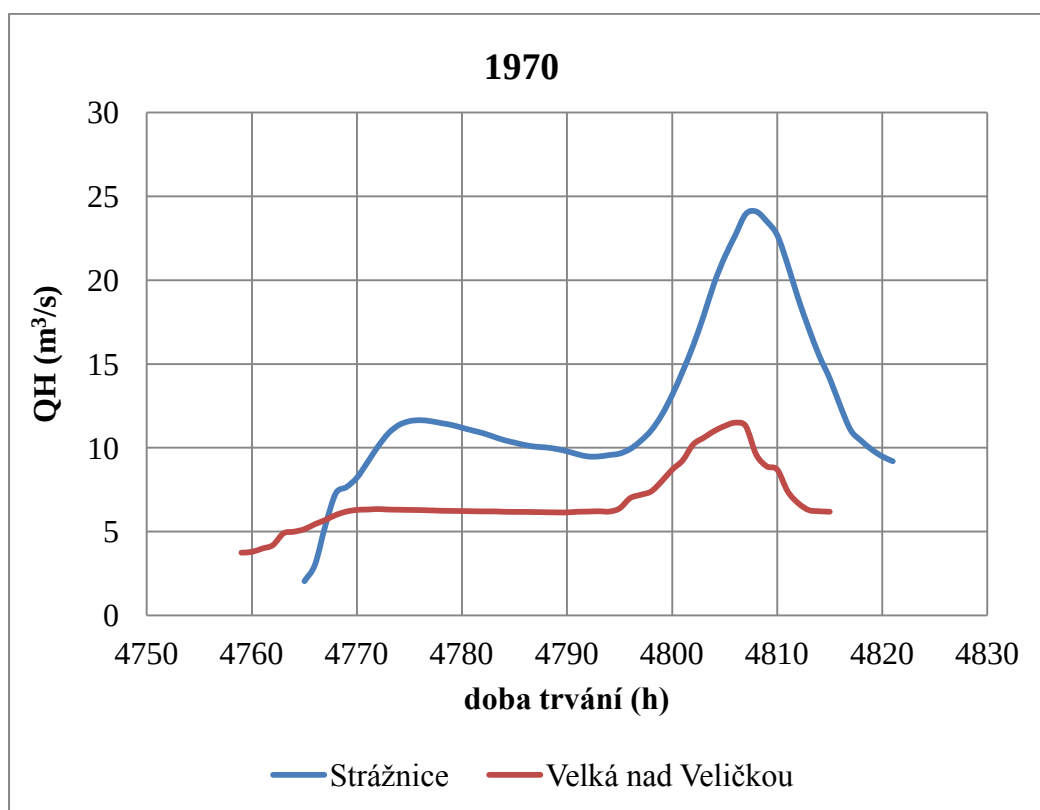


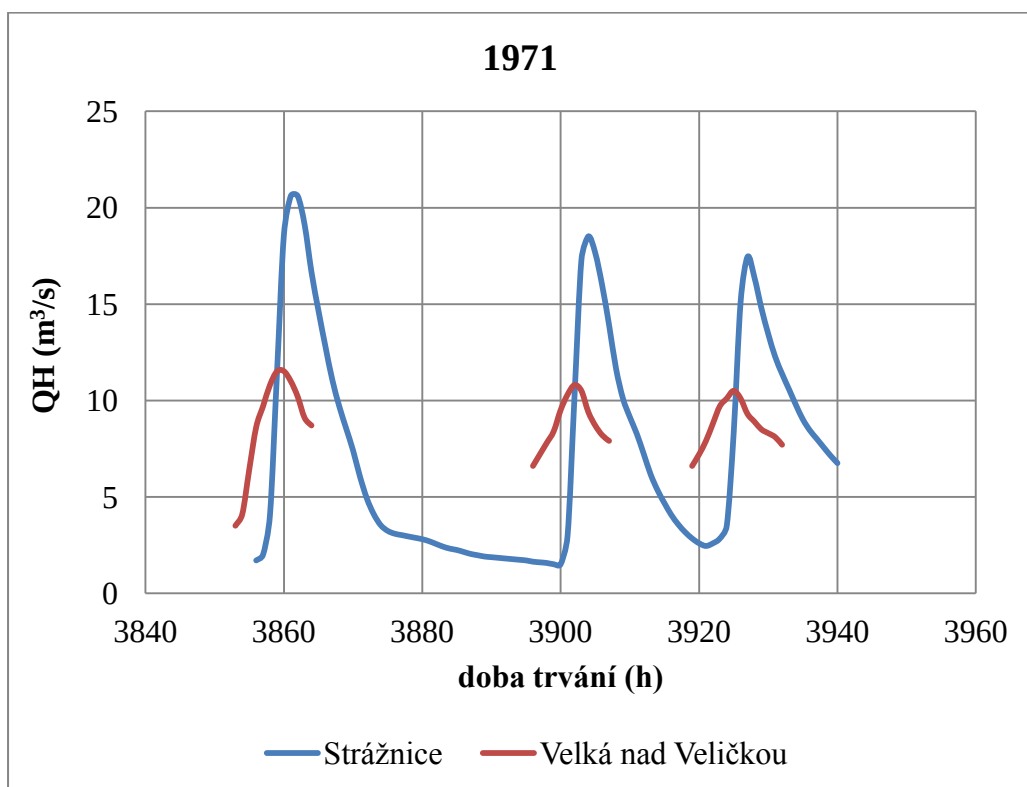
Graf 10 Hydrogram rok 1956



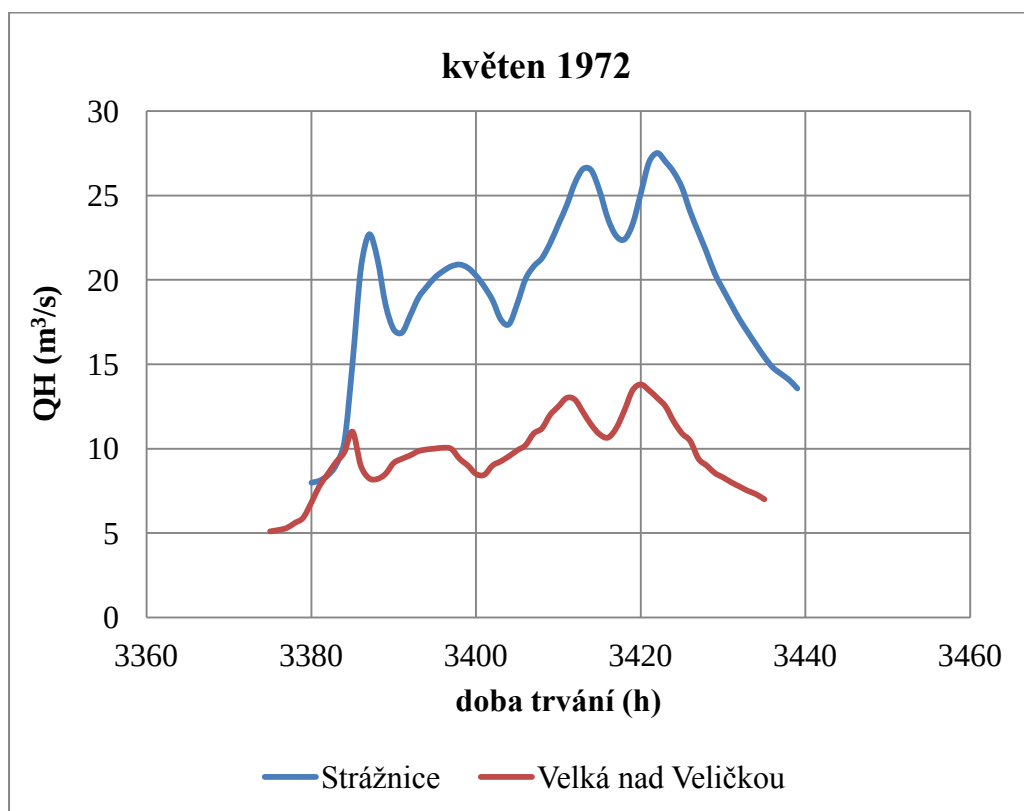
Graf 11 Hydrogram rok 1965

**Graf 12** Hydrogram červen 1966**Graf 13** Hydrogram červenec 1966

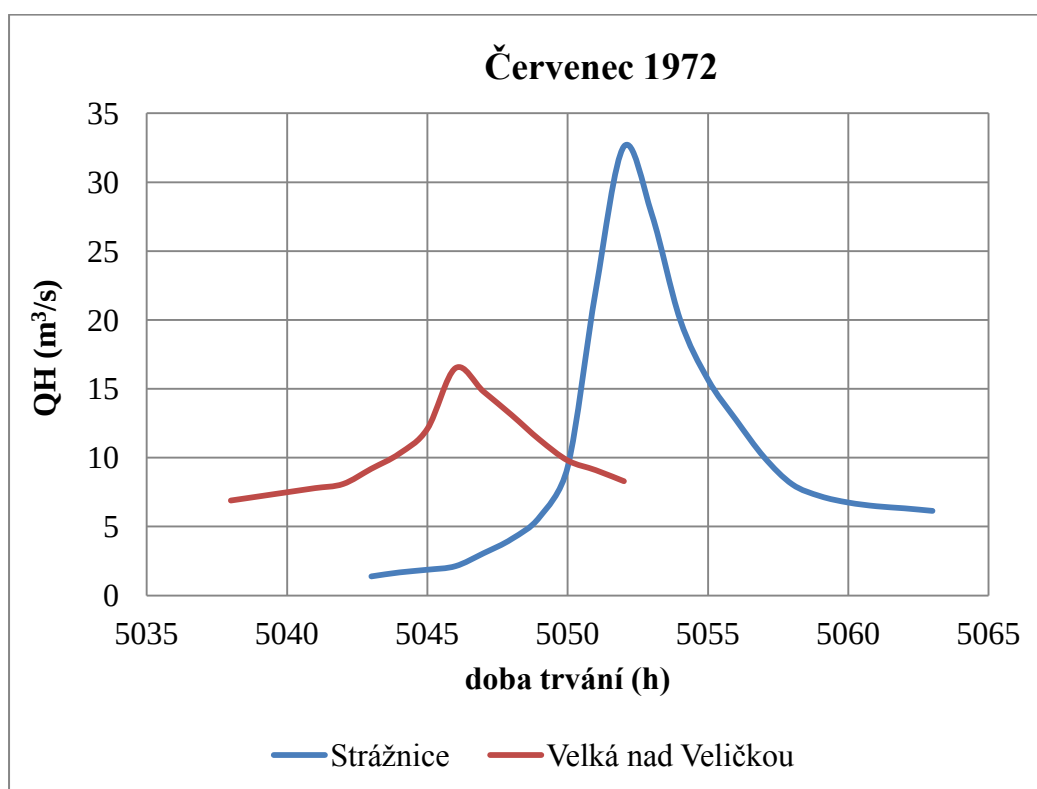
***Graf 14** Hydrogram rok 1968****Graf 15** Hydrogram rok 1970*



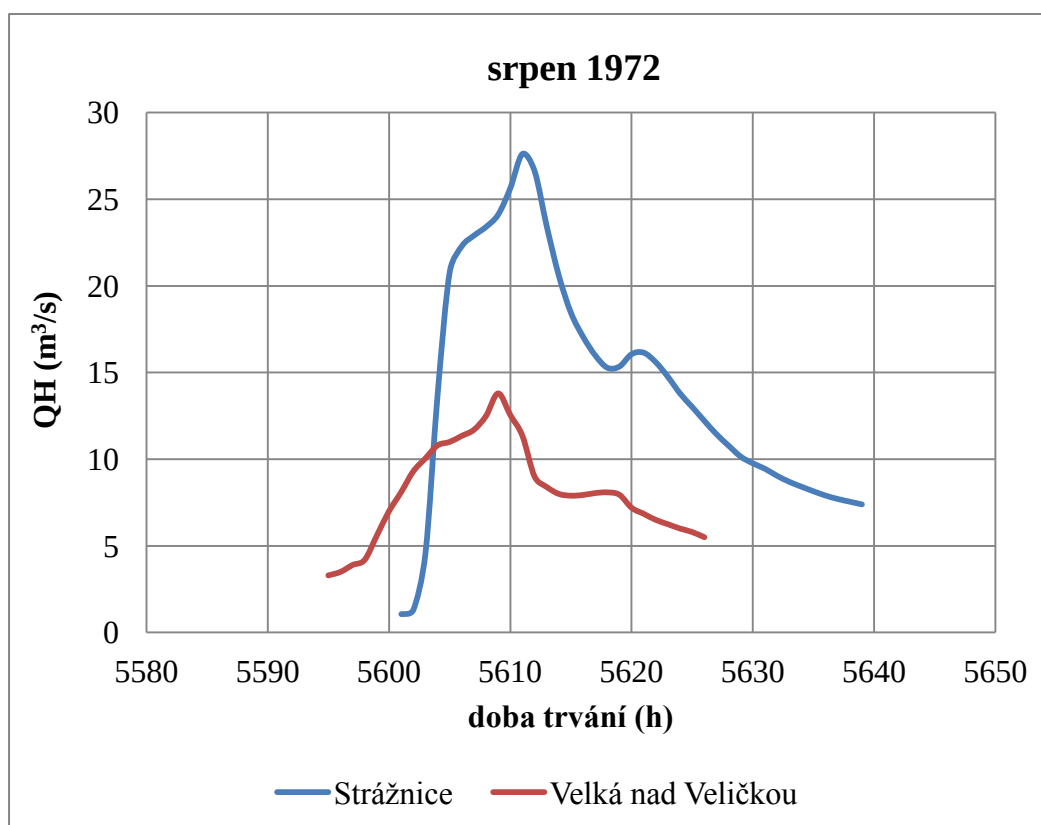
Graf 16 Hydrogram rok 1971



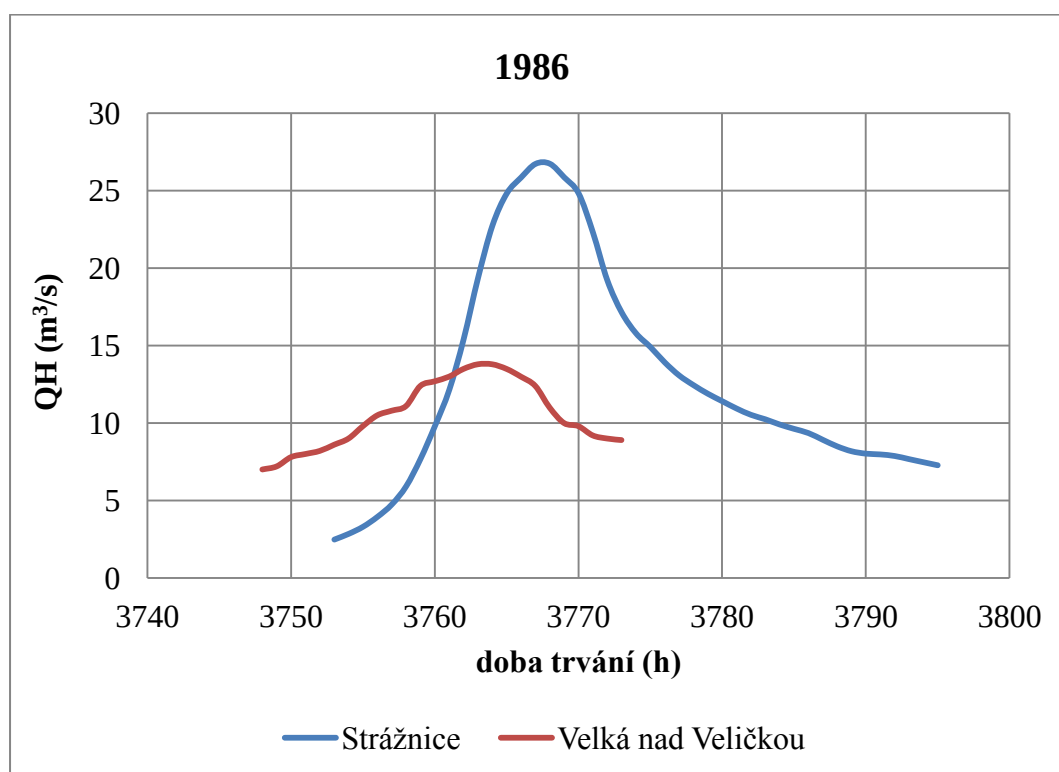
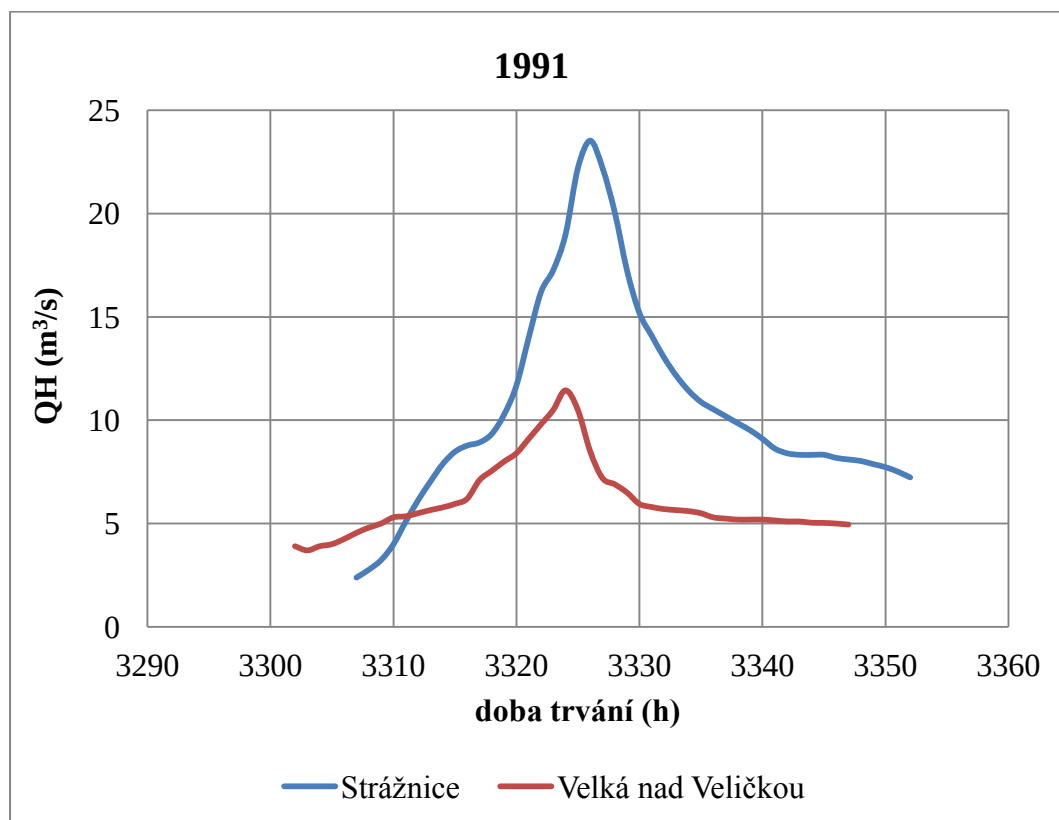
Graf 17 Hydrogram květen 1972

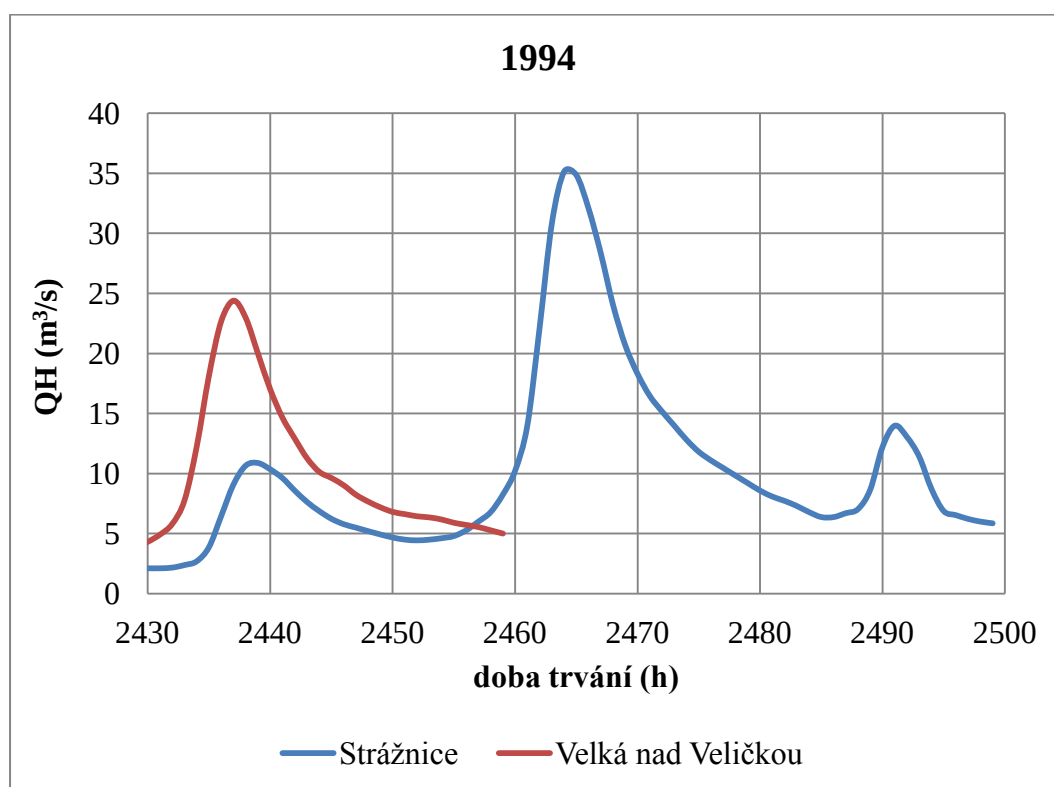
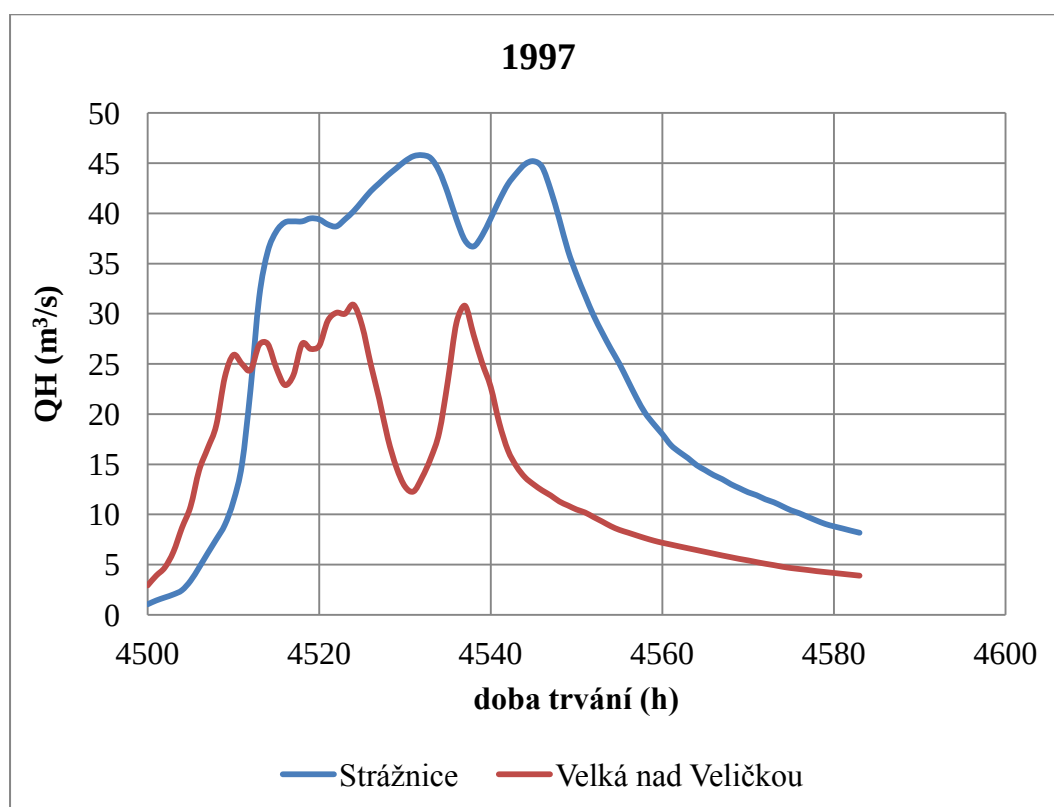


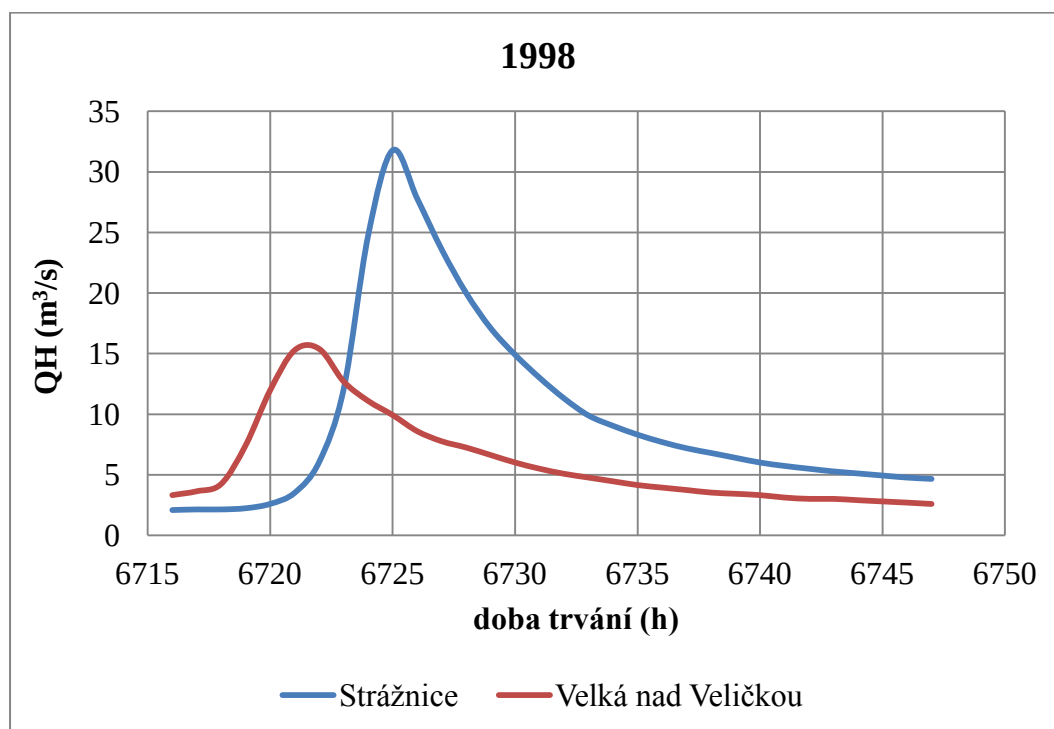
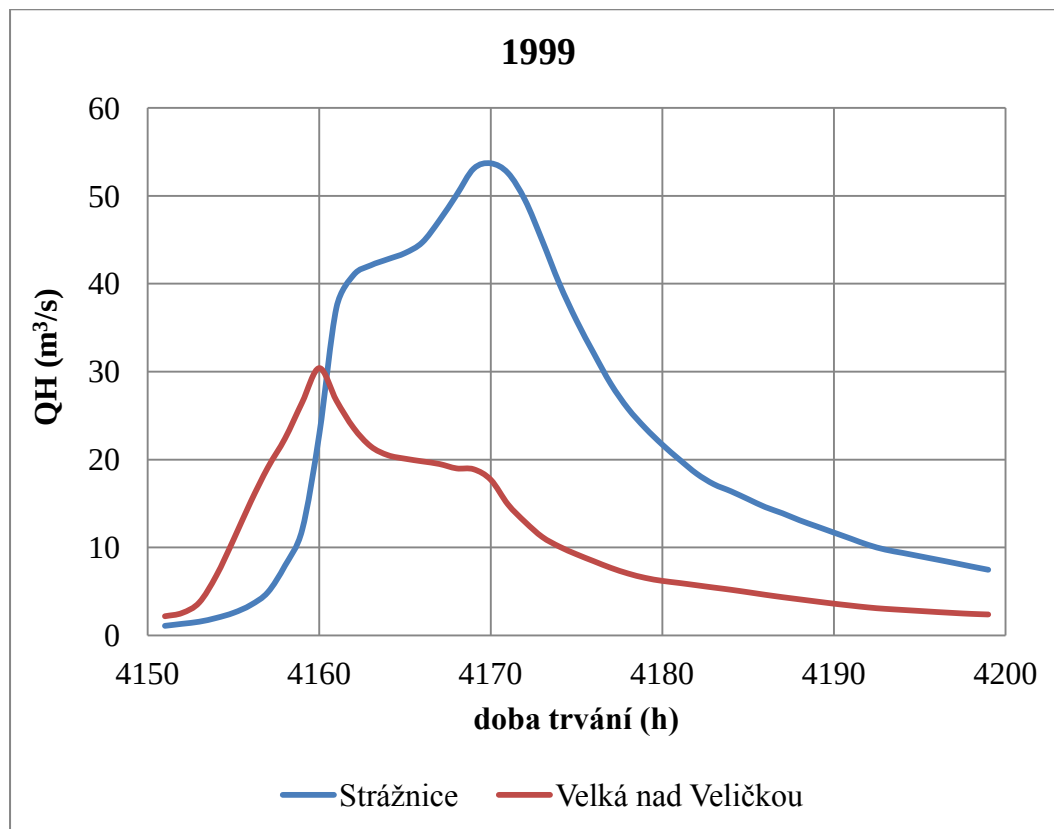
Graf 18 Hydrogram červenec 1972

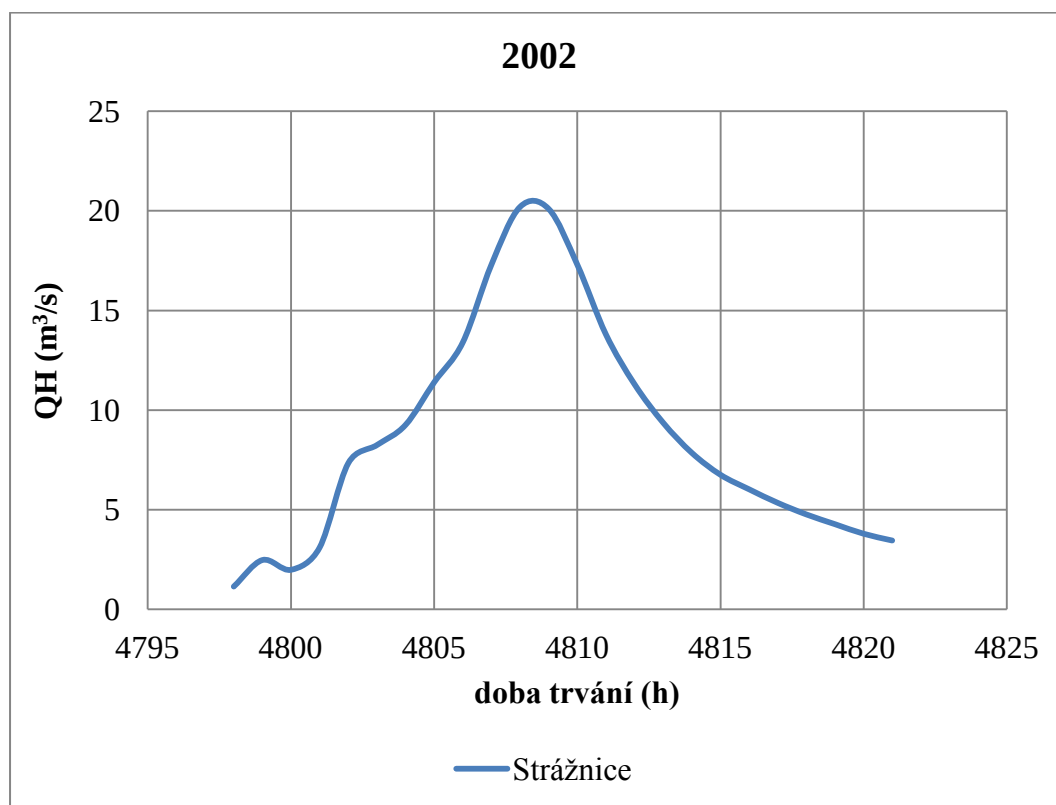
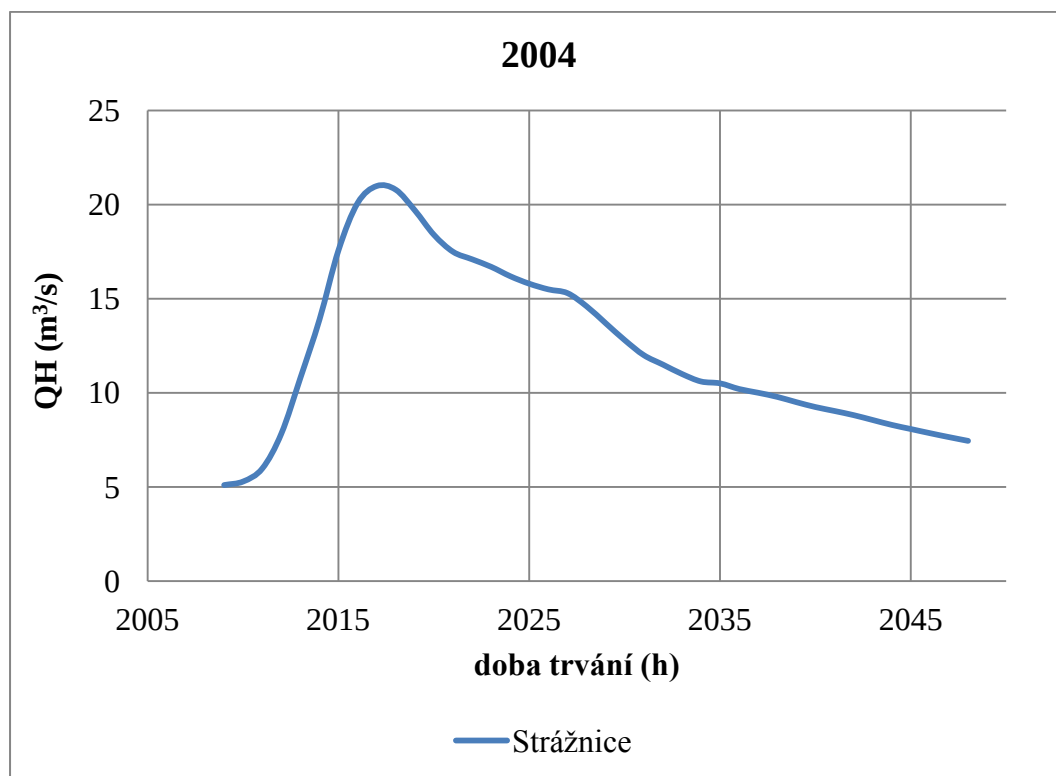


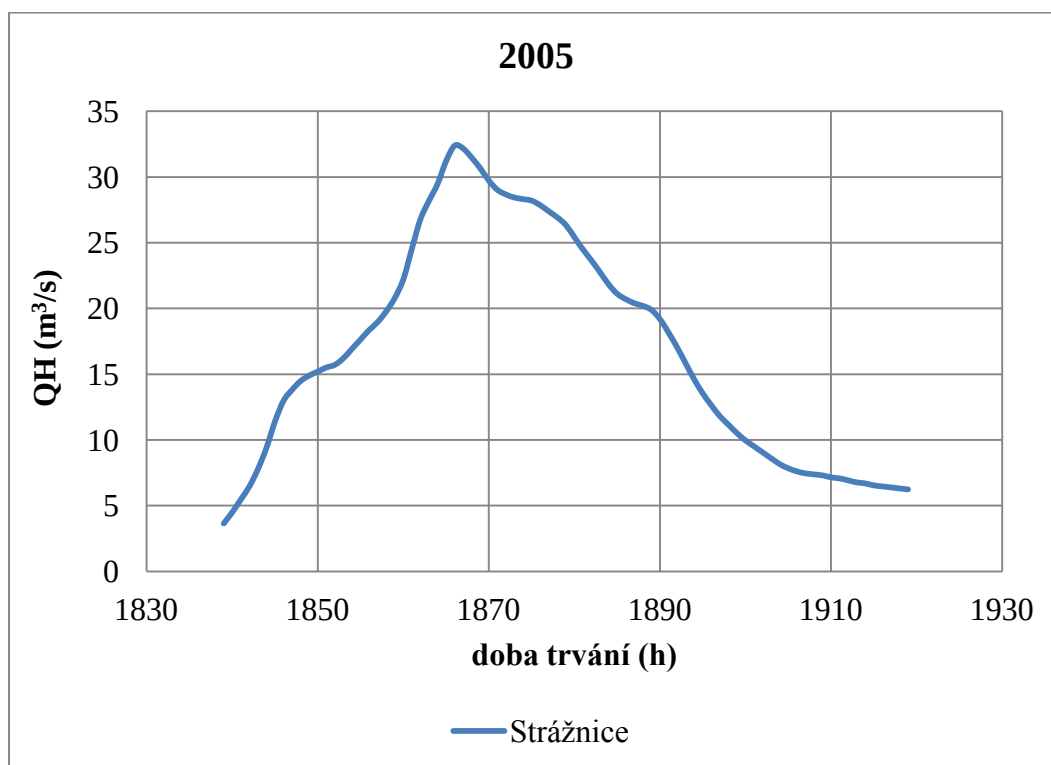
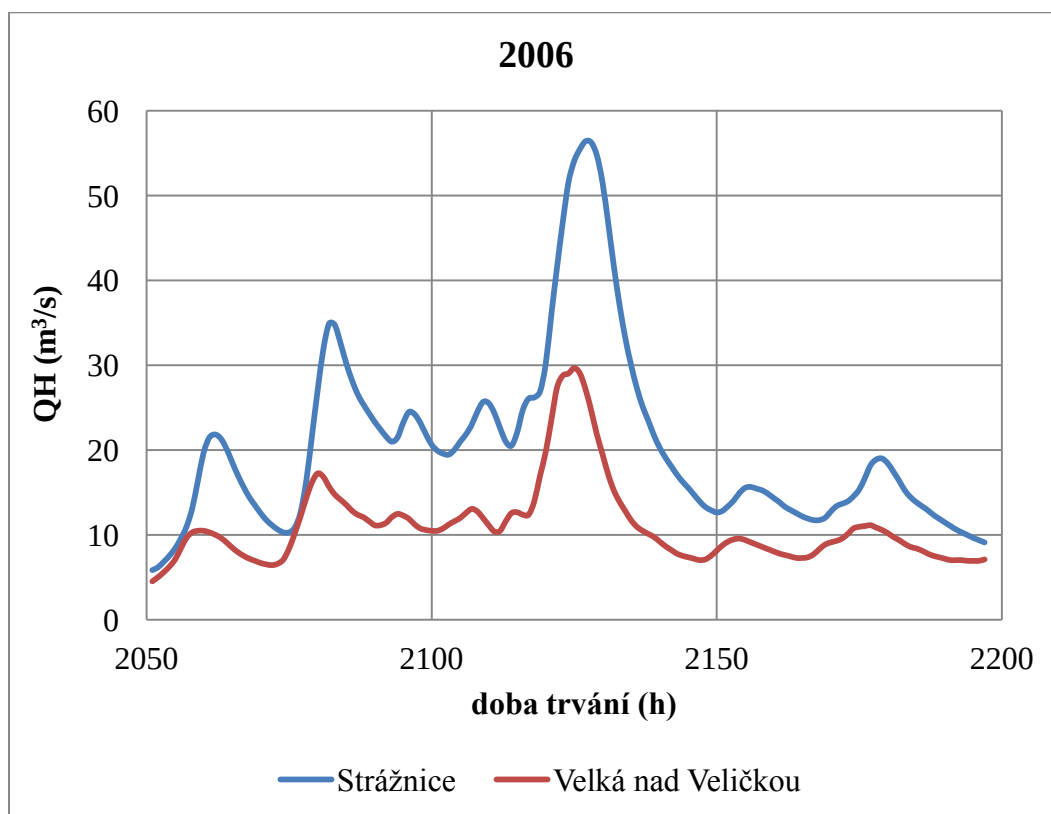
Graf 19 Hydrogram srpen 1972

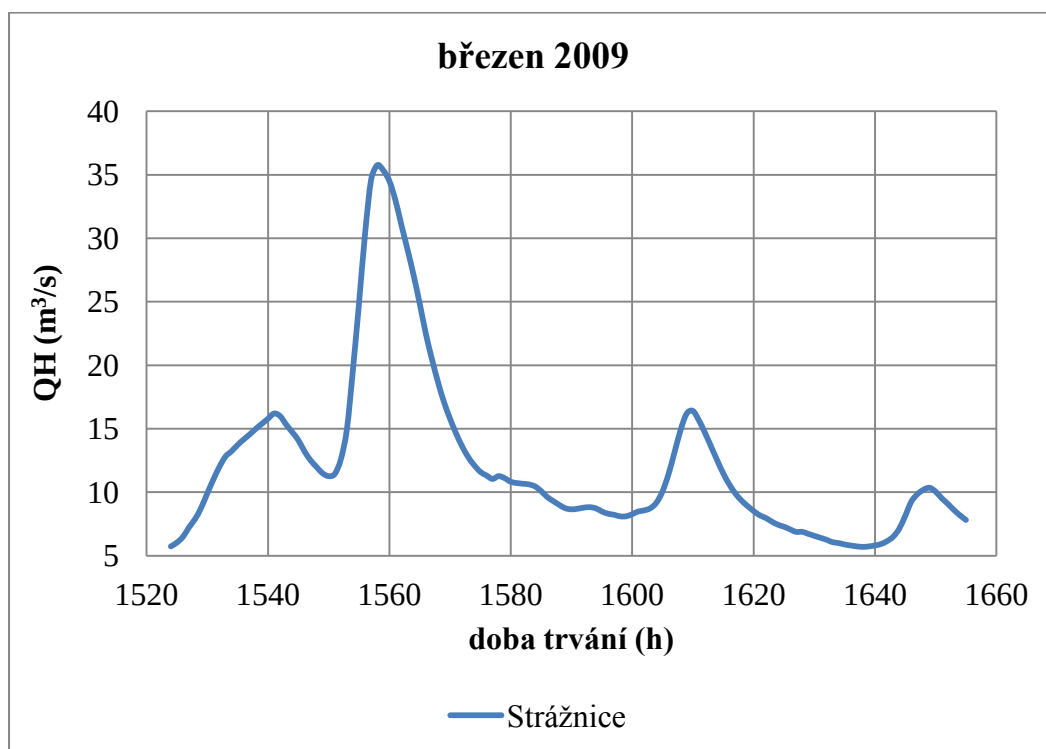
***Graf 20** Hydrogram rok 1986****Graf 21** Hydrogram rok 1991*

*Graf 22 Hydrogram rok 1994**Graf 23 Hydrogram rok 1997*

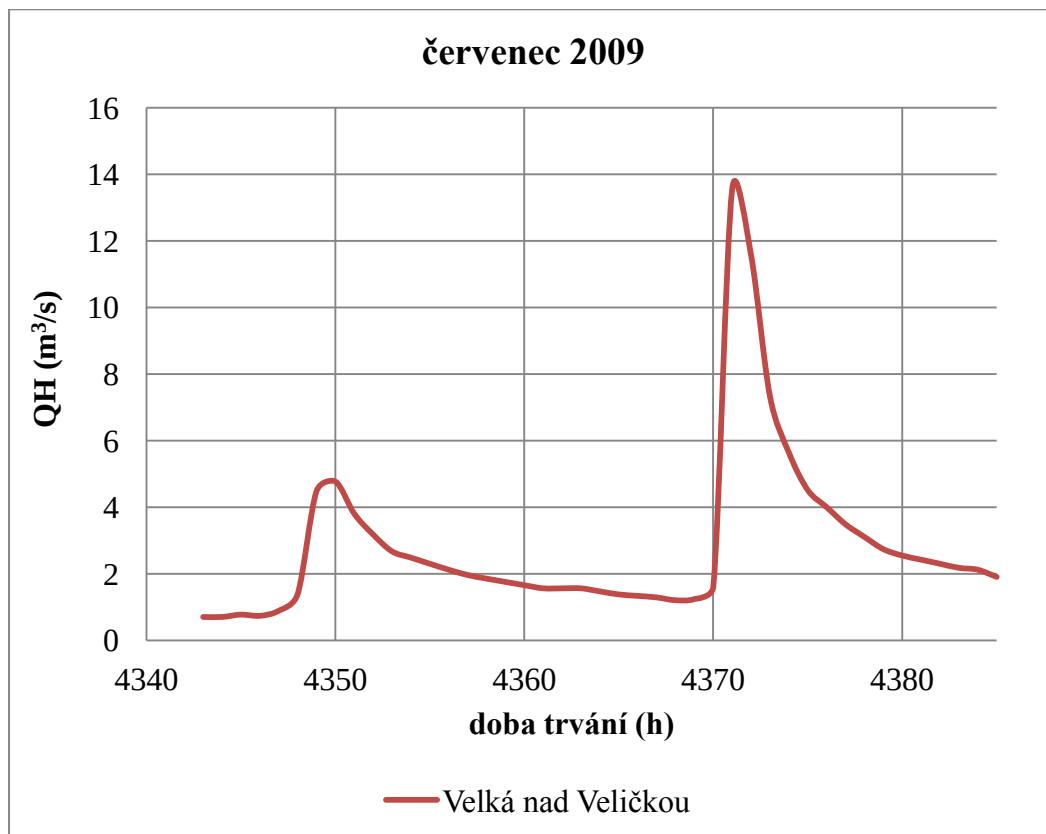
***Graf 24** Hydrogram rok 1998****Graf 25** Hydrogram rok 1999*

***Graf 26** Hydrogram rok 2002****Graf 27** Hydrogram rok 2004*

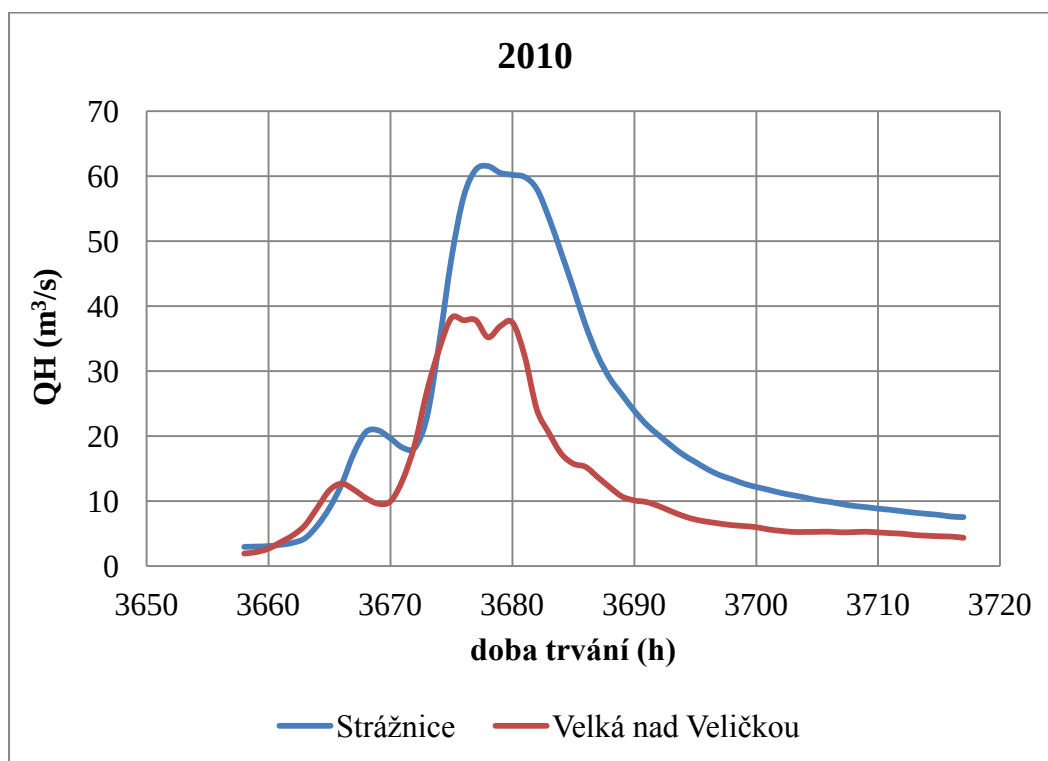
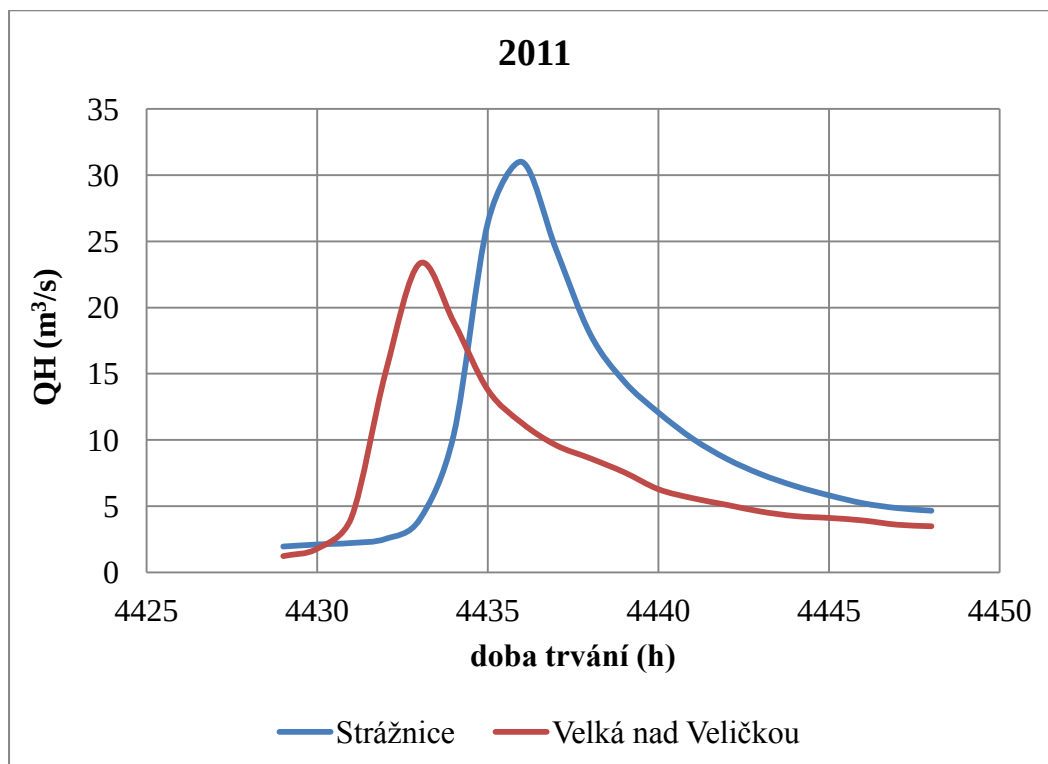
*Graf 28 Hydrogram rok 2005**Graf 29 Hydrogram rok 2006*

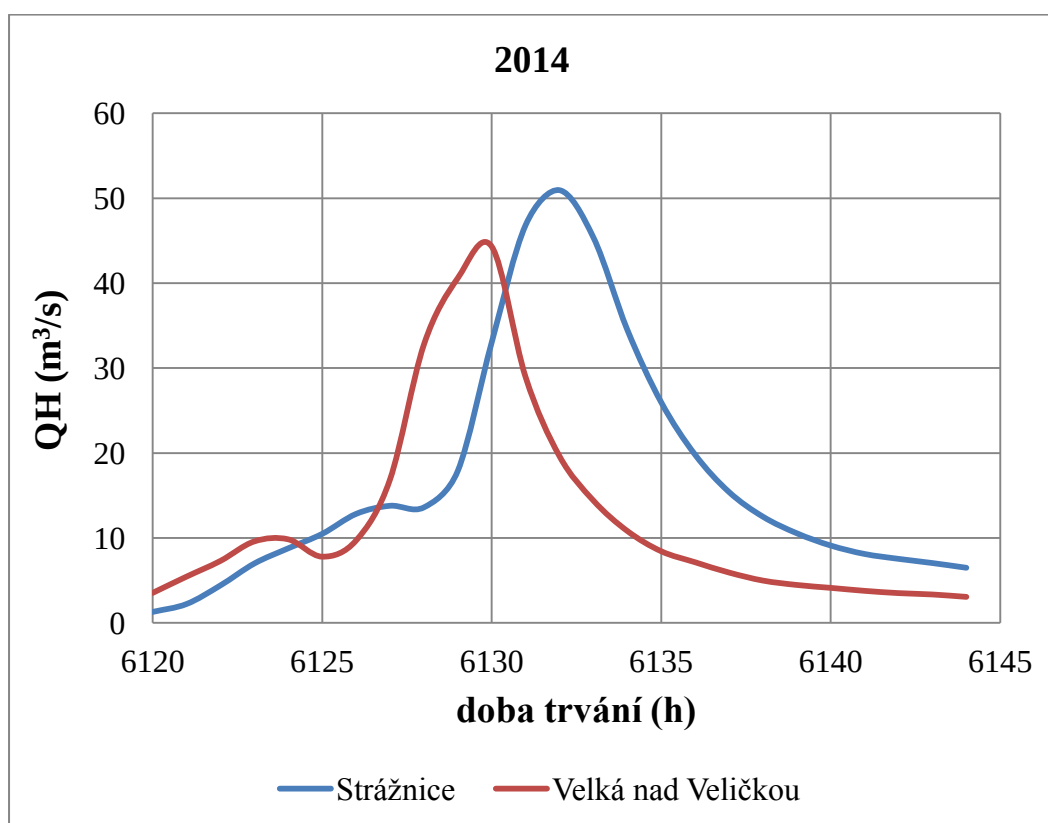


Graf 30 Hydrogram březen 2009



Graf 31 Hydrogram červenec 2009

***Graf 32** Hydrogram rok 2010****Graf 33** Hydrogram rok 2011*



Graf 34 Hydrogram rok 2014

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 29.5.2015

.....
podpis autora

Jan Barvík