

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Zemědělská fakulta**



**Studijní obor: Agroekologie**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Srážko-odtokové parametry na vybraných  
povodí Stropnice**

Autor:

**Bc. Diana Fraňková**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Lubomír Bodlák**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a s použitím uvedené literatury.

Diana Fraňková

V Českých Budějovicích 28.4. 2010

## **Anotace**

Diplomová práce Srážko-odtokové parametry na vybraných povodích Stropnice se zabývá měřením odtokových hodnot povrchových vod na pěti měrných profilech v oblasti Horní Stropnice. Cílem bylo zjištění a analýza dat na povodí Bedřichovského, Paseckého a Váčkového potoka, Humenické přehrady a v uzávěrovém profilu u Tomkova mlýna v letech 2007 – 2010, kde byly sledovány výšky vodních hladin. Po dosažení do konzumpční křivky byly vyhodnocovány průtoky pro jednotlivé části povodí a posouzení vlivu Humenické přehrady na průtokovou vlnu v uzávěrovém profilu. Mezi horními měrnými profily jednotlivých potoků nad Humenickou přehradou a měrným profilem u Tomkova mlýna nebyl zjištěn vliv Humenické přehrady na průtokovou vlnu v povodí Stropnice.

**Klíčová slova:** průtok, konzumpční křivka, povrchová voda, měrný profil

## **Anotace**

Dissertation work rainfall-drainage parameters on chosen river-basin Stropnice is dealing with measurement of drainage value of surface water on five specific profiles in the area of Horní Stropnice. The goal was discovery and analysis of information on the river-basin Bedřichovský, Pasecký and Váckový stream, Humenická dam and in closure profile at Tomkův mill in the years 2007 – 2010, where there were monitoring heights of water level. After substitution into discharge-rating curve were scoring flow rate for individual parts of river-basins and examination of influence Humenická dam on flow rate wave in the closure profile. Between the upper specific profiles of individual streams above Humenická dam and specific profile by the Tomkův mill there was not found any influence of Humenická dam on flow wave in the river basin of Stropnice.

**Key words:** flow rate, discharge-rating curve, surface water, specific profile

## Obsah

1. Úvod .....	6
2. Literární rešerže.....	8
2.1. Základní funkce a zdroje vody .....	8
2.2. Voda v krajině .....	9
2.3. Ochrana vody v krajině .....	10
2.4. Bilance vody v povodí.....	10
2.5. Základní hydrologické údaje .....	11
2.5.1. Povodí a rozvodnice .....	11
2.5.2. Srážky, výpar a odtok.....	12
2.6. Malé vodní toky .....	14
3. Zájmové území .....	16
3.1. Obecná charakteristika Novohradských hor.....	16
3.2. Zájmové území Stropnice.....	18
3.3. Charakteristika Bedřichovského, Paseckého a Váčkového potoka.....	19
3.3.1. Bedřichovský potok.....	19
3.3.2. Pasecký potok.....	20
3.3.3. Váčkový potok .....	20
3.3.4. Humenická přehrada.....	20
4. Metodika.....	22
4.1. Obecná hydrometrie .....	22

4.2. Zjištění povrchového odtoku vody .....	22
4.3. Činitelé ovlivňující odtok .....	23
4.4. Měrná zařízení .....	24
4.4.1. Vodočet .....	24
4.4.2. Limnograf .....	25
4.4.3. Hydrometrická vrtule .....	25
4.5. Měření rychlosti a směru proudění .....	25
4.6. Měření výšky vodního sloupce .....	26
4.7. Měření a určování průtoků .....	27
4.7.1. Přímé měření průtoků .....	27
4.7.2. Nepřímé měření průtoků .....	27
4.7.3. Určení průtoků pomocí rychlostních vzorců (Chezyho rovnice) .....	28
4.8. Vyhodnocení vodních stavů a konzumpční křivka .....	28
4.9. Zpracování měření vodních stavů .....	30
4.10. Vlastní zpracování dat .....	31
5. Výsledky .....	36
6. Diskuse .....	48
7. ZÁVĚR .....	53
8. Literatura .....	54

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Lubomíru Bodlákovi za vedení, odbornou pomoc a velkou ochotu a trpělivost poskytnutou při zpracování této práce

# 1. Úvod

Voda na naší zeměkouli, i v jejím ovzduší, je základním předpokladem pro vznik a udržení života a to nejen lidí a zvířat, ale i vegetace. Rozvojem stále se zvyšující životní úrovně vznikají kvalitnější technologie na větší úsporu vody, ale zároveň roste počet zdrojů znečištění. Tím roste potřeba vody. Ta je důležitou složkou přírodního bohatství, se kterou se musí odpovědně hospodařit. V přírodě se totiž voda vyskytuje jen v omezeném množství, prostorově i časově nerovnoměrně rozdělená. Předpokladem pro správné hospodaření s vodou je tedy nejen poznat její časové i prostorové rozdělení zásob, ale současně sledovat a poznat její režim v daných lokalitách (Hubačiková, 2002).

Dynamika rozvoje a využívání krajiny, posuzovaná měřítky posledního desetiletí, výrazně ovlivnila celou oblast souvisejících procesů přírodních, hospodářsko-ekonomických, ale i sociálních. Tyto procesy pak přímo či nepřímo mění i podmínky vytváření odtoku z povodí (Kulhavý, Kovář, 2000).

Zatímco v dávné minulosti se člověk spíše musel před vodou chránit, jakož to před živlem, v současné době sám ovlivňuje hydrologický cyklus a vůbec životní prostředí takovým způsobem, že v něm vyvolává takové změny, které jsou často nevratné ( Šilar, 1996 ). Hlavně změny organizace půdního fondu a využívání krajiny tedy ovlivňují poměry hydrologické i vodohospodářské v rámci dílčích povodí. Zejména u určitých typů malých povodí mohou mít tyto zásahy významný vliv na srážko-odtokový proces, přitom zřetelný projev lze sledovat v relativně krátkém časovém měřítku tak, jak jsou různé zásahy v povodí realizovány ( Kulhavý, Kovář, 2000 ).

Člověk převádí vodu ve velkém množství na velké vzdálenosti, hromadí ji ve velkých umělých nádržích nebo naopak velká území odvodňuje, používá ji k závlahám, čerpá podzemní vodu a používá vodu odvádění odpadů svojí činností.

Pokud řešíme vodní režim krajiny nebo pokud hodláme zlepšit odtokové poměry povodí, pak je nutné přistupovat k řešení celistvě, tedy vyhodnocení dané krajinné struktury a správné lokalizace navržených opatření ( Šilar, 1996 ).

Povodí malých vodních toků mají specifický charakter, vyznačují se malou rozvinutostí hydrografické sítě, na zemědělsky a lesnický využívaných malých a velmi malých povodích je často výrazněji vyvinut jeden tok, mnohdy ani údolnice není zřetelně vyvinuta. Tato skutečnost, spolu se způsobem využívání pozemků v povodí a jejich obhospodařování, se projevuje při tvorbě procesu maximálního odtoku z těchto povodí.

Moje data jsou získána z 5 měrných přelivů na povodí řeky Horní Stropnici – přítoky Bedřichovského, Paseckého a Váčkového potoka, Humenická přehrada a dolní uzávěrový profil u Tomkova mlýna u obce Byňov.

Hlavním cílem bylo shromáždit data z jednotlivých měrných profilů, vytvořit databázové tabulky pro zjištění srážko-odtokových parametrů a podle konzumpčních křivek odvodit a vypočítat dané průtoky. Dále jednotlivé hodnoty porovnat a zjistit, do jaké míry a za jakých podmínek Humenická přehrada ovlivňuje povodňovou vlnu v povodí Horní Stropnice.



## 2. Literární rešerže

### 2.1. Základní funkce a zdroje vody

Voda, která se vyskytuje na zemi, se souhrnně nazývá hydrosférou. Hydrosféra zahrnuje vodu atmosférickou neboli ovzdušnou, vodu povrchovou, tj. vodu na povrchu Země, vodu podpovrchovou jejíž nejvýznamnější je voda podzemní a vodu obsaženou v organismech (Šilar, 1996). Základní charakteristikou vody je její pohyblivost a neustálý oběh, který probíhá ve dvou hlavních oblastech, oběh vody v přírodním prostředí a oběh vody v uživatelských systémech (Výzkumný ústav vodohospod. T. G. Masaryka, 1997). Oběh vody je uzavřený a nazýváme jej hydrologickým cyklem nebo koloběhem (Šilar, 1996). Oběh vody v přírodě je umožněn slunečním zářením, zemskou gravitací, zemskou tepelnou energií a geochemickou energií (Tlapák, Šálek, Legát 1992).

Rozeznáváme dva oběhy vody v přírodě, které jsou založeny na shodném principu. Malý oběh – výměna vody se uskutečňuje pouze nad oceánem a s ohledem na rozsáhlost vodní plochy, čistotou ovzduší a slunečního záření je tento oběh nejintenzivnější. Při velkém oběhu dochází k výměně mezi oceánem a pevninou, v důsledku činnosti větru je již méně intenzivnější (Hubačíková, 2002). Existují i tzv. bezodtokové oblasti, ze kterých voda do světového oceánu neodtéká. Množství vody v atmosféře zůstává prakticky konstantní. Znamená to, že celkový výpar na Zemi je roven objemu srážek, které na ni vpadly (Kemel, 2000).

Voda má v celém národním hospodářství v živé přírodě i pro vlastní život člověka nezastupitelné místo, neboť přímo podmiňuje existenci veškerého přírodního bohatství na naší Zemi. S vodou je spojena i veškerá činnost v zemědělství závislá na výkonnosti kultivovaných živých organismů. (Tlapák, Kratochvíl 1982).

Voda na zemi se vyskytuje v omezeném množství, které je navíc nerovnoměrně rozděleno v prostoru i čase. Z počátku lidé úpravami vodního potenciálu sledovali pouze bezprostřední účinek hospodaření – závlahu, odvodnění, ochranu před povodněmi, plavbu. Teprve v pozdním středověku se vedle primárních účinků začaly

uplatňovat i účinky sekundární, zvláště v tom smyslu, že si lidé začali uvědomovat význam rozsáhlejších vodohospodářských úprav pro klima krajiny. V této souvislosti lze poukázat na stavbu rybníků, která umožňovala nejen chov ryb, ale současně i řešila hospodaření vodou v zemědělské krajině (Tlapák, Kratochvíl 1982).

## **2.2. Voda v krajině**

Voda má značný význam pro stabilitu přírodní i kulturní krajiny. Při jejím hojném zastoupení se vytváří zpravidla vysoká míra ekologické rovnováhy v krajině. Důvodem je okolnost, že vodních toky jsou osidlovány přirozenými rostlinnými a živočišnými společenstvy, které jsou jednou z hlavních složek ekosystému. Voda je pak schopna dynamicky reagovat na změny v systému a tím ho udržovat do určité míry stabilní (Zlatník 1973)

V zemědělské krajině jsou požadavky účelem jejího použití. Voda se využívá jako pitná, užitková, závlahová, nebo protipožární. Kromě toho také k rekreaci, chovu ryb a vodní drůbeže. Převládají zde umělé ekosystémy. Tvorba biomasy zde probíhá za využití přirozených přírodních zdrojů (půda, voda, sluneční energie). Pro udržení ekologické stability je nutné využití tzv. stabilizačních prvků – původní lesní porosty, druhotné lesní porosty, křoviny, vodní toky, a vodní plochy s doprovodnými břehovými porosty, zbytky přirozených stepních ekotypů s rozptýlenou zelení. Významnou funkci mohou mít také pastviny a louky s přirozenými rostlinnými společenstvy (Tlapák, Šálek, Legát 1992).

### **2.3. Ochrana vody v krajině**

Důležitým předpokladem správného hospodaření s vodou je důkladné prozkoumání vodních poměrů v krajině. Přitom je třeba vykonávat vodohospodářský rozbor. Tento rozbor vyžaduje delší čas a dlouhodobá měření. Při vodním hospodářství je mimořádně důležité zájmy ochrany přírody a krajiny (Valtýni, 1970). Aby se voda nestala omezujícím činitelem, musí být přírodní zdroje a jejich sběrná území trvale chráněny i vhodným systémem ochrany a organizace povodí. Úkoly na ovládnutí vodního režimu a ochrany půdy proti erozi jsou zahrnuty do celostátně koordinovaného vědeckého výzkumu (Dýrová, 1974).

Klimatické a půdní podmínky, morfologie území, hustota osídlení a dosažený stupeň rozvoje průmyslu, zemědělství a standardu bydlení na území České republiky vyžaduje systematickou ochranu vod a hospodaření s vodními zdroji. Ochranu vod je třeba chápat jako integrovanou ochranu množství a jakosti povrchových a podzemních vod. Jedním z nástrojů ochrany vody je i Státní vodohospodářská bilance, ve vazbě na dodržování minimálních průtoků ve vodních tocích a minimálních zásob podzemních vod (Výzkumný ústav vodohospod. T. G. Masaryka, 1997).

### **2.4. Bilance vody v povodí**

Hydrologické úlohy se řeší pro oblasti, z nichž srážková voda stéká do určitého profilu vodním toku, pro který lze kvantitativně vyjádřit složky vodní bilance. Taková plocha území se nazývá povodí a čára, která je ohraničuje je rozvodnice (Tlapák, Kratochvíl 1982). Povodí je základní hydrologickou oblastí, ve které zkoumáme odtokový proces a zjišťujeme vzájemný vztah bilančních prvků. Zároveň je hydrologicky uzavřenou oblastí v krajině, v níž veškeré srážky spadlé na povrch odtékají určitým tzv. uzavírajícím profilem (Kvítek a kol., 2006).

Vztahy mezi jednotlivými složkami hydrologického cyklu lze vyjádřit kvantitativně tzv. hydrologickou bilancí jako množství vody, které těmito složkami

prochází. Hydrologická bilance se stanoví pro určitý prostor a čas. Prostorem k němuž vztahujeme hydrologickou bilanci, může být jakékoliv území nebo orografický celek. Nejčastěji se se hydrologická bilance stanovuje pro orografické povodí, což má výhodu, že území je hydrologicky uzavřeným celkem, v němž lze snadněji zjistit vztahy mezi srážkami a odtokem (Šilar, 1996). Pokud se bilance provádí za dlouhou řadu let, mluvíme o tzv. dlouhodobé bilanci. Čím je období bilance kratší, tím je obtížnější nebo dokonce nemožné stanovit některé bilanční prvky, odpovídající jenom tomu jednomu konkrétnímu období (Kemel, 1991).

Hydrografický odtok je soustřeďován a odváděn z území hydrografickou sítí, což je soustava vodotečí s trvalým nebo občasným průtokem. Jednotlivé prvky sítě mohou být přirozené nebo uměle vybudované a tvoří kostru povrchového odtoku. Na stupni vývoje hydrografické sítě, tj. na její hustotě závisí plynulost odtoku povrchových vod, a tím i zdravý vodní režim půd (MZE 1977).

## **2.5. Základní hydrologické údaje**

### **2.5.1. Povodí a rozvodnice**

Odtokové procesy v korytě toku jsou výsledkem složitých klimatických a fyzikálně-geografických poměrů v povodí, které tvoří sběrnou srážkovou oblast v daném toku. Toto základní hledisko musí být na zřeteli při hodnocení hydrologického jevu v tocích a současně je třeba si uvědomit, že průtoky a jejich variabilita jsou produktem klimatických a fyzikálně-geografických faktorů v povodí. Z hydrologického hlediska je povodí jednoznačně určeno tím, že srážky na něm spadlé odtékají jedním uzavěřovým profilem (Hubačiková, 2002).

Základní hydrologickou oblastí, na které zjišťujeme vzájemný vztah bilančních prvků a zkoumáme odtokový proces, je povodí. Je to území vztažené k určitému profilu na toku, omezené rozvodnicí (Kemel, 1991). Rozvodnice je čára, která vymezuje plochu

daného povodí, prochází po nejvyšších místech daného povodí a odděluje jednotlivá povodí od sebe navzájem. Rozdělujeme rozvodnice hydrogeologické – rozvodnice podpovrchových vod, a rozvodnice orografické – rozvodnice povrchových vod. Hydrogeologická rozvodnice je závislá na geologickém složení nepropustných vrstev. Určit orografickou rozvodnici lze jednoduše z mapy terénu, kdežto hydrogeologická vyžaduje nákladný geologický výzkum (Hubačíková, 2002). Takto určená plocha povodí je plochou, z níž srážková voda, vypadlá na kterémkoliv místě, má možnost (za předpokladu že se nevypaří nebo nevsákne do půdy), stéci povrchově do říčního systému tohoto povodí a protéct jeho uzávěrovým profilem (Kemel, 2000).

### **2.5.2. Srážky, výpar a odtok**

Srážky se rozumí výsledek kondenzace nebo desublimace vodní páry v ovzduší, na povrchu území, předmětů a rostlinného krytu. Srážky jsou spolu s teplotou vzduchu základním činitelem určujícím ráz krajiny, její vegetační kryt, rozvoj zemědělství a také vodohospodářské poměry v krajině. Ovzdušné srážky které přicházejí na zemský povrch v hlavní formě jako déšť a sníh, se vyznačují velkou proměnlivostí a podle místa a způsobu vzniku je rozdělujeme na srážky horizontální a vertikální (Tlapák, Šálek, Legát 1992).

Horizontální se tvoří kondensací par bezprostředně na povrchu země, rostlinách či předmětech. Vertikální srážky vznikají ve volné atmosféře a podle právě existujících meteorologických podmínek z ní vypadávají buď jako déšť, sníh, kroupy apod. Množství horizontálních srážek je v porovnání s množstvím na Zem vypadlých vertikálních za období hydrologického roku z pravidla malé. Hrají však významnou roli např. v zemědělství, neboť jsou schopny pokrýt minimální množství vody, potřebné pro zachování života rostlin v období, kdy je normálních (vertikálních) srážek málo (Kemel, 2000).

Na koloběhu vody na Zemi, který má uzavřený roční cyklus, se významně podílí výpar. Pro podmínky střední Evropy se předpokládá, že výparem se ze spadlých srážek

vrátí do ovzduší 60% vody (Tlapák, Šálek, Legát 1992). Výparem z vodní plochy, povrchu rostlin a půdy se tvoří vodní páry, které ovlivňují vlhkost ovzduší. Rozeznáváme klimatický výpar a výpar z povrchu půdy, povrchu rostlin – evapotranspirace (Habučíková, 2002).

Odtok je ta část srážek, která se nevypaří, ale odečte. Vsakující se část srážek přispívá též k odtoku i když s časovým a místním posunem – pokud se připojila k zásobám podzemních vod (Valtýni, 1970).

Rozdělujeme povrchový odtok – představuje tu část vody z celkového odtoku, která odtéká po povrchu terénu. Podpovrchový odtok – ta část vody z celého odtoku, která odtéká po povrchovém terénu, ale není v kontaktu s hladinou podzemní vody. Podzemní odtok – ta část celkového odtoku vody, která odtéká jako součást podzemní vody (Hubačíková, 2002). Plošný srážkový odtok vzniká, když jsou srážky vyšší jak vsakovací schopnost půdy a výpar. Dešťová voda, voda z tajícího sněhu, a nebo jiných atmosférických srážek, stéká ve směru největšího sklonu (Valtýni, 1970). Nejdříve na krátké vzdálenosti od rozvodnice v tenké vrstvě (tzv. ronů), poté v mnohých stružkách, jež se postupně spojují ve větší. V těchto sníženinách terénu proudící voda tvoří koryta a tak vznikají potoky a řeky.

Hlavní tok se svými přítoky tvoří říční soustavu, která odvádí vodu z příslušného území, tzv. povodí. Systém říčních soustav tvoří říční síť určité krajiny (Kemel, 2000).

Množství plošného srážkového odtoku je ovlivněno především ovlivněno klimatickými, územními, půdními a biologickými poměry povodí i stupněm hospodářského využívání povodí. Klimatické poměry jsou charakterizované intenzitou, množstvím a časovým výskytem srážek, jsou základními předpoklady odtokového procesu (Tlapák, Šálek, Legát 1992).

Územní poměry mají významný vliv na konfiguraci terénu, na intenzitu zvětrávání, vznik více nebo méně propustných horních vrstev. Tím nepřímo ovlivňují samotný proces odtoku vody z povodí, mají vliv na množství vody, které vsakuje do spodních horizontů a poté dotuje toky daného území (Kemel, 2000). Rostlinná pokrývka povodí reguluje množství srážek zachycených na tělech rostlin, množství vody vsáklé, rychlost vody stékajících po svazích, velikost ztrát výparem, takže rovněž významně předurčuje jednotlivé fáze procesu odtoku vod z povodí (Kemel, 2000).

## 2.6. Malé vodní toky

Povodí malých toků, z kterých přitéká srážková voda do koryta toku, je vždy malé nebo menší velikosti, tvarově zaokrouhlené, protáhlé nebo prutovité, u horských potoků pahorkaté ( Jůva a kol., 1984 ).

Pro malé vodní toky jsou především charakteristické zvláštní poměry hydrologické, zejména vznik velkých vod z přívalových dešťů v letním období. Tyto deště mají krátkou dobu trvání, vysokou intenzitu a omezený plošný rozsah, takže se nejvíce uplatňují na malém povodí. Velké vody na malých tocích pak mají prudký vzestup, kulminaci s vysokým specifickým odtokovým množstvím a krátkou dobou trvání ( MZE, 1977 ).

Charakteristickými vlastnostmi malých vodních toků je charakter povodí, délka toku, podélný sklon dna toku, jeho průtokový režim a režim splavenin. Délka malých toků, udávající délku střednice koryta toku od jeho prameniště až do zaústění do toku vyššího řádu, je zpravidla malá. Průtokový režim malých toků je charakterizován velkou rozkolísaností průtoků, tj. množstvím vody protékající tokem v časové jednotce a velmi proměnnou vodnatostí. Malé průtoky se vyskytují v letních obdobích sucha a klesají až na absolutně nejnižší vodu. Střední průtoky protékají po větší část roku. Velké průtoky vznikají za jarního tání sněhu a zejména za současných dešťů, nebo po letních srážkových přívalech ( Jůva a kol., 1984 ).

Dalším specifikem malých vodních toků je, kromě toků v rovinných územích, často velký a velmi proměnlivý sklon koryta. Tato skutečnost značně ovlivňuje průtokové poměry koryta a splaveninový režim, který je pak odlišný od podmínek ve větších tocích. Charakter proudění vody a tím i průtokové poměry koryta jsou ovlivňovány jeho velikostí ( MZE, 1977 ).

Malé vodní toky jsou velmi hodnotným vodním zdrojem, pokud se vyznačují dobrou, kvalitní vodou a nepoškozují území polohovými změnami koryta, tvorbou a pohybem splavenin, povodněmi za velkých průtoků nebo jinými závadami. Malé vodní

toky jsou důležitým prvkem krajiny a uplatňují se v jejím vývoji různým způsobem (Jůva a kol., 1984).

Bezprostřední vliv vodního toku se projevuje na pobřežních pozemcích, které mohou být zalesněné, mohou být využívány zemědělsky nebo jsou zastavěny. Za příznivých podmínek se v lesní nebo zemědělské trati toku může samovolně vytvořit stav mezi tokem a územím, jehož výsledkem jsou dobré ekologické poměry pobřeží pozemků a dobrý stav vodoteče ( MZE, 1977 ). Méně příznivým až i škodlivým vlivem se projevují toky s nevhodně využívaným a erozně silně ohroženým povodím, se špatně vytvářenou a hlavně řídkou hydrografickou sítí, s nestabilními a nedostatečně prostornými koryty. Lze je využívat různými způsoby i v různé míře jednak podle jejich vlastností a vývojového stavu, jednak podle místních společenských potřeb ( Jůva a kol., 1984 ).

Při úpravě malých vodních toků jako zemědělských povodí se sleduje především zmezení záplav, které se vzhledem k charakteru povodí vyskytují především v letním období přívalových dešťů a jsou proto pro rostlinnou výrobu zvláště škodlivé. Při tom je třeba dbát na to, aby nešetrnou regulací příliš nepoklesla vodní hladina v korytě za normálních průtoků a neovlivnila tak nepříznivě hladinu podzemní vody v přilehlém území ( MZE, 1977 ).



## **3. Zájmové území**

### **3.1. Obecná charakteristika Novohradských hor**

Novohradské hory se nacházejí na česko-rakouském pomezí v jihovýchodním koutu Čech. V minulosti tvořily přirozenou hranici státu. Jako nepropustná hradba stanuly v cestě hlavním dopravním a obchodním spojením s rakouskými zeměmi. Spolu s blízkým okolím, zejména s městem Nové Hrady jsou Novohradské hory součástí jihočeské krajiny.

Celková plocha české části Novohradských hor je 162 km<sup>2</sup>, nejvyšším bodem je Kamenec (1.072 m), nejnižší bod má pouhých 645 m n. m. Střední výška pohoří činí necelých 810 m n. m. a převládá výšková členitost 200 až 400 metrů. Kromě Kamence leží ještě tři z celkem 18 vrcholů nad 1.000 metrů na našem území a to Myslivna (1.040 m), Vysoká (1.034 m) a Jánský vrch (1.011 m). Ostatní, včetně nejvyššího vrcholu Viehberg (1.112 m), leží na rakouském území. To co je na Novohradských horách mimořádné, je především vzácně zachovalá příroda ušetřená zásahů člověka díky své poloze v bývalém pohraničním pásmu. V roce 2000 zde byl vyhlášen Přírodní park Novohradské hory ( Hellebrandová, 2006 ).

Přírodní park Novohradské hory je rozsáhlá oblast s významnou přírodní a estetickou hodnotou, s harmonicky utvářenou horskou a podhorskou krajinou. Oblast, která je významná vysokým stupněm zachovalosti přírodního prostředí, na jehož formování se podílí přírodě blízké lesní a luční ekosystémy, rašeliniště, rybníky a prameniště, a dále dochované historické hodnoty území.

Původním typem zdejších lesů byly horské jedlo-bukové smíšeniny. Dnes se z nich zachovala řada pralesních zbytků, Žofínský prales a prales Hojná Voda jsou chráněny jako nejstarší střeoevropské rezervace již od roku 1838. Na nejvyšších hřebetech Novohradských hor navazují na květnaté bučiny značně ochuzené kyselé

horské bučiny. Pro náhorní polohy jsou typické řídké podmáčené smrčiny, s bohatými přízemními mechovými a rašeliníkovými koberci.

Novohradské hory jsou velmi bohaté na vodní biotopy a s výjimkou velkých nížinných řek a přirozených jezer jsou zde zastoupeny téměř všechny typy povrchových vod mírného pásu severní polokoule. Rozmanitost vod Novohradských hor je podmíněna především množstvím atmosférických srážek, jejich geologickým podkladem a reliéfem krajiny. Strukturně geomorfologická mapa Jihočeského kraje (Chábera, 1985) řadí severní část řešeného území do oblasti označené jako 2.3 – tektonické sníženiny s erozně akumulacním reliéfem na platformním pokryvu Českého masivu a 1. – údolní nivy větších vodních toků. Střední část patří k označení 4.5 – kerné členité pahorkatiny na fundamentu Českého masivu a 6.2 – kerné členité vrchoviny na fundamentu Českého masivu. Vlastní Novohradské hory na jihu území jsou zařazeny k 7.3 – ploché kerné hornatiny na fundamentu Českého masivu.

V důsledku poměrně nepříznivých hydrologických podmínek má zvodnění v Novohradských horách často jen místní charakter avšak retence vody v krajině je přírodně ovlivňována rostlinným pokryvem, především vysokým podílem zalesnění. Po hřebenech Novohradských hor protéká hlavní evropské rozvodí mezi Labem a Dunajem, tedy mezi severním a černým mořem. Většina zdejších toků přitéká do Labe, pouze některé malé potoky tvoří přítoky rakouských řek směřujících do Dunaje. Novohradské hory jsou významnou pramennou oblastí jihočeských řek. Hlavní řekou je Malše, která pramení v Rakousku pod vrchem Sandl, kde nejdříve protéká malou odlesněnou kotlinou, dále pokračuje mohutným zalesněným údolím směrem k české státní hranici (Chábera, 1972).

Kromě povodí Malše patří tento region také do povodí Lužnice, která také pramení v Rakousku. Na území ČR vtéká nedaleko Nové Vsi nad Lužnicí. V povodí Vltavy leží pouze severozápadní část regionu.

Většina vodních toků stékajících z Novohradských hor patří do povodí Malše, jen malá část na východě je odvodňována Lužnicí, která po přítoku do Třeboňské pánve vytváří charakteristickou říční nivou s přirozeně meandrujícím tokem.

Novohradské hory tvoří chráněnou oblast přirozené akumulace vod, která má význam také pro zásobení pitnou vodou větší části Jihočeského kraje. Z hlediska

vodních a mokřadních rostlin a živočichů je důležitá i funkce Novohradských hor jako biocentra neregionálního významu, zajišťujícího také propojení jak se Šumavou a dalšími horskými soustavami v ČR, tak i Alpami a kotlinou Dunaje (Chábera, 1982).

### 3.2. Zájmové území Stropnice

Zájmové území Horní Stropnice leží v Jihočeském kraji v podhůří Novohradských hor. Je tvořeno horním tokem řeky Stropnice, která pramení na rakouském území na jihovýchodním svahu Vysoké (1034 m). Na českou stranu vtéká poblíž pralesa Hojná Voda. Protéká přibližně severním směrem k obci Šejby sevřeným údolím o značném sklonu, který se před obcí Dlouhá Stropnice zmírňuje, vtéká do vodní nádrže Humenice u Horní Stropnice. Je pravostranným přítokem řeky Malše a vlévá se do ní v Dolní Stropnici ve výšce 410 m nad mořem. Délka povodí je 400,4 km<sup>2</sup> a délka toku je 54 km. Jedná se o vodohospodářsky významný tok.

Povodí leží na evropském rozvodí, které Novohradskými Horami prochází. Jedná se o evropské rozvodí mezi Severním a Černým mořem. Zasahuje do katastrálního území Bedřichov, Dobrá Voda, Dlouhá Stropnice, Hojná Voda, Horní Stropnice a Paseky. Spodní uzávěra zájmového území je v nadmořské výšce 470 m n. m., tvořena nivou řeky Stropnice u Tomkova mlýna (Hellebrandová, 2006).

Povodí řeky Stropnice je tvořena sedmi dílčími povodími. Jsou to povodí horního toku Stropnice (26,151 km<sup>2</sup>), povodí dolního toku Stropnice (10,597 km<sup>2</sup>), povodí Bedřichovského potoka (8,687 km<sup>2</sup>), povodí horního toku Veveřského potoka po Novohradský potok (12,163 km<sup>2</sup>), povodí Novohradského potoka (6,550 km<sup>2</sup>) a povodí Veveřského potoka nad potokem Novohradským ke Stropnici (2, 041 km<sup>2</sup>). Celková plocha tak činí 66,369 km<sup>2</sup>.

Stropnice je součástí povodí Malše a následně součástí Vltavy. Část povodí u pramene leží v Pohařské pahorkatině, část v okolí státní hranice patří do Jedlické vrchoviny. Největší část se nachází v Novohradském podhůří ve Stropnické pahorkatině. Nejnižší koryto řeky je v Nových Hradech 470 m. nad mořem. Průměrný sklon povodí je 64,2‰ (Chábera, 1982)

Řeka Stropnice je tok čtvrtého řádu. Od pramene po Nové Hrady tvoří říční síť se dvěma pravostrannými a dvěma levostrannými přítoky. Pravostranné přítoky jsou Váčkovský potok a Veveřský potok. Levostranné přítoky jsou Pasecký potok a Bedřichovský potok. Všechny přítoky jsou pátého řádu. Celkové povodí řeky Stropnice je vějířovitého typu (Sýkorová a kol., 2006).

Stropnice je druhým hlavním tokem na území Novohradských hor. Má na nejhořejším toku spád až 75%. Tento velký spád ale rychle klesá. Na úseku od ústí Bedřichovského potoka k Novým Hradům je 14,28%, u Nových Hradů je už jen 3,8 %.

### **3.3. Charakteristika Bedřichovského, Paseckého a Váčkového potoka**

#### **3.3.1. Bedřichovský potok**

Bedřichovský potok se nachází 7 km jihozápadně od Nových Hradů. Pramení na severozápadním svahu Kuní hory (925 m) a odvádí odsud vodu do Stropnice. Je to drobný částečně regulovaný tok v oblasti Novohradských hor se zastoupením bahnitopísčitých náplavů. Bedřichovský potok je levostranný přítok Stropnice. Bedřichovský potok se nachází v rozpětí nadmořských výšek 550 – 850 m n. m. Plocha povodí je 660 ha. Délka toku je 5,6 km. Křivolakost potoka je nízká ( $K=1,16$ ). Největší průměrný relativní spád Bedřichovského potoka k Novým Hradům je 59,8%. Celkový směr toku je severovýchodní. Nachází se zde 61 % lesů, 8 % luk, 29 % orné půdy (Sýkorová, 2006).

### **3.3.2. Pasecký potok**

Pasecký potok pramení nedaleko obce Hojná Voda, ústí v obci Dlouhá Stropnice. Směr toku je severovýchodní a odvodňuje tak východní svah Vysoké a Kraví hory. Délka toku je (3677) m, křivolakost 1,15, sklon 117,06 ‰. Plocha toku je 311 ha. Pasecký potok se nachází v rozpětí nadmořských výšek 660 - 800 m n. m., je položený ve svahu. Charakter dna hrubý písek a štěrk. Zalesněnost okolí tohoto potoka asi 86 %. Jako doprovodné porosty se zde nacházejí hlavně lužní lesy, habr, buk, jeřáb a jako břehové porosty jsou to mechy a kapradiny. Louky mají podíl 13 %, orná půda se zde nenachází. (moje z BP)

### **3.3.3. Váčkový potok**

Váčkový potok je pravostranným přítokem Stropnice. Pramení na severozápadním svahu Vyhlídky (708m.n.m.). Velká část toku je regulována a zpevněna betonovými tvárnicemi. Prochází soustavou tří rybníků, v současnosti nefunkčních (poškozených při povodni 1996) (Bodlák 2009) – ústní sdělení. Povodí Váčkového potoka tvoří z 65% les. Spodní část povodí je tvořena z 35% ornou půdou, s malým zastoupením trvalých travních porostů (méně než 1%).

### **3.3.4. Humenická přehrada**

Vodní dílo Humenice se nachází v říčním kilometru 45,100 říčky Stropnice v podhůří Novohradských hor pod obcí Horní Stropnice. Důvodem výstavby vodního díla Humenice byla ochrana zemědělsky obhospodařovaných pozemků v oblasti pod nádrží u Nových Hradů, které zde byly odvodněny a zúrodněny jako náhradní pozemky za území využitá pro stavbu jaderné elektrárny Temelín. Stavba přehrady tedy byla součástí výstavby jaderné elektrárny Temelín jako 3. stavba vodohospodářských opatření. Vodní dílo Humenice na Stropnici bylo postaveno v letech 1985 – 1988. Účelem vodního díla je především ochrana pozemků pod vodním dílem, dále zajištění minimálního průtoku pod vodním dílem 50 l/sec, využití hydroenergetického

potenciálu vody v instalované malé vodní elektrárně a využití akumulovaného objemu vody v rozsahu provozního kolísání hladiny pro potřeby rybářství a sádek ve Štiptoni. Nádrž délky cca 1,5 km zasahuje katastrální území obcí Horní Stropnice a Humenice, maximální objem vody v nádrži je 808 000 m<sup>3</sup>, zatopená plocha 15,6 ha. Břehy nádrže jsou přírodního charakteru, nezpevněné. Vzhledem k charakteru nádrže jsou v horní části nádrže zachovány nešlechtěné dřeviny ( www.pvl.cz)



Obrázek č.1 Hydrologická mapa povodí Stropnice

Na mapě je červenou barvou vyznačeno povodí Stropnice s jednotlivými přítoky a žlutou barvou jsou zvýrazněna místa s umístěním měrných přelivů.

## **4. Metodika**

### **4.1. Obecná hydrometrie**

Úkolem hydrometrie povrchových vod je především stanovení kvantitativních hodnot hydrologických prvků, jako jsou vodní stavy, průtoky, splaveniny, teploty a ledové úkazy. Vedle měřících metod a používaných přístrojů je nutné přihlídnout k vzájemné návaznosti a ovlivnění jednotlivých jevů (odvození jednotlivých průtoků vychází z měření vodních stavů, vyhodnocení průtoků plavenin se váže na průtoky vody apod.). Všechna měření se vztahují ke konkrétním vodním útvarům a k času výskytu jednotlivých jevů (Kříž a kol., 1988).

Hydrometrie zabezpečuje potřeby hydrologického výzkumu, provozních úkolů vodohospodářských organizací i pracovníků na úseku vodního hospodářství v průmyslových podnicích.

Měření průtoků náleží k základním úkonům, prováděným s četnou frekvencí. Zjištěné hodnoty mají všestranný nejen pro další hydrologické využití a také význam provozně ekonomický.

### **4.2. Zjištění povrchového odtoku vody**

Povrchový odtok vody zjišťujeme buď přímo prostřednictvím různých měrných zařízení, anebo z bilančního vztahu mezi srážkami, výparem a odtokem. Přímé měření průtoků je možné pouze při malých vydatnostech pramenů a jen ve výjimečných případech také u větších toků zachycováním vody do nádrže.

Nejrozšířenější způsob zjišťování průtoků je prostřednictvím vodních stavů a měrných křivek. Méně obvyklé je používání průtokoměrů nebo přepadových zařízení. V každém případě se používá automatické zaznamenávání vodních stavů limnigrafy nebo podobnými přístroji (Čermák, 1970).

Souhrn charakteristických změn stavu vody v čase se obvykle označuje jako režim vod nebo hydrologický režim. Projevuje se dlouhodobými, ročními, sezónními, i denními výkyvy vodních stavů, průtoků, teploty vody, změnami množství splavenin unášených vodou v korytě, změnami tvaru a průběhu říčního koryta, břehovými změnami a jiné.

### **4.3. Činitelé ovlivňující odtok**

Množství vody odtékající z povodí určitým profilem toku je výslednicí řady činitelů, z nichž rozhodující v našich podmínkách jsou atmosférické srážky, které svým množstvím a časovým rozdělením předurčují časový průběh odtoku.

Vztah mezi srážkami a odtokem není však přímý. Je modifikován jednak aktivně ostatními klimatickými faktory, jejich dynamikou vývoje, pasivně ostatními fyzicko-geografickými činiteli, kteří jsou v daném povodí stálé. Mimo to se projevuje i vliv člověka

Z klimatických faktorů se uplatňuje rozhodující mírou sluneční záření, teplota a vlhkost vzduchu, intenzita výměny vzdušných mas, které ve svém komplexu ovlivňuje výparnost, a tím bilanční poměry v povodí.

Na rozdělení celkového odtoku mezi povrchový a podzemní působí činitelé ovlivňující vsak, tj. půdní a geologické poměry, vegetační kryt, úprava půdy na velkých výměřích při lesním a zemědělském hospodářství.

Geologické podloží a jeho propustnost má význam pro utváření odtoku v období bezdeští. Ovšem nepropustné vrstvy (krystalické horniny, ruly, slídy) s málo mocným



půdním překryvem snižují celkovou retenční kapacitu povodí a spolupůsobí při prudkém stoupaní průtoků při vydatnějších deštích.

Hustota vodních sítí a jejím uspořádáním související geometrické vlastnosti povodí (tvar, délka údolnice) a spádové poměry, rozhodují o rychlosti odtoku v povodí, jeho koncentraci v určitém profilu toku. Tedy tyto faktory působí především při utváření extrémních průtoků.

Velikost povodí se jednoznačně uplatňuje při maximálních průtocích. Se vzrůstající plochou povodí klesá maximální specifický odtok. Rovněž lze konstatovat, že čím je menší povodí toku, tím rovnoměrněji je rozdělen odtok v roce.

Všechny tyto faktory působí současně, komplexně, v různých kombinacích, takže souvislosti mezi atmosférickými srážkami a odtokem jsou mnohdy úplně zastřeny. Podstatně zasahuje i působení člověka, zvláště výstavba vodních nádrží, agrotechnika, uspořádání cestní sítě, výstavba měst a sídlišť, rozsáhlé odvodňování apod. (Krešl, 2001).

## **4.4. Měrná zařízení**

### **4.4.1. Vodočet**

Nejjednodušším zařízením je **vodočet**. Je vyráběný ze smaltového plechu nebo melaninu. Jeho stupnice je dělena na metry (označené římskými číslicemi), decimetry (označené arabskými číslicemi) a dále nejčastěji po dvou centimetrech, takže sudé hodnoty stavů se odečítají přímo a liché hodnoty stavů se odhadují. Pro měření stavů na malých tocích a na přelivech se používá vodočtů s dělením po centimetrech nebo polovinách centimetrů. Při měření musí být umístěn na vodním útvaru tak, aby voda

vždy sahala k vodočtu a měření stavu bylo zajištěno v celém rozkvyvu vodních hladin ve svislé rovině.

#### **4.4.2. Limnograf**

Nejrozšířenějším snímačem hladiny patří **limnigrafy**. Kolísání stavů se u nich zaznamenává pomocí plováku zavěšeného na lanku nebo na perforovaném kovovém pásku vedeném k protizávaží. Výsledkem je grafický analogový záznam.

#### **4.4.3. Hydrometrická vrtule**

Pro rychlost proudění vody se používá **hydrometrická vrtule**. Jejím základem je pohybová část (vrtule, osa), tělo vrtule s kontaktním zařízením (popř. přídavná závaží), signální zařízení a směrový stabilizátor. Nezbytnou součástí každé hydrometrické vrtule je soutyčí s délkovou stupnicí pro měření hloubek nebo závěs s manipulačním zařízením. Při měření se využívá závislosti mezi počtem otáček vrtule (rotoru) a rychlostí proudění vody. Počet otáček je úměrný rychlosti tekoucí vody, měříme tedy počet otáček za sekundu.

#### **4.5. Měření rychlosti a směru proudění**

Základní charakteristikou pohybu voda v povrchových vodních útvarech je rychlost a směr proudění vody. Pohyb vody je buď laminární (jednotlivé částice vody se pohybují rovnoběžně stejným směrem) nebo turbulentní (jednotlivé částice se pohybují

různými směry různou rychlostí. V povrchových vodních útvarech se turbulentní pohyb vyskytuje nejčastěji. Vzhledem ke stálým změnám rychlosti vody v jednotlivých bodech průtočného profilu se v hydrometrické praxi používá průměrná hodnota rychlosti v bodě, v příčném průřezu po dráze apod. K měření rychlosti proudění v otevřených korytech se používá nejčastěji hydrometrické vrtule. Rychlost proudění vody se udává v jednotkách [ m/s<sup>-1</sup> ] (Kříž a kol., 1988).

#### **4.6. Měření výšky vodního sloupce**

Hloubka povrchových vod se měří tyčí (latí), hloubkoměrným tělesem na závěsu nebo ozvěnovým hloubkoměrem. Hloubka vody představuje svislou vzdálenost dna vodního útvaru od hladiny vody.

K měření hloubek pomocí závěsu se používá hydrometrické vrtule na závěsu nebo jiného hloubkoměrného závaží na laně. V proudící vodě dochází v důsledku odporu lana a zavěšeného tělesa k jejich snášení po proudu. Změřené vzdálenosti nejsou svislé a je nutné u nich provádět opravy. Opravy závisí na dovinuté délce závěsného lana a odchylce lana od svislého směru.

Využívání ozvěnových hloubkoměrů je především tam, kde zjištění hloubek je hlavním účelem prováděného měření. S ohledem na případné měření průtoků vede použití ozvěnového hloubkoměru k oddělení měření hloubek a rychlosti proudění vody. Měření se provádí dvěma přístroji, proto je toto měření nevýhodné a mnohdy i chybné.

K měření hloubek tyčí, se využívá hydrometrické vrtule. Hloubka vody se odečítá tehdy, když podélná osa vrtule je v úrovni hladiny. Při měření těchto hloubek je nutné dbát na svislou polohu tyče (Kříž a kol., 1988).

Režim výšek a průtoků vody v korytě závisí na meteorologických, geologických, vegetačních a dalších charakteristikách povodí, na uspořádání sítě toků (např. kumulace průtoků na soutoku větších toků), na manipulaci s průtoky na vodohospodářských objektech a na celkovém charakteru koryta, nivy a vegetačního doprovodu koryta (Kubeš, 1997).

## **4.7. Měření a určování průtoků**

Stanovení průtoků v tocích v kterémkoli místě a čase je základním hydrologickým úkonem a důležitým údajem pro vodohospodáře. Ze znalosti časového a prostorového kolísání průtoků v říční síti můžeme hodnotit plošný odtok z povodí, zjišťovat příčiny jeho vzniku, srážko-odtokové vztahy a provádět vodní bilance.

Průtoky se ale ve většině případů nedají měřit přímo, proto na základě hodnot získaných měření a sledováním vodních stavů pak odvozujeme příslušné průtoky

Průtok je definován jako množství vody, které proteče za jednotku času daným průtočným profilem ( $\text{m}^3/\text{s}^{-1}$ ) a měříme ho několika metodami.

### **4.7.1. Přímé měření průtoků**

Tato metoda se používá pro měření malých průtoků, na potocích, při měření vydatnosti pramenů i při průzkumech. Pro přímá měření upravujeme měrný profil, používáme kovové přepady a drenážní trubky. Měření se provádí tak, že změříme 3x po sobě čas, za který se nádoby naplní. Z toho vyplývá, že přímé měření průtoků je měření nepřetržité.

### **4.7.2. Nepřímé měření průtoků**

Spočívá v tom, že se průtok neměří přímo, ale měří se rychlosti v jednotlivých volených svislicích. Z nich je stanovena střední profilová rychlost ve svislicích a pak i

pro celý příčný profil. Na základě jeho plochy a střední profilové rychlosti je určen průtok. Vodní částice se v korytě nepohybují stejnou rychlostí vlivem odporu dna, břehů, ale i vzduchu a hladiny. Proto znázorněním v příčném profilu ubývá rychlosti nejen k břehům a dnu ale i k hladině. U jednotlivých svislic je rozdělení rychlostí nerovnoměrné. Je patrné zvláště u dna a hladiny. Z toho vyplývá, že rychlosti se ve svislicích téměř v každém bodě liší. Průměrnou rychlost ve svislicích získáme především obrazce rozdělení rychlostí se základnou rovnou hloubce, šířka obdélníku je rovna výšce svislice.

### **4.7.3. Určení průtoků pomocí rychlostních vzorců (Chezyho rovnice)**

Pro určení průtoků se používá i empirických vzorců. V praxi se používají pro výpočty navrhovaných koryt, tak i pro výpočet průtoků v přirozených poměrech, zvláště při odhadu velkých ploch. Jejich správnost závisí na spolehlivosti a správnosti určení. Pro určení rychlostního součinitele lze použít řadu vztahů uváděných v hydraulice.

## **4.8. Vyhodnocení vodních stavů a konzumpční křivka**

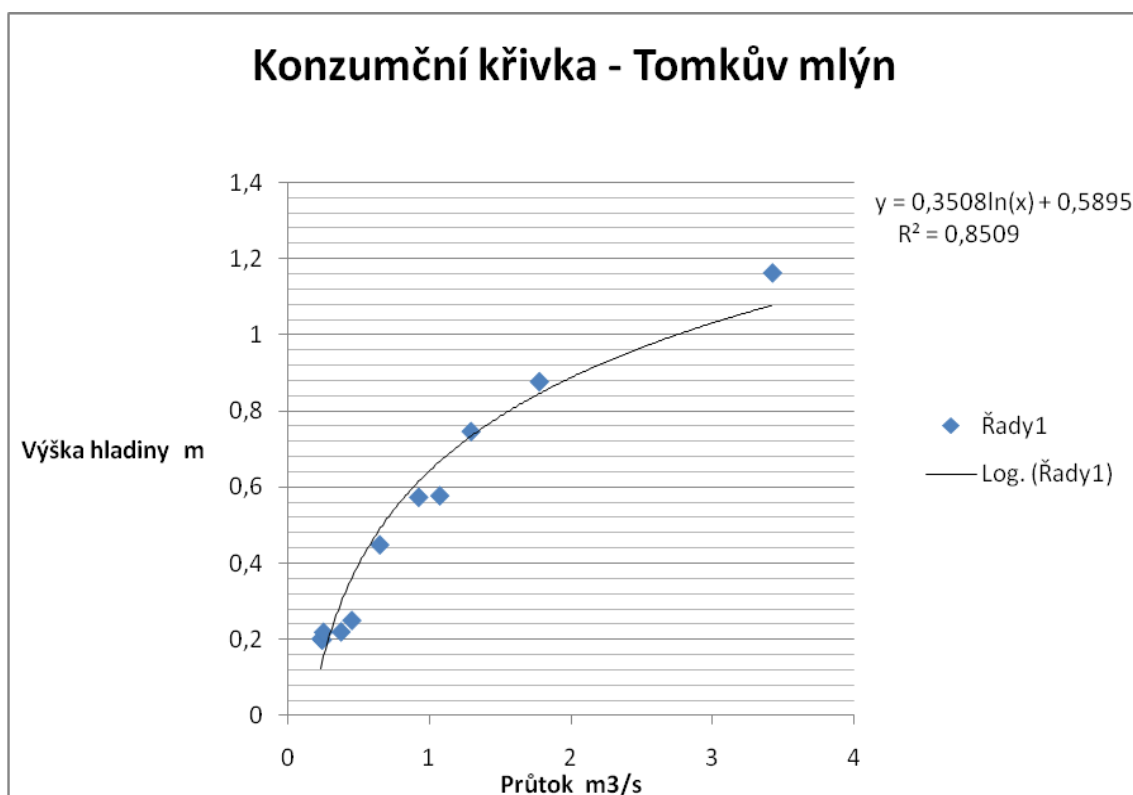
Abychom mohli pro jakýkoliv vodní stav, pozorovaný v profilu vodoteče, určit odpovídající průtok  $Q$ , sestrojíme konzumpční křivku (měrnou průtokovou křivku). Sestrojíme jí tak, že přesným způsobem (např. hydrometrováním) určíme pro různé vodní stavy, za setrvalé hladiny, odpovídající průtoky. Na osu pořadnic vynášíme vodní stavy, na osu úseček průtoky. Obdržíme tak, mnohdy i po dlouhé době, větší počet bodů, které vhodným způsobem vyrovnáme.

Nutno pamatovat, že se mají čáry průběhu vodního stavu převádět na průtoky plynule, tj. pro každý stav stanovit průtok a nikoliv průměrným denním stavům určovat průtoky z konzumpčních křivek. Nedodrží-li se této zásady, vznikne chybné vyhodnocení, které je tím horší, čím méně se závislost mezi stavy a průtoky blíží

přímce. Podle měrné křivky se dá lineárně interpolovat pouze tam, kde lze část měrné křivky nahradit přímkou ( Čermák, 1970 ).

Pozorování vodních stavů zpracováváme vyrovnáním a vypočítáváme z nich průměrné denní, měsíční, roční, popřípadě také průměry za jiná vhodná období. Kromě toho se sestavují také tabulky četnosti a překročení vodních stavů, z nichž odvozujeme denní stavy, nejčastěji se vyskytující vodní stavy apod. Při zpracovávání vodních stavů je však nutné si uvědomit, že dostáváme hodnoty, které se mohou různými vlivy přírody i člověka značně měnit. Jen tam kde je koryto toku neměnné, můžeme považovat odvozené výsledky za platné pro další období.

Pro moji práci jsem použila tuto konzumpční křivku:



Graf č.1 Konzumpční křivka Tomkův mlýn

Křivka má zpravidla tvar obecné paraboly. Jelikož se provádějí jednotlivá měření v časovém období, ve kterém nedošlo k výraznějším změnám charakteristik koryta, rozptyl bude minimální a vyrovnávající křivka bude určovat jednoznačně vzatky mezi průtoky a vodními stavy. Takto určená křivka je základní pomůckou pro odvození průměrných průtoků z čáry vodních stavů (Hubačiková, 2002).

#### **4.9. Zpracování měření vodních stavů**

Velké množství záznamů vodních stavů nelze prakticky posoudit, a to ani z číselných záznamů (nepřetržitého měření), ani z limnigrafů bez účelného uspořádání, rozřídění a zpracování. Obvykle se zjišťují:

Průměrný vodní stav denní, měsíční a roční nebo průměrný roční stav za určité období. Jde-li o dlouhé období, pak vyčíslujeme z řady n-let dlouhodobý průměrný vodní stav. Tyto průměrné vodní stavy určujeme jako aritmetické průměry vodních stavů za příslušné období.

Vodní stavy vynášíme do grafu jako chronologické čáry vodních stavů. Z této chronologické čáry zkonstruujeme čáru četností vyskytujících se vodních stavů za určité konkrétní období, zpravidla za každý rok pozorovacího období. Podle potřeby určujeme jen určité období roku. Z konkrétních vodních stavů zkonstruujeme čáru překročení vodních stavů pro každý konkrétní jednotlivý rok.

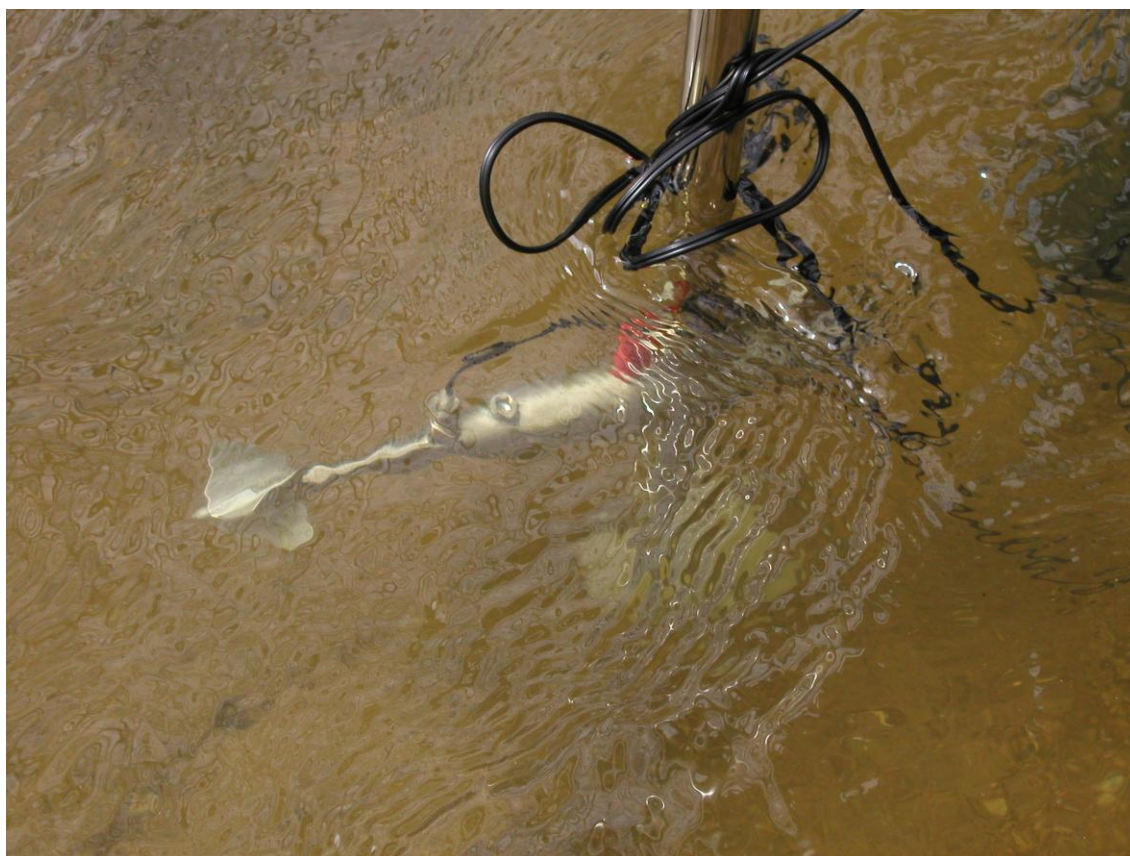
Z čar překročení vodních stavů můžeme určit modus, který je inflexním bodem této čáry, median, který odpovídá 50% překročení nebo nedosažení a modul, který je průměrem všech uvažovaných vodních stavů.

Zvláštní pozornost věnujeme extrémním vodním stavům, nejvyšším a nejnižším. Je třeba rozlišovat, jsou-li to hodnoty z určitého hydrologického roku nebo z dlouhého období (Kvítek 2006).

#### 4.10. Vlastní zpracování dat

Hlavním úkolem mé práce bylo zjistit, do jaké míry ovlivňuje Humenická přehrada povodňovou vlnu na Horní Stropnici.

Pro získání hodnot výšky vodního sloupce, sestrojení konzumpční křivky a pro následné vypočítání průtoků, bylo nutné uskutečnit několik terénních měření na vybraných povodích, hlavně tedy na vodním přelivu uzávěrového profilu u Tomkova mlýna nedaleko obce Byňov. Data pro sestrojení konzumpční křivky byla získána měřením hloubek vody v hydrometrickém profilu a měřením rychlosti proudění hydrometrováním. Pro měření byl využit hygrometr OTT (obrázek č.1)



Obrázek č.1 Hydrometr Ott



Profil koryta jsem rozdělila na 5 měrných svislic ve vzdálenosti 1m. V měrné svislici bylo provedeno měření rychlosti proudění v 0,5 H hydrometrickou vrtulí, kde H představuje hloubku vody v místě měrné svislice. Hodnoty a čas měření jsem zaznamenala do připraveného protokolu. Podle naměřených hodnot rychlosti proudění v jednotlivých bodech měrného profilu jsem stanovila střední rychlost  $v_{ms}$  a dále dosadila do vzorce pro výpočet průtoku Q.

$$Q = S \cdot v_{ms}$$

kde S vyjadřuje plochu měrného profilu podle zjištěných výšek vodního sloupce.

Pro stanovení bodové rychlosti dle vztahu:

$$v = \alpha + \beta \cdot n$$

kde n jsou specifické otáčky a kde  $\alpha$  a  $\beta$  jsou kalibrační konstanty vrtule platné v uvedeném rozmezí specifických otáček a počet lineárních úseků kalibrační rovnice. Přitom konstanta  $\alpha$  zhruba odpovídá rychlosti proudění, při které se vrtule začíná otáčet, a konstanta  $\beta$  je blízká stoupání propeleru vrtule. Parametry jsou stanoveny podle manuálu výrobce vrtule Ott. Tam kde byl průtok větší, jsem využila vrtuli č. 1, tam, kde byl proud pomalejší, jsem využila vrtuli č. 3.

Parametry pro přepočet průtoků:

Vrtule č.1	$n \leq 3,06$	$V = 0,0607 \cdot n + 0,020$
------------	---------------	------------------------------

	$3,06 \leq n \leq 12$	$V = 0,0558 \cdot n + 0,035$
--	-----------------------	------------------------------

Vrtule č.3	$n \leq 0,65$	$V = 0,2282 \cdot n + 0,024$
------------	---------------	------------------------------

	$0,65 \leq n \leq 9,81$	$V = 0,2542 \cdot n + 0,007$
--	-------------------------	------------------------------

V měřených profilech jsou instalovány tlakové a ultrazvukové sondy na měření výšky vodního sloupce, které zaznamenávají data po 15 minutách.

Ponorné tlakové sondy jsou určeny pro nejrůznější aplikace. Díky použitému materiálu krytu a jeho konstrukci, sensorové membráně zhotovené z ušlechtilé oceli a krycímu víčku vykazují tyto ponorné sondy vysokou stálost, odolnost a provozní spolehlivost. Použití ponorných sond v nejrůznějších médiích tak nepředstavuje žádné problémy. S tlakovým rozsahem, který sondy nabízejí, lze bezproblémově realizovat měření úrovní hladin až do výšky 10 m vodního sloupce ( [www.domer.cz](http://www.domer.cz), 2009).



Obrázek č. 2 Tlaková sonda

Zdroj: ([www.fiedler-magr.cz](http://www.fiedler-magr.cz))

Ultrazvukové sondy pracují na principu měření časové prodlevy mezi vyslaným ultrazvukovým impulsem a jeho přijatým odrazem od sledované hladiny. Sondy jsou

vhodné pro měření výšky hladiny a okamžitého průtoku na otevřených měrných profilech a vodních tocích nebo pro měření výšky hladiny a objemu v jímkách a v nádržích ( www.ekotechnika.cz, 2009).



Obrázek č. 3 Ultrazvuková sonda

Zdroj: www.fiedler-magr.cz

Tím, že jsem sestavila konzumpční křivku, bylo možné vypočítat průtok i pro hodnoty naměřené z datalogru. Do regresní rovnice konzumpční křivky jsem dosadila hodnoty výšky hladin získané záznamem z dataloggeru a takto odvozeny příslušné průtoky pro časy záznamů.

Tabulka pro odvození průtoku z konzumpční křivky Tomkův mlýn:

Datum a čas	Výška- profil (m)	Výška - datalogr (m)	průtok m3/s
26.5.2009	0,1984	0,251	0,384075489
8.2.2009	0,202	0,228	0,35983528
24.1.2009	0,219	0,225	0,356788429
5.6.2009	0,22	0,252	0,385165683
30.4.2009	0,25	0,271	0,406477454
14.2.2009	0,449	0,231	0,360856668
11.3.2010	0,574		
12.10.2009	0,578	0,329	0,479108731
7.3.2010	0,747		
10.4.2009	0,878	0,338	0,491488123
1.4.2009	1,164	0,398	0,582602894
Korelace	0,8509	0,6433	
Regrese z grafu			
a	0,3508	0,3528	
b	0,5895	0,5886	

Tabulka č.1 Tabulka pro výpočet regresní rovnice

Pro zjištění dalších průtokových hodnot Bedřichovského potoka, Paseckého a potoka Váčkového jsem použila datový server [www.stanice.fiedler-magr.cz](http://www.stanice.fiedler-magr.cz) který poskytuje datahosting ze všech měrných stanic, kde jsou jednotlivá data ukládána. Pro porovnání jednotlivých povodí jsem v programu Excel vytvořila tabulky, kde jsou po denním kroku seřazeny hodnoty průtoku, převedeny do stejných jednotek (l/s). Vzhledem k tomu, že jednotlivá povodí nemají stejnou velikost a využití, bylo nutné zpracování dat podle statistiky standardizovaného rozdělení.

Standardizované normální rozdělení možno využít, pokud má proměnná  $X$  normální rozdělení s parametry  $\sigma^2$ , potom po transformaci má proměnná  $Z$  normální rozdělení se střední hodnotou nula a variancí 1 (směrodatná odchylka je potom také 1). Takovému rozdělení se říká standardizované normální rozdělení; angl. *standard score*, *normal deviate*. (Lepš)

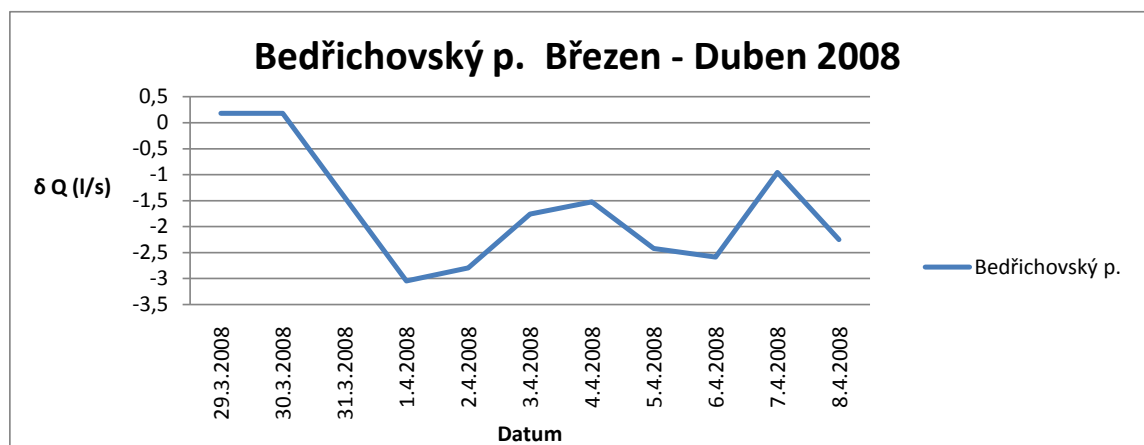
$$Z_i = \frac{X_i - \mu}{\sigma}$$

## 5. Výsledky

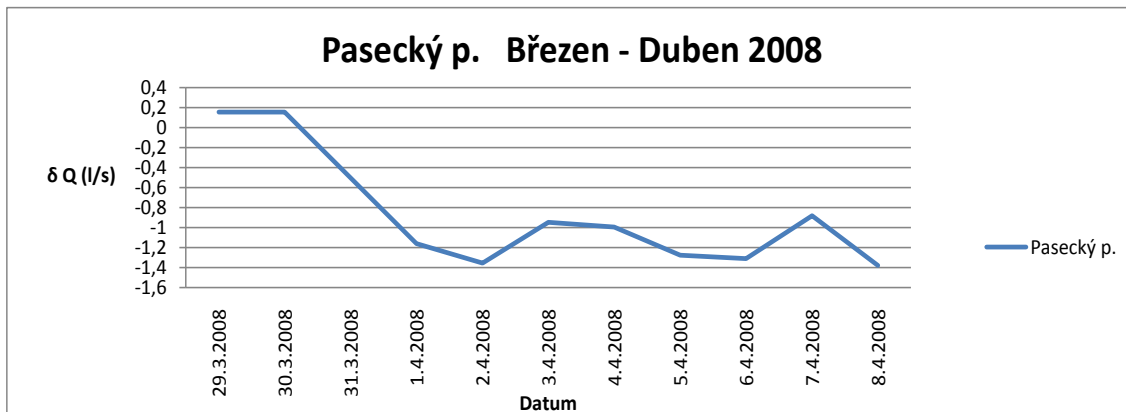
Při mé práci jsem se snažila zpracovat odtokové parametry vybraných povodí Stropnice – Bedřichovského potoka, Paseckého potoka, Váčkového potoka a Humenické přehrady. Do sledování jsem také použila srážková data ze srážkoměrné stanice u Horní Stropnice.

Pro porovnání jednotlivých povodí bylo nutné vypočítat odchylky od denního průměru, zpracovat grafy průběhů průtoku a názorného porovnání všech vybraných povodí, Humenické přehrady a srážek.

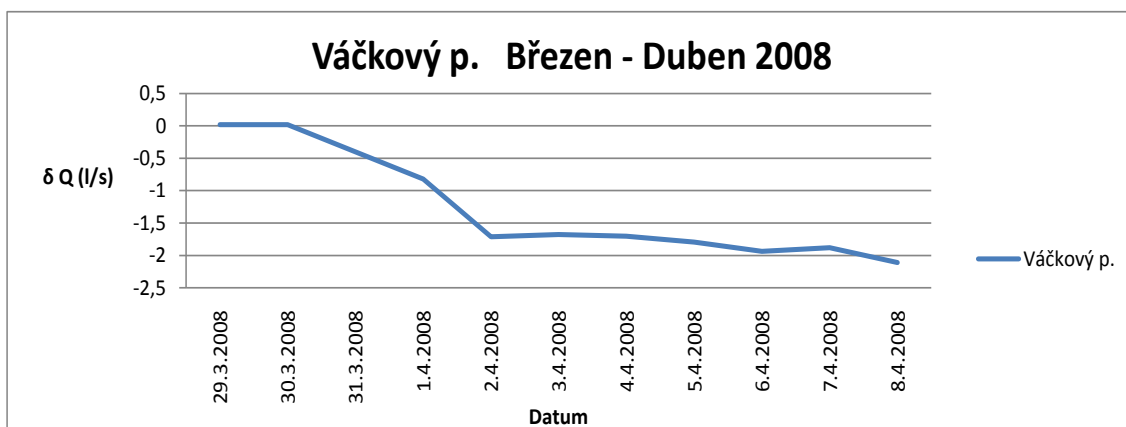
Zpracovaná data jsou z období od července 2007 do března 2010. Pro přehlednost a porovnání jsem data sjednotila do denního kroku, rozdělila do jednotlivých měsíců a následně i jednotlivých let. Do práce jsem vybrala grafy, kde jsou zaznamenány větší odchylky průtoků od průměru. Pro přesnější porovnání výsledků z horního profilu Stropnice (Bedřichovského potoka) a uzávěrového profilu (u Tomkova mlýny) jsem podle statistické metody lineární regrese, vytvořila pro každé období regresní graf.



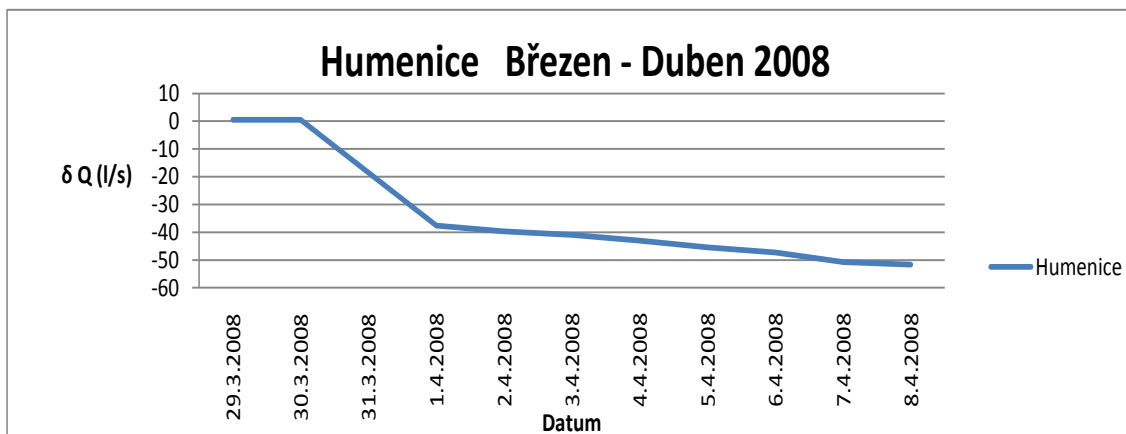
Graf č. 2 Bedřichovský potok v období Březen – Duben 2008



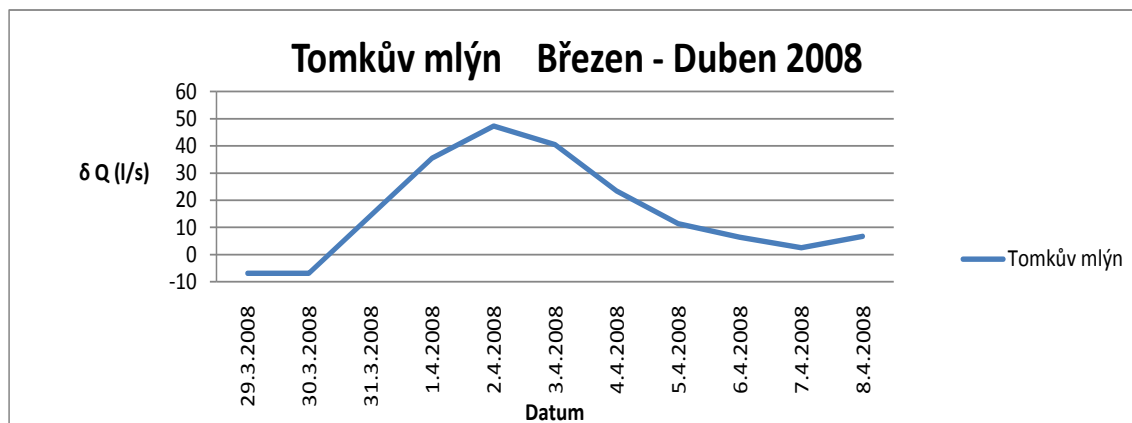
Graf č. 3 Pasecký potok v období Březen – Duben 2008



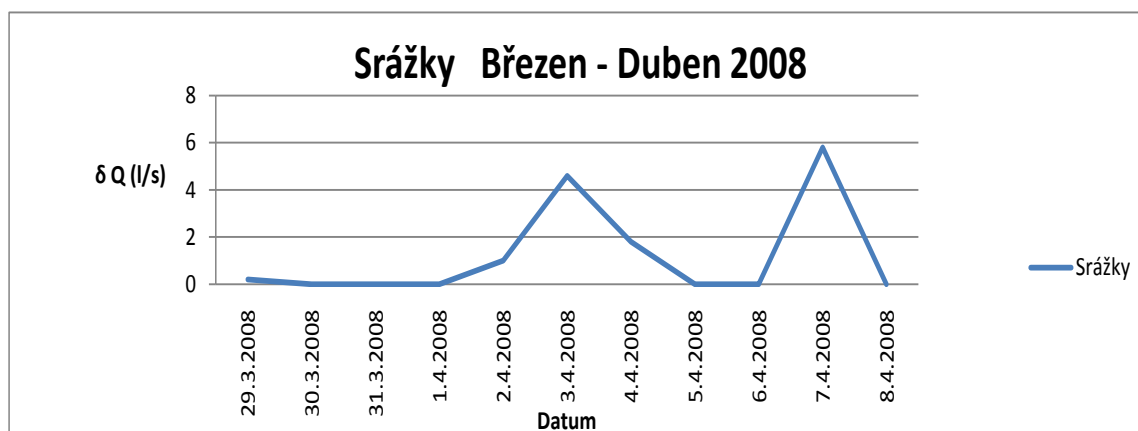
Graf č. 4 Váčkový potok v období Březen – Duben 2008



Graf č. 5 Humenická přehrada v období Březen – Duben 2008

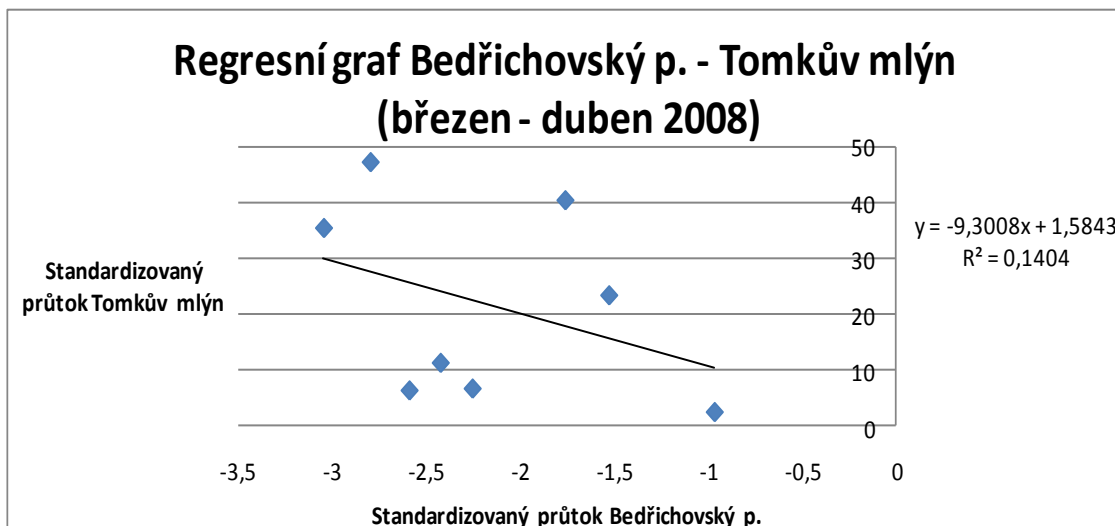


Graf č. 6 Tomkův mlýn v období Březen – Duben 2009

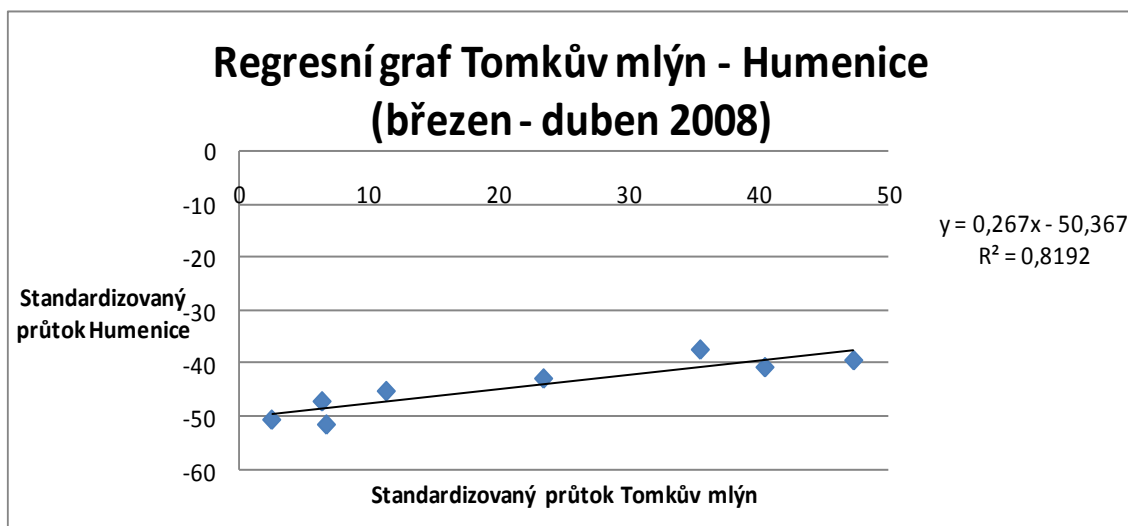


Graf č. 7 Srážky v období Březen – Duben 2008

Na grafech č. 2, 3, 4, 5 a 6 jsou průtokové křivky jednotlivých řešených měrných přelivů za období Březen – Duben 2008. Křivka Bedřichovského potoka (graf č. 2) a Paseckého potoka (graf č. 3) jsou téměř totožné a hodnoty se na obou povodích pohybují pod dlouhodobějším průměrem. Graf č. 4 je pro Váčkový potok, křivka se také pohybuje pod dlouhodobějším průměrem, jsou trochu rozdílné, než u předchozích dvou povodí. Podobná situace je i u grafu č.5 Humenické přehrady, kde křivka také klesá pod průměr. Změna nastává u grafu č.6 Tomkův mlýn, kde křivka mezi 30.3. – 5.4. 2008 zaznamenává pozvolný nástup průtokové vlny a hned pozvolný pokles. Na grafu č. 7 je zaznamenána srážková situace v řešeném období mezi 29.3. – 8.4. 2008.



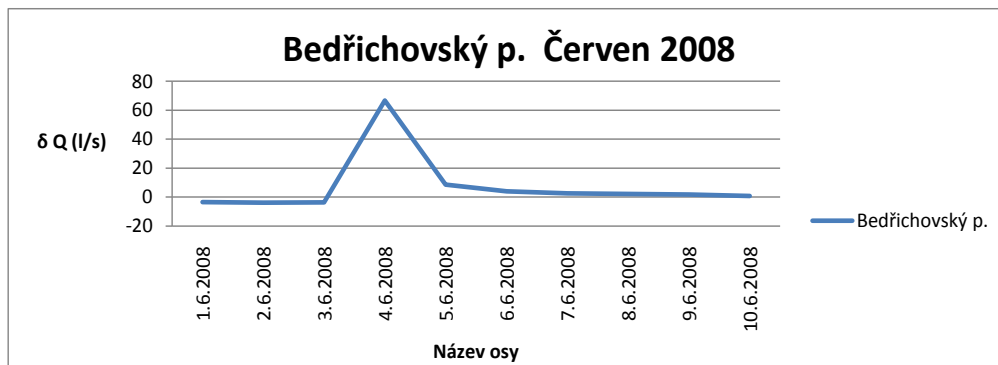
Graf č. 8 Regresní graf Bedřichovského potoka a Tomkova mlýna



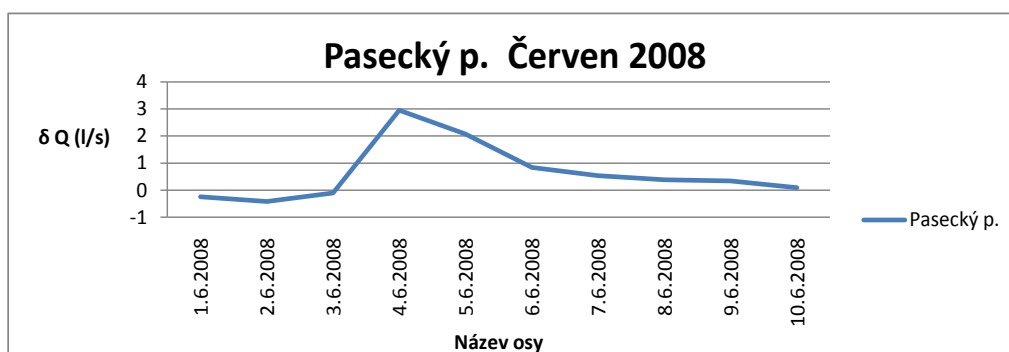
Graf č.9 Regresní graf Tomkova mlýna a Humenické přehrady

Na grafu č.8 je znázorněna lineární regrese Bedřichovského potoka a Tomkova mlýna, kde jednotlivá povodí spolu nekorelují na rozdíl od grafu č. 9 Tomkova mlýna a Humenické přehrady, kde se jednotlivé hodnoty drží u spojnice trendu obou povodí.





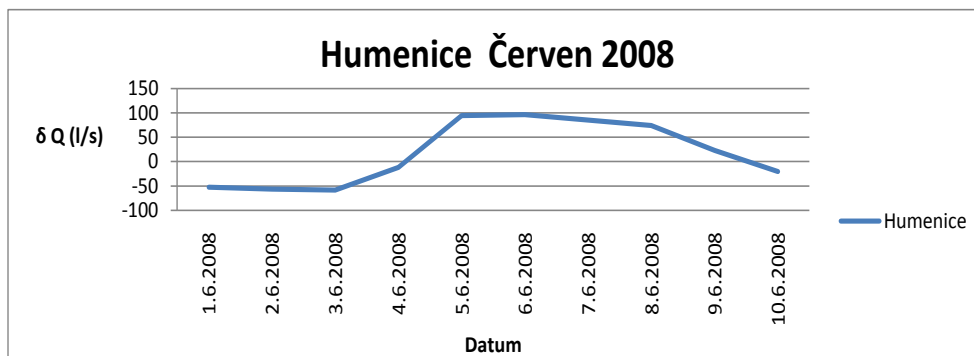
Graf č. 10 Bedřichovský potok v období Červen 2008



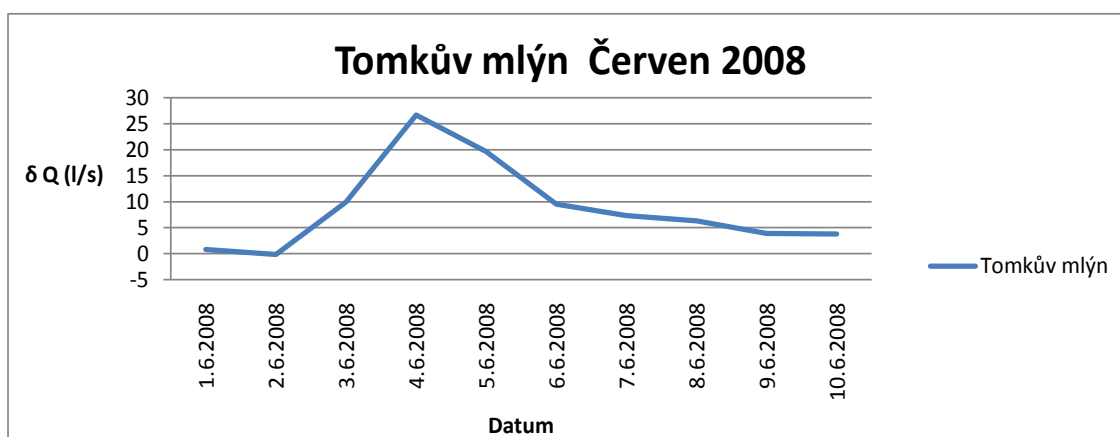
Graf č. 11 Pasecký potok v období Červen 2008



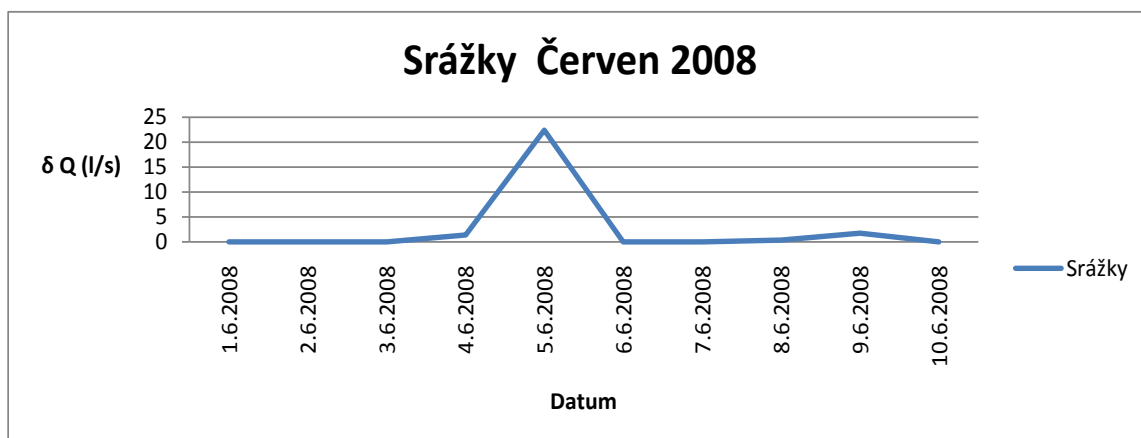
Graf. 12 Váčkový potok v období Červen 2008



Graf č. 13 Humenická přehrada v období Červen 2008

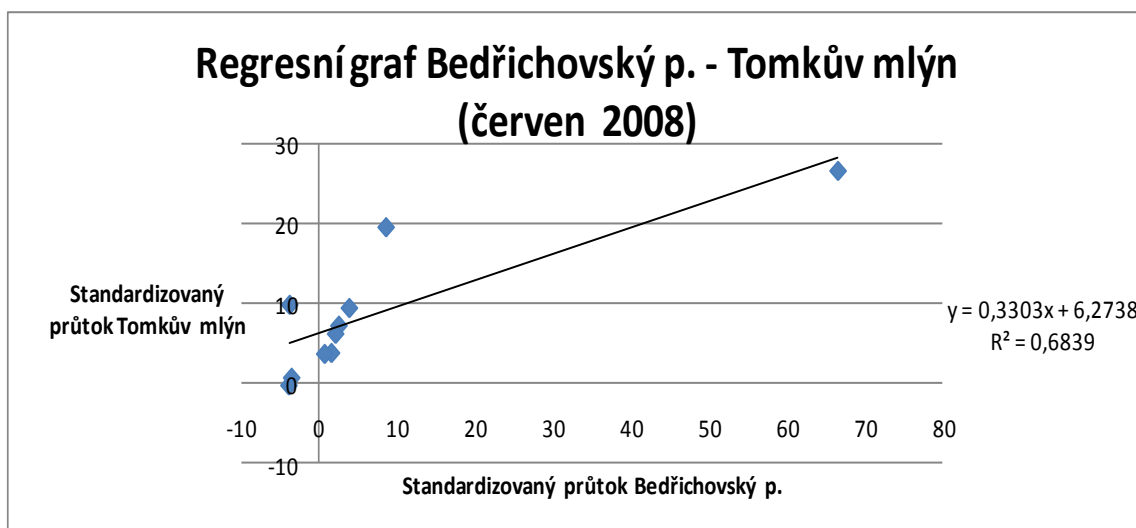


Graf č. 14 Tomkův mlýn v období Červen 2008

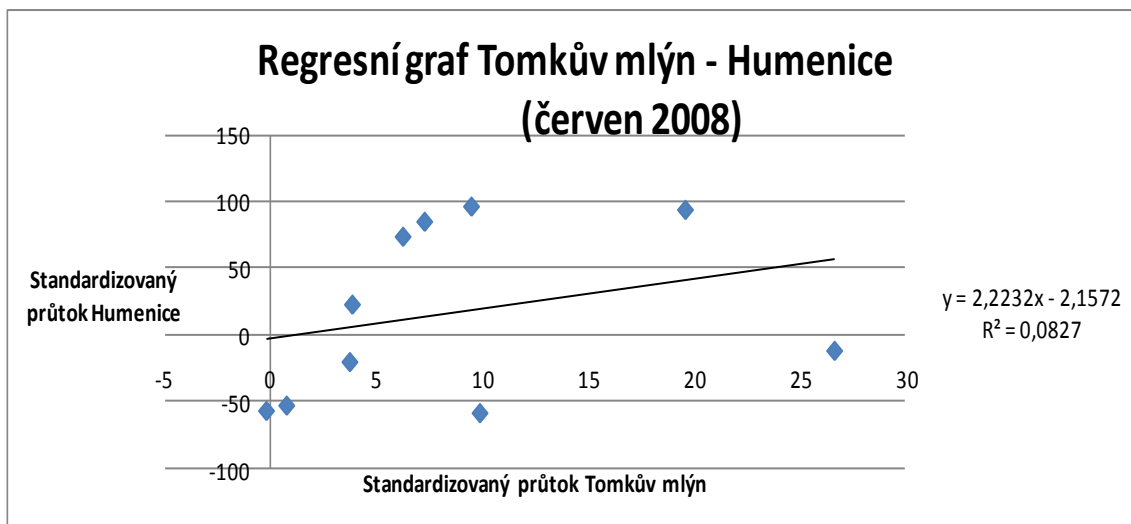


Graf . 15 Srážky v období Červen 2008

Na grafech č. 10, 11, 12, 13 a 14 jsou zaznamenány průtokové vlny řešených povodí v období Červen 2008. Na Grafu č.10 Bedřichovského potoka má průtoková vlna v období 3.6. – 5.6. 2008 prudký nástup a následný rychlý pokles. Na grafu č. 11 Paseckého potoka je rychlý nástup průtokové vlny zaznamenán ve stejném období jako u potoka Bedřichovského (graf č.10), ale její pokles je pomalejší. Na grafu č.12 Váčkového potoka je zaznamenán stejný nástup průtokové vlny ve stejném období, její vysoké hodnoty se ale drží déle než na předchozích grafech a následně pozvolna klesá jako u potoka Paseckého (graf č.11). Na grafu č.13 je znázorněn průtok z Humenické přehrady. Průtoková křivka začíná stoupat 3.6. 2008 jako u předchozích grafů, ovšem její nástup je pozvolný, drží se v nadprůměrných hodnotách až do 7.6. 2008 a následuje její pozvolný pokles. Na grafu č.14 je znázorněna průtoková křivka z Tomkova mlýna, je velmi podobná grafu Bedřichovského a Paseckého potoka, kde má křivka mezi 3.6. – 5.6. 2008 rychlý nástup a následný rychlý pokles. Pro zhodnocení situace jsem přidala graf č. 15, kde jsou znázorněny srážkové hodnoty za stejné období.

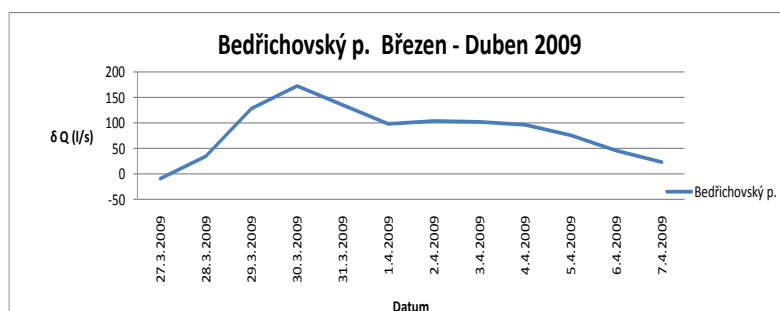


Graf č. 16 Regresní graf Bedřichovského potoka a Tomkova mlýna

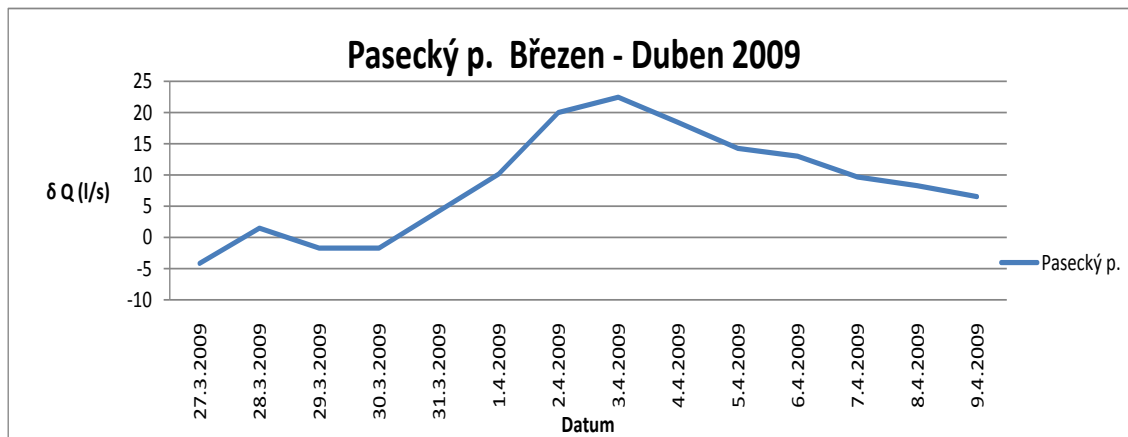


Graf č. 17 Regresní graf Tomkova mlýna a Humenické přehrady

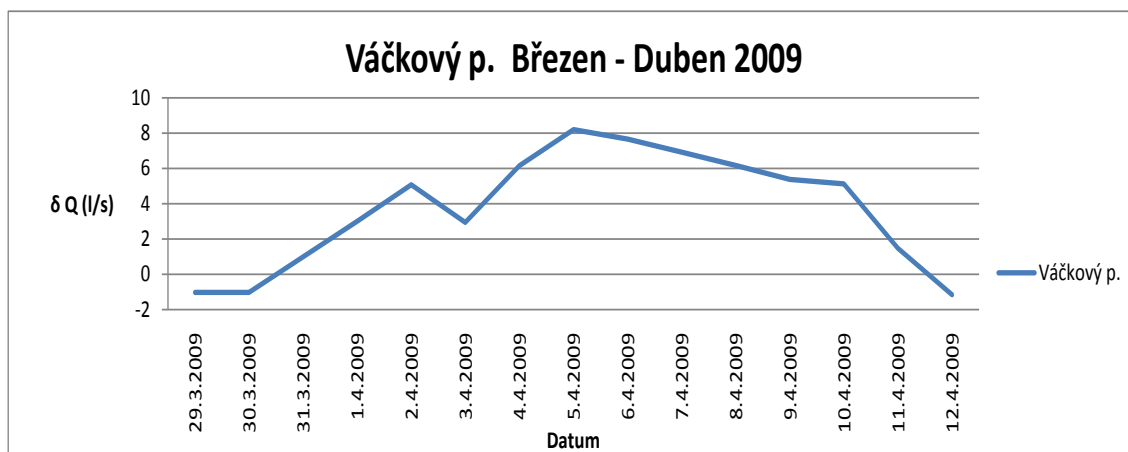
Na grafu č.16 je znázorněna lineární regrese Bedřichovského potoka a uzavěrového profilu u Tomkova mlýna, podle tohoto grafu spolu jednotlivá povodí korelují. Na rozdíl od regresního grafu Tomkova mlýna a Humenické přehrady (graf č.17), kde jednotlivá povodí na sobě nejsou vůbec závislá.



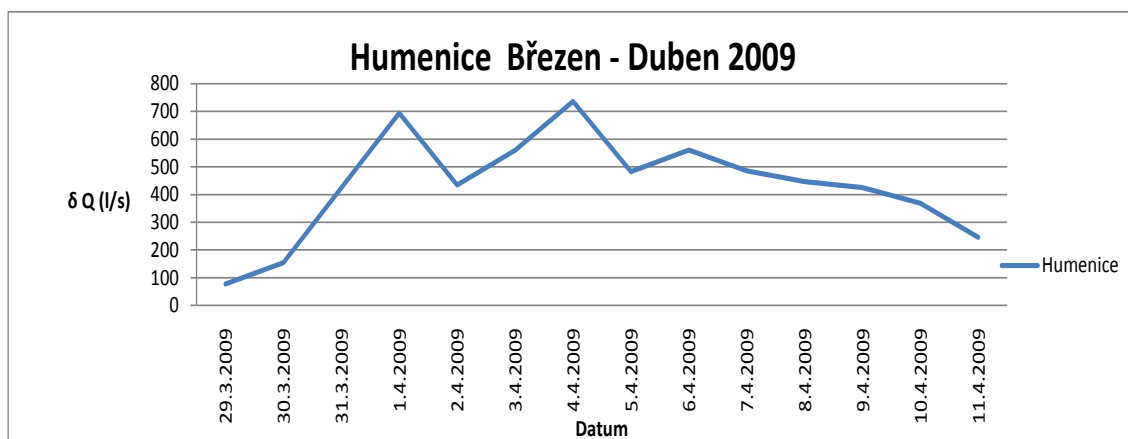
Graf č. 18 Bedřichovský potok v období Březen – Duben 2009



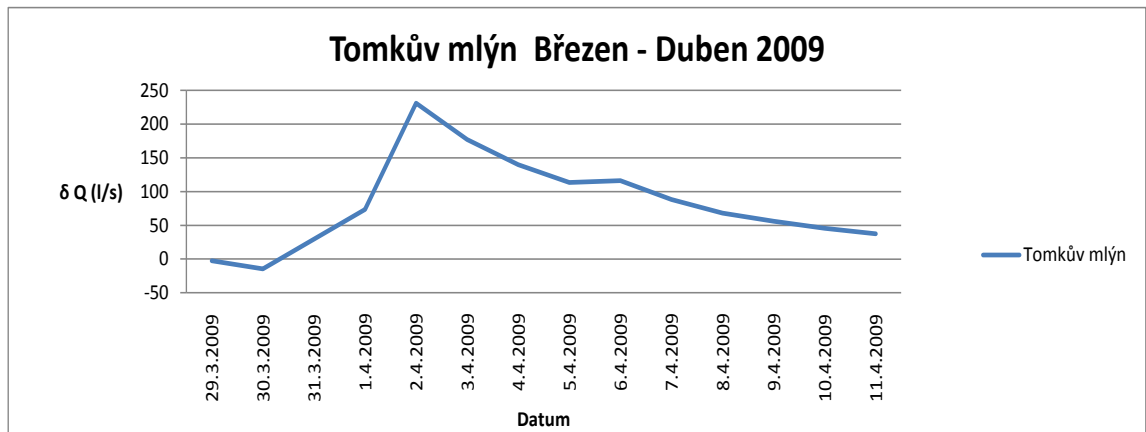
Graf č.19 Pasecký potok v období Březen- Duben 2009



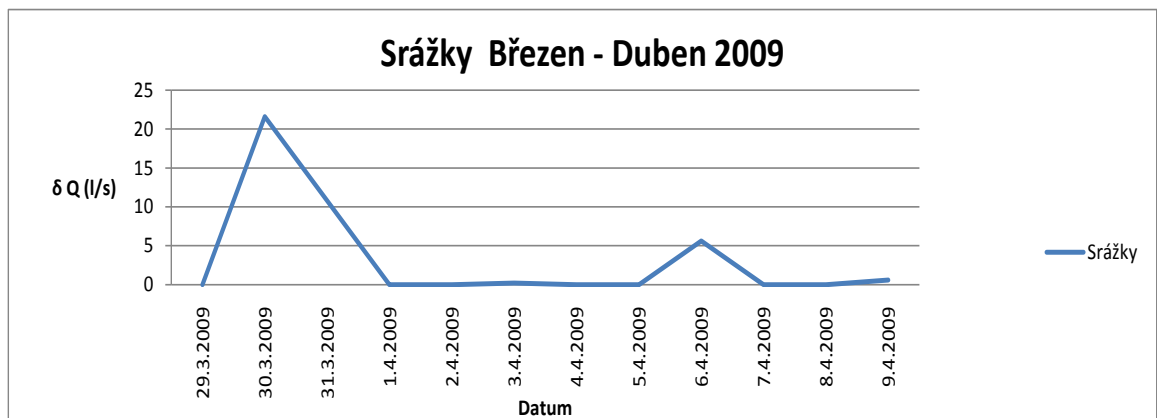
Graf č.20 Váčkový potok v období Březen – Duben 2009



Graf č.21 Humenická přehrada v období Březen – Duben 2009



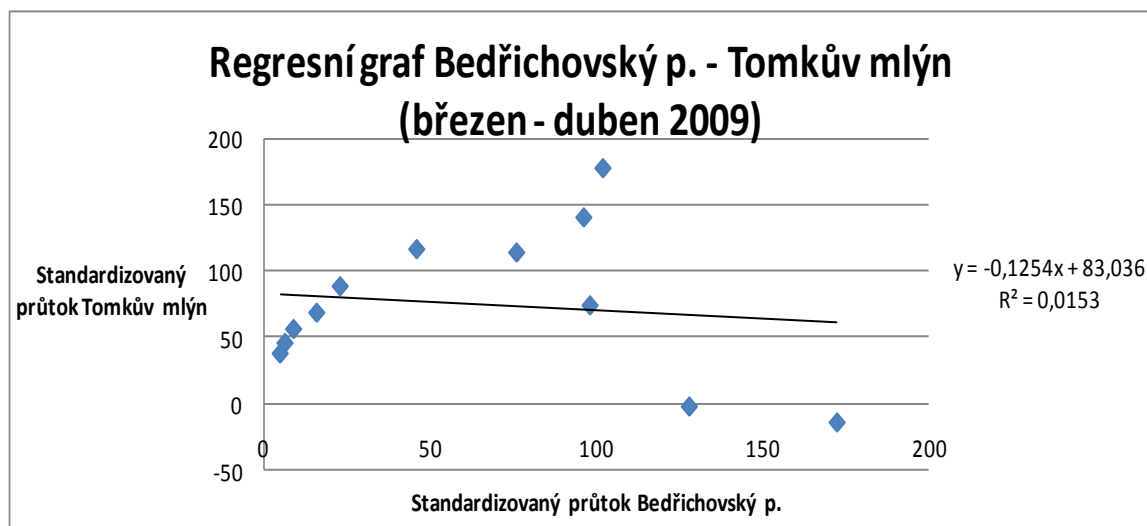
Graf č. 22 Tomkův mlýn v období Březen – Duben 2009



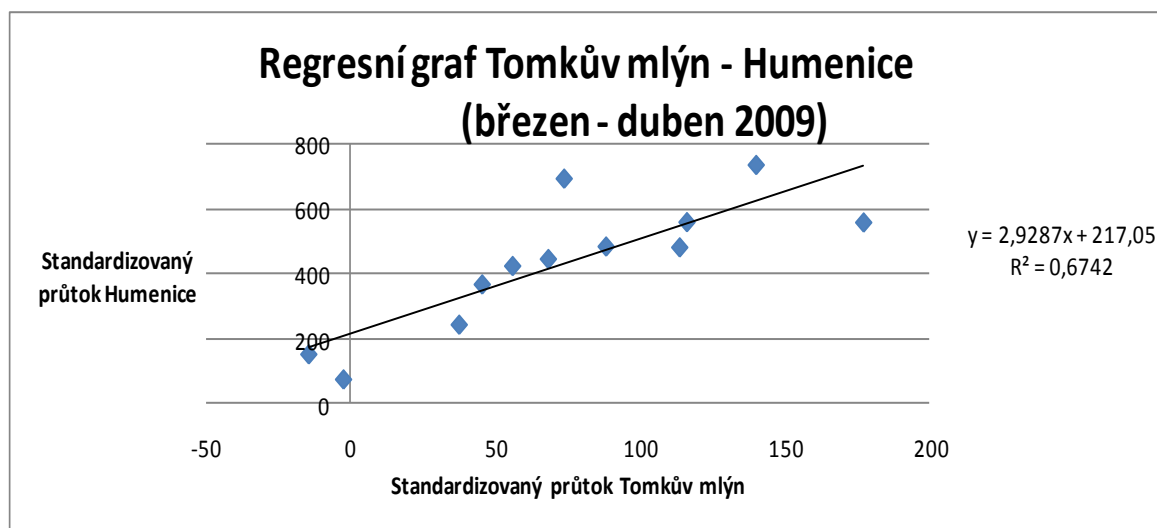
Graf č. 23 Srážky v období Březen – Duben 2009

Na grafu č. 18, 19, 20, 21 a 22 jsou grafy řešených povodí v období Březen – Duben 2009. Na grafu č. 18 je znázorněna křivka průtokové vlny na Bedřichovském potoce. Křivka zde od 27.3. 2009 vstupuje, mezi 30.3. – 7.4. 2009 je zaznamenán pozvolný pokles. U Paseckého potoka (graf č. 19) průtoková vlna začíná stoupat 30.3. 2009, v nejvyšším bodě je 3.4. 2009 a následuje pozvolný pokles. Podobná situace je i u Váčkového potoka (graf č. 20), kdy vrchol průtokové křivky je zaznamenán až 5.4. 2009. Na grafu č. 21 je znázorněna průtoková křivka Humenické přehrady, 30.3.2009 je zaznamenán celkem rychlý nástup, 1.4. 2009 následuje mírný pokles, 2.4. opět nástup do vyšších hodnot. Během 4.4. 2009 křivka opět klesá a už jen s nepatrným nástupem mezi 5.4. – 6.4. pozvolna klesá. Na grafu č. 22 je zaznamenán průběh průtokové křivky

u Tomkova mlýna, kde je od 30.3. 2009 zaznamenán celkem prudký nástup průtokové vlny, V nejvyšším bodě 2.4. 2009 začíná křivka klesat a až do 8.4. 2009 se pozvolna vrací k průměrným dlouhodobějším hodnotám. Pro porovnání jsem přiložila graf č.23 kde jsou zaznamenány srážkové hodnoty ve stejném období jako u předchozích grafů.



Graf č. 24 Regresní graf Bedřichovského potoka a Tomkova mlýna



Graf č. 25 Regresní graf Tomkova mlýna a Humenické přehrady

Na grafu č. 24 je znázorněna lineární regrese Bedřichovského potoka a uzávěrového profilu u Tomkova mlýna. Podle tohoto grafu nemají povodí stejnou korelaci na rozdíl od grafu č. 25 Tomkova mlýna a Humenické přehrady, kde je vzájemná korelace těchto povodí prokázána.



## 6. Diskuse

Podle odtokových parametrů povodí Bedřichovského, Paseckého a Váčkového potoka, Humenické přehrady a přelivu uzávěrového profilu u Tomkova mlýna jsem se snažila dokázat nebo vyvrátit tvrzení, zda Humenická přehrada ovlivňuje povodňovou vlnu na povodí Horní Stropnice, do jaké míry a za jakých podmínek.

Vzhledem k tomu, že jednotlivá povodí nejsou stejně velká, nemají stejnou profilovou velikost a stejné landuse, bylo nutné vytvořit odchylky od průměrného denního průtoku. Vytvořené grafy ze sjednocených dat měly ukázat skutečnost velikosti průtoku v povodí nad Humenickou přehradou, tedy na jednotlivých potocích, a změnu na měrném přelivu u Tomkova mlýna. Pro doplnění a upřesnění jednotlivých situací jsem připojila i grafy srážek za jednotlivá období.

Pro ještě přesnější porovnání jednotlivých profilů jsem využila statistickou metodu lineární regrese, která prokázala, zda jsou jednotlivá povodí na sobě závislá a zda je průtoková vlna ovlivněna Humenickou přehradou

Z výsledků z období Březen – Duben 2008 je zřejmé, že grafy Bedřichovského potoka ( graf č.2 ) a Paseckého potoka ( graf č.3 ) jsou téměř stejné, průtoková křivka odchylky od měsíčního průměru se s mírným kolísáním drží nízko pod průměrnou hranicí. U Váčkového potoka ( graf č.4 ) je situace podobná, křivka je bez kolísání a drží nízko pod průměrnou hranicí. Stejně tak i u grafu Humenické přehrady ( graf č.5 ), kde po 30.3. 2008 dochází ke zlomu, křivka celkem prudce klesá a dále se drží ve velmi nízkých podprůměrných hodnotách. Změna nastává u grafu Tomkova mlýna ( graf č.6 ), kde průtoková křivka 30.3. 2009 začíná stoupat, 2.4. je na svém vrcholu a do 4.4. následně klesá. Podle srážkového grafu ( graf č.7 ) je tato změna u Tomkova mlýna ovlivněna lokálním spadem srážek. Podle regresních grafů č.8 a 9 je zřejmé, že průtok v horní části povodí (Bedřichovského potoka) je odlišný od průtokové vlny u Tomkova mlýna, jednotlivá povodí spolu nekorelují na rozdíl od porovnání průtokové vlny Humenické přehrady a Tomkova mlýna, kde byla zjištěna společná korelace těchto povodí. Vzhledem k vyšším průtokovým hodnotám je tedy zřejmé, že uzávěrový profil

u Tomkova mlýna je při vyšších průtocích ovlivněn Humenickou přehradou podle manipulačního řádu přehrady.

Podle výsledků v období června 2008 je křivka na Bedřichovském potoce ( graf č.10 ) i na Paseckém potoce ( graf č.11 ) velmi podobná. Od 2.6. 2008 – 4.6 2008 je zaznamenán rychlý nástup průtokové vlny a následná rychlý pokles. Na povodí Váčkového potoka ( graf č.12) je nástup obdobný, jen v nejvyšších hodnotách se křivka drží o den déle než předchozích povodí na grafu č.8 a č.9 Bedřichovském a Paseckém potoce. U průtokové křivky Humenické přehrady (graf č.13) je nárůst zaznamenán také 3.6. 2009, do nejvyšších hodnot se dostává kolem 5.6. 2009 a následně pozvolna klesá až do 9.6.2009. U grafu Tomkova mlýna ( graf č.14 ) je zaznamenán nárůst průtokové vlny mezi 2.6. 2008. Křivka má nástup podobný jako na Bedřichovské a Paseckém potoce ( graf č.10 a č.11), v nejvyšším bodě je 4.6. 2008 a následně celkem rychlý pokles. Tento výkyv může být opět způsoben srážkovým spadem. V tomto případě Humenická přehrada neovlivnila průtokovou vlnu na uzávěrovém profilu u Tomkova mlýna, grafy jednotlivých území se liší. Podle regresních grafů (č.16 a 17) je prokázána korelace mezi povodím Bedřichovského potoka a uzávěrového profilu u Tomkova mlýna, naproti tomu, v porovnání Humenické přehrady a Tomkova, korelace prokázána nebyla. Podle toho lze soudit, že u menších průtokových hodnot Humenecká přehrada průtokovou vlnu u Tomkova mlýna neovlivní.

Z výsledků v období březen – duben 2009 na Bedřichovském potoce ( graf č.18 ) je zřejmé, že nástup průtokové vlny začíná 27.3. 2009, ta pozvolna stoupá do 30.3. 2009 a následně až do 7.4. 2009 velmi pozvolna klesá. Na Paseckém potoce ( graf č.19 ) se obdobná situace vyskytuje s časovým posunem 2 dnů. Na Váčkovém potoce ( graf č.20) průtoková vlna stoupá od 30.3. až do 2.4. 2009 kdy je zaznamenán prudký pokles a následný rychlý nástup do ještě větších hodnot než v předchozích dnech. V nejvyšších hodnotách je 5.4. 2009 a následuje velmi pozvolný pokles. Podobná situace je i u grafu Humenické přehrady ( graf č.21) s jednodenním posunem. Podobně jako u předchozích povodí stoupá průtoková vlna i u Tomkova mlýna ( graf č.22 ) 30.3. 2009. V nejvyšších hodnotách je 2.4. 2009 a následuje pozvolný pokles. Zvýšené odchylky od dlouhodobějšího průměru mohou být způsobeny na začátku měsíce dubna vyšším spadem srážek podle srážkového grafu ( graf č.23) a vzhledem k tomu že je to období

jarních měsíců, tak zřejmě i odtáváním sněhu. Podle regresních grafů ( graf č.24 a 25) nebyla zjištěna korelace na povodí Bedřichovského potoka a v uzávěrovém profilu u Tomkova mlýna na rozdíl od grafu Humenické přehrady a Tomkova mlýna, kde byla zjištěna společná korelace. Opakuje se zde stejná situace jako v příkladu z období března – duben 2008, průtoková data jsou ve vysokých hodnotách a tedy uzávěrový profil u Tomkova mlýna je ovlivněn průtokovou vlnou Humenické přehrady.

Podobné průtokové situace, jako v mojí diplomové práci, jsou popisovány ve zprávě **Českého hydrometeorologického ústavu 1997** ve vyhodnocování povodňové vlny v roce 1997 na horních úsecích Moravy, Odry a Labe. Popisovaná území jsou jak v zalesněné oblasti, tak v oblasti hospodářsky obdělávané stejně jako moje povodí Bedřichovského a Paseckého potoka. Byť jsou tato povodí větší než moje řešené povodí, odehrávají se zde podobné průtokové epizody. Hodnocení kulminačních průtoků a dalších charakteristik povodňových vln za účelem zmenšení rizika vyplývajícího z průvodních nejistot (srážko-odtokové vztahy, hydraulické modely, bilance vody v korytech a rozlivech, odhady vlivu vodních děl, zvláštnosti proudění v korytech i v inundačních územích, geomorfologické změny v říční síti aj.) Základním podkladem pro kvalitní vyhodnocení průtoku ve vodoměrné stanici je obvykle věrohodný záznam časového průběhu vodních stavů, jakož i vztah mezi vodním stavem a průtokem, tj. měrná křivka průtoku. V době povodní vlivem vysokých rychlostí docházelo ke změnám koryt a jejich průtočné kapacity, k podemletí břehů a následně i k poškození nebo i totálnímu zničení řady vodoměrných stanic, to znamená, že neexistoval záznam o vodních stavech nebo byl nepoužitelný pro vyhodnocení. V uzávěrových profilech je přibližně 24 vodních děl, které výrazně zmenšily odtok oproti přítoku do nádrží. Největších efektů přitom dosáhla VD Slezská Harta na Morávce a Vír na Svatce, která byla před příchodem povodní z jiných důvodů značně povyprázdněna. Obě nádrže zadržely podstatnou část objemu povodňových vln. Ostatní VD s nevýznamnými retenčními objemy alespoň zpozdila vrcholy povodňových vln a tak je poněkud časově oddělila od maxim z neovládaných částí povodí. Pečlivě byly prověřeny manipulace na všech VD v průběhu povodní ve srovnání s příslušnými ustanoveními manipulačních řádů, a to místním šetřením z provozních deníků obsluhy, případně ze záznamů dispečinků o manipulacích, měření hladin nádrží a průtoků. Z

provedených šetření vyplývá, že zaznamenané manipulace odpovídají ustanovením platných manipulačních řádů. V mém případě Humenická přehrada průtokovou vlnu neovlivní jako v předchozím případě. Možná i z důvodu velikosti povodí a menšího počtu přítoků nad Humenickou přehradou.

**Šír 2005** uvádí - od roku 2000 je soustavně sledován a systematicky vyhodnocován vodní režim povodí a půd v horské oblasti Krkonoš v rámci několika vědeckovýzkumných projektů koordinovaných nebo podporovaných Správou KRNP a dotovaných českými agenturami a institucemi (GA AV ČR, MŽP ČR). Výzkumné práce, zahrnující sledování všech potřebných složek hydrologického cyklu, probíhají na čtyřech experimentálních plochách v Modrém dole a na dvou plochách na Labské louce. Plochy se liší vegetačním krytem. Získaná data, doplněná o údaje z laboratorních měření materiálových charakteristik půd a z laboratorních výtokových pokusů, byla zamýšlena jako podklad pro identifikaci fází vodního režimu půd, numerické modelování pohybu vody v půdě, studium vztahu mezi odtokem z půdy a odtokem z povodí a studium vztahu mezi vodním provozem rostlin a vodním režimem půd. Délka sledování vodního režimu je zatím příliš krátká, než aby bylo možné učinit statisticky průkazné závěry. Ve sledovaném období se navíc vyskytly dva zcela extrémní a netypické roky (2002 – extrémní povodně vyvolané dešti, 2003 – extrémně suchá vegetační sezona). Na základě monitoringu vodního režimu prováděného v Krkonoších a Jizerských horách se prokazuje, že vegetace funguje jako regulátor vodního a teplotního režimu, a to tehdy, má-li k dispozici dostatek vody v půdě. Z dosavadních výsledků výzkumu hydrologického cyklu plyne, že udržení příznivého vodního hospodářství horských oblastí je podmíněno zachováním nebo obnovou retenční schopnosti krajiny. Stejně tak jako uvádí **Šír 2005** je zřejmé i z mých odtokových grafů, že v oblasti, kde je převážné zastoupení lesních kultur (povodí Paseckého potoka), jsou odtokové hodnoty nižší, než v povodí, které je obklopené hospodářsky využívanou krajinou.

Podobnou metodiku měření průtoků s vypracování konzumpční křivky, uvádí ve své práci také **Křovák a Kuřík 2001**, kde zkoumají vliv lesních ekosystémů na odtokové poměry v krajině. Jejich výzkum se zaměřil na srovnání hydrologických funkcí tří rozdílných typů lesního ekosystému – les zdravý, les odumřelý, les pokácený.

V roce 1997 provedly výběr vhodných povodí v NP Šumava, umístění měrných přelivů a osazení potřebnými přístroji. Povodí byla vybírána tak, aby jejich fyzicko-geografické a půdní poměry byly co nejpodobnější, avšak s rozdílným pokryvem. Stejným způsobem jsem zpracovávala průtoková data i já, jen sledovaná území se lišila typem využívání. Byly naměřeny průtokové hodnoty přepadové výšky, a díky ním, sestrojena konzumpční křivka pro výpočet průtoku. Vzhledem k tomu, že nebyla využita zařízení i do extrémních podmínek (v zimním období), nebyla získána celoroční data a nebylo možné jednotlivá povodí porovnat ve všech ročních obdobích. V mé práci jsou zaznamenána data ze všech ročních období, která jsou ovlivněna klimatickými podmínkami, proto bylo možné jednotlivá území porovnávat i v době jarního odtávání sněhu. Vzhledem k tomu že Kovář a Kuřík neměli dostatečné množství dat pro zpracování, nemohly jasně prokázat odtokové poměry na jednotlivých typech lesního porostu.

## 7. ZÁVĚR

Má diplomová práce je zaměřena srážko-odtokové parametry na zájmovém území Horní Stropnice. Pro práci jsem využila odtokové parametry z malých povodí Bedřichovského, Paseckého a Váčkového potoka, výpustný profil Humenické přehrady a měrný přeliv na uzávěrovém profilu u Tomkova mlýna.

Ze získaných dat jsem vytvořila databázové tabulky, dosadila do konzumních křivek jednotlivých povodí, odvodila a vypočítala průtokové hodnoty na jednotlivých částech povodí. Vzhledem k tomu, že jednotlivá povodí nemají stejnou velikost a jsou různě hospodářsky různě využívány, bylo nutné vypočítat odchylky od měsíčních průměrů. Až pak bylo možné porovnávat profily podle grafického znázornění.

Hlavním cílem mé práce bylo zjistit, zda Humenická přehrada ovlivňuje povodňovou vlnu na povodí Horní Stropnice, do jaké míry a za jakých podmínek.

Podle srovnání grafů povodí v jednotlivých časových úsecích se ukázalo, že Humenická přehrada má vliv na průtok pouze u vyšších průtokových hodnot. U průtoků s hodnotami nižšími není zaznamenána téměř žádná výrazná odchylka od měsíčního průměru.

## 8. Literatura

BULÍČEK, Jaroslav. *Voda v zemědělství*. první. Praha : [s.n.], 1977. 291 s. ISBN 07-060-77.

DOSTÁL, Tomáš; DAVID, Václav; VRÁNA, Karel. *Studie odtokových poměrů v povodí Weisseritz : Analýza potenciálních škod (2006)*. první. Praha : [s.n.], 2009. 87 s.

DÝROVÁ, Eva; SOUKALOVÁ, Eva. *Ochrana a organizace povodí*. třetí přepracované. Brno : [s.n.], 1978. 230 s.

DÝROVÁ, Eva. *Ochrana a organizace povodí*. druhé přepracované. Praha : [s.n.], 1974. 344 s.

ČERMÁK, Dr. *Aplikovaná hydrologie : Povrchové vody*. Praha : [s.n.], 1970. 355 s. ISBN 06-053-70.

HELLEBRANDOVÁ, K., 2006: *Vztah mezi krajinnou strukturou, způsobem využívání krajiny a pohybem látek v krajině na příkladu modelového území povodí horní Stropnice*. Disertační práce. ZF JCU ČB. 123 s.

HRÁDEK, František; KUŘÍK, Petr. *Maximální odtok z povodí : Teorie svahového odtoku a hydrologický model*. první. Praha : [s.n.], 2001. 44 s. ISBN 80-213-0782.

HUBAČÍKOVÁ, Věra. *Hydrologie*. první. Brno : [s.n.], 2002. 45 s. ISBN 80-7157-638-7.

CHÁBERA, S., 1972: Geografická exkurze po jižních Čechách. Česká společnost zemědělská: Geografický ústav Československé Akademie věd, Brno, 84 s.

CHÁBERA, S., 1982: Geologické zajímavosti jižních Čech. Jihočeské nakladatelství, České Budějovice, 157 s.

JŮVA, K., HRABAL, A., TLAPÁK, V., 1984: Malé vodní toky. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 252 s.

KEMEL, Miroslav. *Hydrologie*. třetí přepracované. Praha : České vysoké učení technické, 1991. 222 s.

KEMEL, M., 2000: Klimatologie, Meteorologie, Hydrologie. České vysoké učení technické, Praha, 290 s + přílohy



KENDER, Jan, et al. *Voda v krajině : Kniha o krajinotvorných programech*. první. Praha : [s.n.], 2004. 208 s. ISBN 80-902132-7-8. Kolektiv autorů. *Voda v zemědělství*. první. Praha : [s.n.], 1986. 75 s.

KRAVKA, Miroslav, et al. *Úpravy malých vodních toků v krajině a lesnické meliorace*. první. Brno : [s.n.], 2009. 131 s. ISBN 970-80-7375-337-5.

KŘÍŽ, V. a kol., 1988: *Hydrometrie*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 174 s.

KŘOVÁK, František ; KUŘÍK, Petr . *Vliv lesních ekosystémů na odtokové poměry krajiny*. aktuality Šumavského výzkumu. Srní : [s.n.], 2001. 5 s. Dostupné z WWW: <[http://www.npsumava.cz/storage/75\\_79.pdf](http://www.npsumava.cz/storage/75_79.pdf)>.

KULHAVÝ, Zbyněk; KOVÁŘ, Pavel. *Využití modelů hydrologické bilance pro malá povodí*. první. Praha : [s.n.], 2000. 123 s. ISBN 1211-3972.

KVÍTEK, Tomáš., 2006: *Využití a ochrana vodních zdrojů*. ZF JCU ČB. 150 s.

LEPŠ, Jan. *Biostatistika*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, 1996. 256 s.

MISTRÍK, Augustín. *Lesné a vodné hospodárstvo a jejich společenská úloha*. 1986. Banská Bystrica : [s.n.], 1984. 83 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ A VÝŽIVY. *Malé vodní toky*. první. Praha : [s.n.], 1977. 39 s.

PODHRÁZSKÁ, Jana; DUFKOVÁ, Jana. *Protierozní ochrana půdy*. První : [s.n.], 2005. 99 s. ISBN 80-7157-856-8.

SOUKUP, Mojmír, et al. *Biotechnická opatření v krajině pro zvýšení retence vody an odvodněných pozemcích v pramenných oblastech : Metodika a katalog navrhovaných opatření*. první. Praha : [s.n.], 2008. 82 s. ISBN 978-80-904027-2-0.

Sýkorová, Z., Bodlák, L., Hais, M., Havelka, L., 2006: *Assessment of longterm and shortterm changes in the land use of the Stropnice river catchment*. *Ecologia (Bratislava)* 25 (3): s. 249-258.

ŠILAR, Jan. *Hydrologie v životním prostředí*. Ústí nad Labem : [s.n.], 1996. 135 s.

ŠÍR, Miloslav . *Vodní režim v Krkonoších. Krkonoše - Jizerské hory*. říjen 2005, 19, s. 8-9. Dostupný také z WWW: <[http://krkonose.krnep.cz/index.php?option=com\\_content&task=view&id=7466&Itemid=3](http://krkonose.krnep.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=7466&Itemid=3)>.

TLAPÁK, Václav; ŠÁLEK, Jan; LEGÁT, Vladimír. *Voda v zemědělské krajině*. první. Praha : Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992. 318 s. ISBN 07-030-92.

VALTÝNI, Julius. *Voda a vodné hospodárstvo v krajině*. první. Zvolen : [s.n.], 1970. 185 s. ISBN 85-816-70.

VLČEK, Vladimír, et al. *Zeměpisný lexikon : Vodní toky a nádrže*. první. Praha : Československé akademie věd, 1984. 316 s.

Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997 : Souhrnná zpráva projektu. *Souhrnné zprávy Českého hydrometeorologického ústavu*. 1997, 1, s. 5. Dostupný také z WWW: <<http://voda.chmi.cz/pov97/kap3.html>>.

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. *Voda v České Republice*. první. Praha : [s.n.], 1997. 32 s.

WOESNAR , William. *Stream and fluvial plain ground water interactions: rescaling hydrogeologic*. první. [s.l.] : [s.n.], 2008. 58 s. Dostupné z WWW: <[ngwa.org](http://ngwa.org)>.

ZUNA, Jaroslav. *Malé vodní toky*. první. Praha : [s.n.], 1977. 40 s.

ZLATNÍK, A.a kol., 1973: *Základy ekologie*. SZN. Praha. 281 s.

### **Internetové zdroje:**

VLTAŤY, Povodí . *Www.pvl.cz* [online]. Praha 5 : 2009 [cit. 2010-04-21]. Vodní nádrže. Dostupné z WWW: <[http://www.pvl.cz/vodni\\_dila/vodni\\_dila\\_a\\_nadrze/seznam\\_vybranych\\_nadrzi\\_ve\\_sprave\\_zavodu\\_horni\\_vltava/vd\\_humenice.html?lang=cs](http://www.pvl.cz/vodni_dila/vodni_dila_a_nadrze/seznam_vybranych_nadrzi_ve_sprave_zavodu_horni_vltava/vd_humenice.html?lang=cs)>.

*Www.domer.cz* [online]. české budějovice : 2010 <http://www.domer.cz/?prod=kan&id=14> [cit. 2010-04-28]. Domer. Dostupné z WWW: <<http://www.domer.cz/?prod=kan&id=14>>.

*Www.ekoenergetika.cz* [online]. české budějovice : <http://www.ekotechnika.cz/main.html> [cit. 2010-04-28]. Ekoenergetika. Dostupné z WWW: <<http://www.ekotechnika.cz/main.html>>.

*Fiedler-magr.cz* [online]. České Budějovice : 2010 [cit. 2010-04-28]. Fiedler-mager. Dostupné z WWW: <<http://fiedler-magr.cz/cs/produkty/hladinometry/snimace-vysky-hladiny/us1200-3000>>.

## 7. PŘÍLOHY

Příloha 1. Tabulka pro vyhodnocení grafů č.2 - 7

datum a čas	Bedřichovský p. - l/denní odchylka	Pasecký p. - l/s	denní odchylka	Váčkový p. l/s	denní odchylka	Mlýnský přeliv m/S	Mlýnský přeliv l/s	denní odchyška	Humenice m/s	Humenice l/s	odchylka	Srážky
29.3.2008 23:40	32,00694444	0,316584967	5,319444444	0,435130719	0,947222222	0,425816993	442,1769525	-8,669959763	0,186225	186,225	10,95588235	0,2
30.3.2008 23:40	31,64583333	0,180555556	5,006944444	0,15625	0,911111111	0,018055556	456,0032145	-6,913130992	0,185520833	185,5208333	0,53125	0
1.4.2008 23:40	31,15972222	-3,044444444	4,870833333	-1,159814815	1,273611111	-0,822685185	483,587862	35,51108052	0,185629167	185,6291667	-37,63458333	0
2.4.2008 23:40	31,51388889	-2,795258621	4,716666667	-1,353975096	0,413888889	-1,710775862	494,1536881	47,30142672	0,185033333	185,0333333	-39,63649425	1
3.4.2008 23:40	32,65277778	-1,756200397	5,172222222	-0,946775794	0,506944444	-1,678819444	485,6434463	40,4805215	0,184329167	184,3291667	-40,94375	4,6
4.4.2008 23:40	32,95138889	-1,522633745	5,161111111	-0,992952675	0,545833333	-1,702109053	467,1319044	23,46825818	0,184220833	184,2208333	-43,05601852	1,8
5.4.2008 23:40	32,11111111	-2,421474359	4,916666667	-1,275587607	0,519444444	-1,793963675	454,1389045	11,37788361	0,182758333	182,7583333	-45,4161859	0
6.4.2008 23:40	32,04166667	-2,587777778	4,933333333	-1,309944444	0,447222222	-1,937944444	448,7495037	6,443598166	0,184058333	184,0583333	-47,34116667	0
7.4.2008 23:40	33,77777778	-0,959490741	5,416666667	-0,88119213	0,584722222	-1,88119213	444,6120475	2,574625259	0,180320833	180,3208333	-50,77621528	5,8
8.4.2008 23:40	32,52777778	-2,251207729	4,956944444	-1,379227053	0,4375	-2,110205314	448,7044218	6,778939748	0,1792375	179,2375	-51,68387681	0
9.4.2008 23:40	31,75694444	-3,124368687	4,884722222	-1,514141414	0,3875	-2,256123737	447,0842129	5,466864488	0,1781	178,1	-57,77064394	0

Příloha 2. Tabulka pro vyhodnocení grafu č.8 – 13

datum a čas	Bedřichovský p. - l	denní odchylka	Pasecký p. - l/s	denní odchylka	Váčkovský p. l/s	denní odchylka	Tomkův mlýn m/s	Tomkův mlýn l/s	odchylka	Humenice m/s	Humenice l/s	odchylka	Srážky
1.6.2008 23:40	28,15972222	-3,466901341	4,102777778	-0,247387747	0,879166667	-0,180758413	0,385481399	385,4813992	0,789289248	0,061873333	61,87333333	-52,67156797	0
2.6.2008 23:40	27,92361111	-3,822560774	3,938888889	-0,419807248	0,775	-0,291380737	0,384496344	384,4963445	-0,168548637	0,05872	58,72	-56,66791854	0
3.6.2008 23:40	28,15972222	-3,722969691	4,266666667	-0,107022586	0,869444444	-0,207728172	0,394594813	394,5948134	9,923900721	0,059086667	59,08666667	-58,32510611	0
4.6.2008 23:40	98,68055556	66,65997588	7,327777778	2,950124725	2,259722222	1,174560061	0,410988968	410,9889685	26,68560765	0,107935	107,935	-11,63696189	1,4
5.6.2008 23:40	38,11111111	8,654376658	6,340277778	2,076091061	2,201388889	1,16320913	0,402911483	402,9114835	19,63449214	0,214054167	214,0541667	94,03462932	22,4
6.6.2008 23:40	33,04861111	3,938051724	5,018055556	0,836912481	1,35	0,360287288	0,392014086	392,014086	9,522474408	0,212779167	212,7791667	96,52101449	0
7.6.2008 23:40	31,54166667	2,595192768	4,677777778	0,531506057	1,1625	0,188451953	0,389405219	389,4052186	7,310376769	0,1973875	197,3875	85,15105676	0
8.6.2008 23:40	31,00694444	2,173305014	4,504166667	0,381003904	1,084722222	0,119240173	0,388065167	388,0651668	6,288167443	0,182433333	182,4333333	73,89910996	0,4
9.6.2008 23:40	30,38194444	1,647091606	4,443055556	0,337211153	0,923611111	-0,036192835	0,385386123	385,3861234	3,894949792	0,128208333	128,2083333	23,03316041	1,8
10.6.2008 23:40	29,43055556	0,77413565	4,177777778	0,087991049	0,7875	-0,174113588	0,385080491	385,0804913	3,774791485	0,084048333	84,04833333	-20,03002243	0

Příloha 3. Tabulka pro vyhotovení grafu č.14 – 19

Datum a čas	Bedřichovský p. - l/denní odchylka	Pasecký p. - l/s	denní odchylka	Váčkový p. l/s	denní odchylka	Tomkův mlýn m/s	Tomkův mlýn l/s	denní odchylka	Humenice m/s	Humenice l/s	odchylka	Srážky	
29.3.2009 23:50	198,6875	128,1594489	18,69428571	-1,711931217	8,525714286	-1,023624339	0,472861152	472,8611519	-2,456415057	0,770886957	77,08869565	-169,4435387	0
30.3.2009 23:00	238,7410072	172,6322475	18,69428571	-1,711931217	8,525714286	-1,023624339	0,460953565	460,9535655	-14,44870541	1,543	154,3	-90,74703986	21,6
1.4.2009 23:50	158,2361111	98,29278881	24,15	10,17133565	8,525714286	3,009567744	0,549615744	549,6157438	73,69744775	1,259191667	694,09475	445,8067444	0
2.4.2009 23:50	160,0833333	103,7804847	33,62394366	20,02199545	10,475	5,07031893	0,704095857	704,095857	230,907096	0,976025	434,8623851	203,0857404	0
3.4.2009 23:50	154,4861111	102,1748196	35,32222222	22,49035076	8,152777778	2,943108974	0,641363069	641,3630688	177,0553499	1,084925	559,2931845	335,3275299	0,2
4.4.2009 23:50	144,6458333	96,42153458	30,375	18,44274257	11,24166667	6,149722222	0,597193878	597,1938777	139,9683729	1,240991667	736,0744136	525,5218601	0
5.4.2009 23:50	120,4097222	76,20298741	25,45138889	14,28757906	13,04027778	8,204571759	0,564963016	564,9630158	113,5695265	0,959433333	482,8266346	294,1708253	0
6.4.2009 23:50	87,02777778	46,13421633	23,56338028	13,02076954	12,14305556	7,664070048	0,562525784	562,5257844	116,0701006	1,017641667	560,3480333	384,4822599	5,6
7.4.2009 23:50	61,88888889	23,09233727	19,63472222	9,683964646	11,05694444	6,926325758	0,529348714	529,3487141	88,168944	0,919466667	485,5208681	327,131561	0
8.4.2009 23:50	53,74305556	16,04613905	17,79027778	8,300661376	9,959722222	6,158928571	0,505212364	505,2123643	68,2311153	0,859883333	447,0471377	304,235524	0
9.4.2009 23:50	45,97902098	9,084411422	15,61527778	6,540694444	8,8625	5,369652778	0,489481694	489,4816941	55,91200093	0,818156667	425,6407955	298,040958	0,6
10.4.2009 23:50	42,91608392	6,499601276	14,60416667	5,873830409	8,333333333	5,123099415	0,476040439	476,0404388	45,41348246	0,74123	368,9827381	257,0692669	0
11.4.2009 23:50	41,09722222	5,041828542	13,37777778	4,973765432	4,405555556	1,479938272	0,46556927	465,5692698	37,4652847	0,599068333	245,2702083	147,638363	0