

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra fyzické geografie a geoekologie

Studijní obor: Biologie a geografie se zaměřením na vzdělávání



Petra VLČKOVÁ

Hydrografie a odtokový režim řeky Úpy

Hydrography and runoff regime of the Úpa river

Bakalářská práce

Praha 2012

Vedoucí bakalářské práce: Prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem všechny prameny řádně citovala. Tato práce ani její podstatná část nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Zároveň svoluji k zapůjčení této práce ke studijním účelům a souhlasím s tím, aby byla vedena v evidenci knihovny.

V Praze dne 28. 5. 2012

.....

Petra Vičková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi byli nápomocni při zpracování této práce. Především děkuji Prof. RNDr. Bohumíru Janskému, CSc., který svými cennými zkušenostmi a radami příkladně vedl moji práci. Poděkování taktéž patří RNDr. Janu Kocumovi za důležité poznámky a rady k práci. Dále děkuji Povodí Labe, s. p., jmenovitě Ing. Jiřímu Petrovi, a Českému hydrometeorologickému ústavu v Hradci Králové za poskytnutí datových řad, bez kterých by nemohla tato práce vzniknout. V neposlední řadě děkuji pí. Heleně Příbylové za ochotu a vstřícnost nejen při získávání hydrologických a klimatologických dat. Velký dík zasluží také má rodina a přátelé za podporu během celého studia.

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce se ve své první části zabývá fyzicko-geografickou charakteristikou. Povodí Úpy je popsáno z hlediska geologických, geomorfologických a půdních poměrů, biogeografie, krajinného pokryvu a klimatických podmínek. Jednotlivé charakteristiky byly zpracovány na základě rešerše z odborné literatury. V další části práce, která se podrobně věnuje hydrografii, se objevují početní i popisné charakteristiky celého povodí a říční sítě. Třetí část je zaměřena na zhodnocení odtokového režimu řeky Úpy, které je založeno především na zpracování a vyhodnocení datových řad z období od 1988 do 2011, poskytnutých z dvou vodoměrných stanic - Česká Skalice a Zlích. Analýza odtoku je prováděna prostřednictvím denních, měsíčních a ročních režimů průtoků.

Klíčová slova: povodí Úpy, hydrografie, odtokový režim, průtok

This bachelor thesis presents, in the first part, physical-geographical characteristics of the Úpa River basin. It is described in terms of geology, geomorphology and soil characteristics, biogeography, land cover and climate. The individual characteristics are based on the research from scientific literature. The next part details the hydrography with absolute and descriptive characteristics of the basin and river network. The third part focuses on the evaluation of the runoff regime of the river Úpa, which is based primarily on processing and evaluation of data series from 1988 to 2011 from the Česká Skalice and Zlích stations. Analysis of the runoff is carried out through daily, monthly, and annual flow regimes.

Key words: Upa river basin, hydrography, runoff regime, flow rate

Zadání bakalářské práce

Název práce

Hydrografie a odtokový režim v povodí Úpy

Cíle práce

- Zpracovat fyzicko-geografickou charakteristiku povodí řeky Úpy se zvláštním zaměřením na hydrografii.
- Provést analýzu průměrných denních, měsíčních a ročních průtoků v profilu Úpa – Česká Skalice a Zlích včetně statistického zpracování dat.
- Shromáždit všechny dostupné datové zdroje týkající se odtokových charakteristik v povodí.

Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje

- Rozbor existujících zdrojů dat.
- Vymezení zájmového území – povodí řeky Úpy.
- Hlavní datové zdroje – získání dat z Povodí Labe, s.p., ČHMÚ Praha, Lesů ČR, Státní vodohospodářské správy, atd.

Datum zadání: 10. 11. 2010

Jméno studenta: Petra Vičková

Podpis studenta:

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

Podpis vedoucího práce:

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Fyzickogeografický přehled.....	10
2.1 Vymezení zájmového území.....	10
2.2 Geologické poměry.....	13
2.3 Geomorfologické členění.....	14
2.4 Půdní pokryv.....	18
2.5 Biogeografické členění.....	19
2.5.1 Fytogeografie.....	19
2.5.2 Ochrana přírody.....	20
2.6 Krajinový pokryv.....	21
2.7 Klimatické podmínky.....	22
2.7.1 Srážkové poměry.....	24
3. Hydrografie.....	26
3.1 Hydrografická charakteristika povodí.....	26
3.2 Přítoky Úpy a jejich charakteristika.....	28
3.3 Plocha povodí.....	31
3.4 Tvar povodí.....	34
3.5 Výškopisné poměry povodí a toku.....	35
3.6 Charakteristika říční sítě.....	39
4. Odtokové poměry v povodí.....	41
4.1 Charakteristiky odtoku.....	43
4.2 Režim denních průtoků.....	44
4.3 Režim měsíčních průtoků.....	48
4.4 Režim ročních průtoků.....	51
5. Diskuze.....	55
6. Závěr.....	57
7. Zdroje informací.....	59
7.1 Tištěné zdroje.....	59
7.2 Internetové zdroje.....	61
7.3 Datové a mapové zdroje.....	61
8. Přílohy.....	63

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Vymezení povodí Úpy	11
Obrázek č. 2: Přehledná mapa povodí Úpy	12
Obrázek č. 3: Zjednodušená geologická mapa povodí Úpy	14
Obrázek č. 4: Geomorfologické členění	16
Obrázek č. 5: Složení půd	18
Obrázek č. 6: Pohled na NPP Babiččino údolí s Ratibořickým zámkem	21
Obrázek č. 7: Hlavní klimatické oblasti	22
Obrázek č. 8: Poloha klimatických stanic v povodí	25
Obrázek č. 9: Úpské rašeliniště	26
Obrázek č. 10: Soutok Labe a Úpy v Jaroměři	27
Obrázek č. 11: Soutok Úpy s Malou Úpou	28
Obrázek č. 12: Soutok Úpy s Ličnou	29
Obrázek č. 13: Zjednodušená mapa říční sítě	31
Obrázek č. 14: Sklonitost povodí	37
Obrázek č. 15: Expozice svahů	38
Obrázek č. 16: Hustota říční sítě	40
Obrázek č. 17: Poloha vodoměrné stanice Zlíč	41
Obrázek č. 18: Bývalá vodoměrná stanice v České Skalici	42
Obrázek č. 19: Vodoměrná stanice Zlíč	42

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Charakteristika chladné klimatické oblasti	23
Tabulka č. 2: Charakteristika mírně teplé klimatické oblasti	24
Tabulka č. 3: Průměrný roční úhrn srážek v povodí	24
Tabulka č. 4: Průměrný měsíční úhrn srážek	25
Tabulka č. 5: Základní hydrografické údaje	27
Tabulka č. 6: Nejvýznamnější toky v povodí Úpy	30
Tabulka č. 7: Stupeň vývoje jednotlivých toků v povodí Úpy	39
Tabulka č. 8: Základní údaje hydrologických stanice na Úpě	42
Tabulka č. 9: Průměrné M – denní průtoky za sledované období 1988 – 2007 (profil Česká Skalice)	46
Tabulka č. 10: Průměrné M – denní průtoky za sledované období 2001 - 2011 (profil Zlíč)	46
Tabulka č. 11: Výsledné hodnoty decilové odchylky a relativní variace (profil Česká Skalice)	46
Tabulka č. 12: Výsledné hodnoty decilové odchylky a relativní variace (profil Zlíč)	47
Tabulka č. 13: Výsledné hodnoty variačního koeficientu (profil Česká Skalice)	47

Tabulka č. 14: Výsledné hodnoty variačního koeficientu (profil Zlích).....	47
Tabulka č. 15: Poměr ročních průtoků a dlouhodobého průtoku (profil Česká Skalice)..	52
Tabulka č. 16: Poměr ročních průtoků a dlouhodobého průtoku (profil Zlích)	52
Tabulka č. 17: Klasifikace vodnosti toků dle procenta pravděpodobnosti překročení ročních průtoků.....	53

Seznam grafů

Graf č. 1: Kruhový graf povodí Úpy	32
Graf č. 2: Pravoúhlý graf vývoje povodí.....	33
Graf č. 3: Hypsografická křivka povodí Úpy	35
Graf č. 4: Podíl sklonu toku	36
Graf č. 5: Podélný rozvinutý profil říční soustavy Úpy.....	38
Graf č. 6: Průměrné denní průtoky za období 1988 – 2007 v profilu Česká Skalice.....	44
Graf č. 7: Průměrné denní průtoky za období 2001 – 2011 v profilu Zlích	44
Graf č. 8: Čára překročení průměrných denních průtoků (profil Česká Skalice).....	45
Graf č. 9: Čára překročení průměrných denních průtoků (profil Zlích)	45
Graf č. 10: Průměrné měsíční průtoky za období 1988 - 2007 (profil Česká Skalice)	48
Graf č. 11: Průměrné měsíční průtoky za období 2001 – 2011 (profil Zlích)	48
Graf č. 12: Měsíční odtok v procentech (profil Česká Skalice).....	49
Graf č. 13: Měsíční odtok v procentech (profil Zlích).....	49
Graf č. 14: Rozložení odtoku během roku (profil Česká Skalice)	50
Graf č. 15: Rozložení odtoku během roku (profil Zlích)	50
Graf č. 16: Vývoj průměrných ročních průtoků (profil Česká Skalice).....	53
Graf č. 17: Vývoj průměrných ročních průtoků (profil Zlích)	53

Seznam příloh

Příloha č. 1: Velikost jednotlivých ploch povodí	63
Příloha č. 2: Vymezení jednotlivých úseků toku.....	63
Příloha č. 3: Sklonové poměry v povodí	63
Příloha č. 4: Tabulka sklonu toku.....	64
Příloha č. 5: Expozice v povodí	64
Příloha č. 6: Hustota říční sítě	64
Příloha č. 7: Průměrný roční průtok a procento pravděpodobnosti překročení ročních průtoků (profil Česká Skalice	65
Příloha č. 8: Průměrný roční průtok a procento pravděpodobnosti překročení ročních průtoků (profil Zlích	65

1. Úvod

Z jednotlivých oborů fyzické geografie věnuji svůj zájem především hydrologii. Pocházím z České Skalice, města ležícího na dolním toku řeky Úpy, a v krajině, která je součástí jejího povodí a jež se stala zájmovým územím při volbě tématu mé bakalářské práce, jsem vyrůstala. Proto se také „Hydrografie a odtokový režim řeky Úpy“, po konzultaci s vedoucím práce, stalo nosným tématem písemného závěru mého dosavadního vzdělávání v tomto zajímavém oboru.

K hlavním cílům této bakalářské práce patří podrobný popis fyzicko-geografických podmínek v povodí Úpy a zhodnocení a prezentace jednotlivých složek hydrografie a jejího odtokového režimu.

První část popisuje již zmiňované fyzickogeografické charakteristiky sledovaného území, které názorně doplňují mapové podklady. Nejprve jsou uvedeny geologické a geomorfologické poměry včetně zahrnutí povodí do systému geomorfologického členění ČR, a další pozornost je věnována půdnímu pokryvu území, který je ovlivňován geologickým podložím a klimatem. V oddílu, zabývajícím se biogeografickým členěním, najdeme fyto geografii, zoogeografii a v neposlední řadě taktéž různá chráněná území, která do povodí zasahují. Další prezentovanou složkou fyzickogeografické charakteristiky je krajinný pokryv. Kompletní klimatické poměry včetně srážek jsou vysvětleny v poslední podkapitole této nejširší části práce. Zpracování fyzickogeografické charakteristiky povodí se především opírá o studium veškeré dostupné literatury týkající se této oblasti.

Druhá část se zaměřuje na celkový popis hydrografie. Jejím cílem je podat ucelený přehled o jednotlivých hydrografických charakteristikách povodí a říční síť.

Třetí část práce se zabývá odtokovými poměry v povodí. Je zde uveden rozbor datové řady průměrných denních průtoků ze stanice Česká Skalice a ze stanice Zlích za období od 1. 1. 1988 do 31. 12. 2011, které byly poskytnuty Českým hydrometeorologickým ústavem v Hradci Králové a Povodím Labe s. p.

Práci (např. Čurda, 2009; Prokš, 2010; Svoboda, 2011), které věnovaly pozornost odtokovým poměrům toků, bylo vytvořeno na Fakultě fyzické geografie a geoekologie PřF UK celá řada, ale ve spoustě případů se modelovou lokalitou k analýze stávala Šumava.

2. Fyzickogeografický přehled

V této kapitole je definováno a popsáno přírodní prostředí povodí řeky Úpy. Zvláštní důraz je kladen na složky, které nejvíce ovlivňují hydrologické poměry ve zkoumané oblasti.

2.1 Vymezení zájmového území

Povodí Úpy se nachází v severovýchodních Čechách, konkrétně v Královéhradeckém kraji. Na severu protéká bývalým okresem Trutnov a na jihu okresem Náchod. Nepatrná část povodí (asi 18 km²) zasahuje na území sousedního státu – Polska (obr. č. 1).

Řeka Úpa je po Orlici druhým nejvýznamnějším levostranným přítokem Horního Labe, které patří do úmoří Severního moře (RYBÁŘ, 1989). Do Labe se vlévá v Jaroměři v nadmořské výšce 249,88 m (hodnota z vrstev GIS, data VÚV).

Pramení v Úpském rašeliništi v Krkonoších ve výšce 1 422,43 m n. m. (hodnota z vrstev GIS, data VÚV), které se rozkládá asi 2 kilometry severně od Studniční hory (1 554 m) a odvodňuje téměř celé Východní Krkonoše a Podkrkonoší.

Celková plocha povodí včetně i jeho polské části činí 509,81 km². Samotná část povodí na české straně zaujímá plochu 490,29 km² (data VÚV).

Hranice rozvodí je vymezena následujícími vrcholy, které jdou po směru hodinových ručiček (od soutoku Úpy a Labe, hodnoty jsou v m n. m.): soutok 249,88, poté přes nepojmenované kóty 315, 334, 355 a 433, dále vrchol Kopna (582), kóta 501, Studenec (508), kóty 519, 476 a 500, Pekelský vrch (583), Havran (564), Skřivaní vrch (585), kóta 718, Janská hora (727), Zlatá vyhlídka (806), Černá hora (1 299), Zrcadla (1 242), Liščí hora (1 363), Zadní planina (1 422), Luční hora (1 547), Studniční hora (1 554), Sněžka (1 602), Svorová hora (1 410), Klepý (1 281), Czoło (1 268), kóty 1 153, 1 182 a 1 188 – Pomezí hřeben, kóta 908, Široká (843) a pás Vraních hory. Na polské straně prochází přes vrcholy s kótami 812 a 550 a vrcholem Złota Góra (575). Zpět se vrací na hranice ČR-PL na vrchol Skalky (690) a dále po kótách 600, 584 a 708, přes Žaltman (739), Kolčarka (691), Švédský vrch (660) a Končinský kopec (529). Odtud na kótu 487, Ovčácký kopec (384) a přes kóty 307 a 302, Zvolský vrch (298) (Mapa KTČ - Krkonoše, Královéhradecko, Broumovsko a Adršpach, 2002 a 2003).

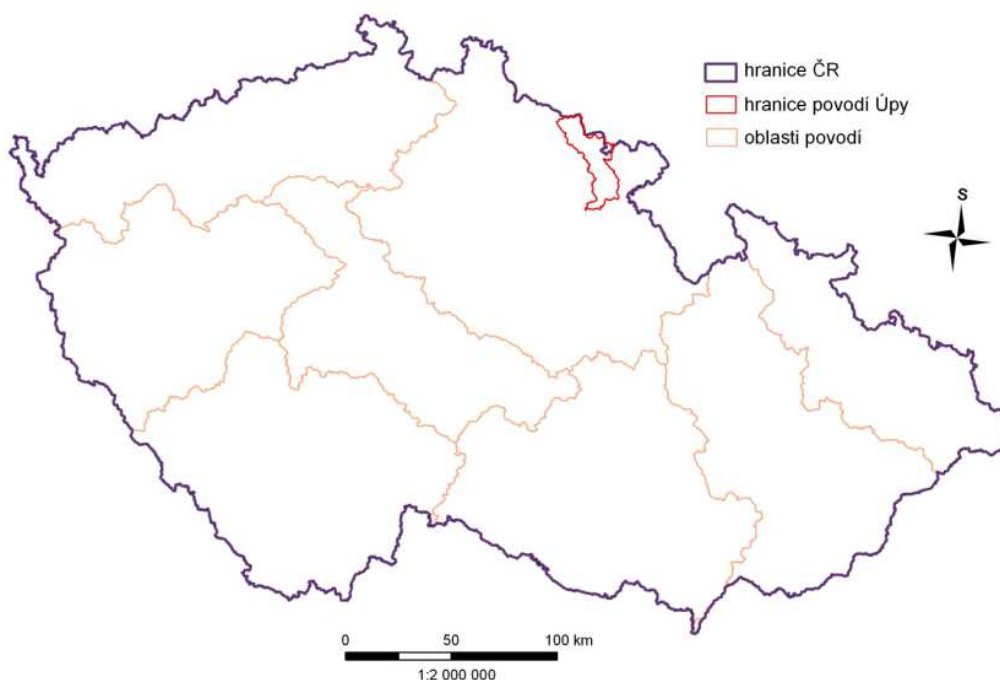
Délka toku je 78,14 km (data VÚV). Podle Rybáře (1989) se délka Úpy mírně odlišuje, uvádí 78,7 km. Mezi nejvýznamnější pravostranné přítoky patří Zelený potok, Maršovka a Válovický potok a přítoky z levé strany jsou Malá Úpa, Ličná a Olešnice (Štefáček, 2008).

Hydrologické pořadí povodí řeky Úpy je 1-01-02-001 a rozděluje se na dalších 59 dílčích povodí.

Horní tok leží v Krkonoších, poté u Trutnova přitéká do Podkrkonošského podhůří, kde protíná Podkrkonošskou pahorkatinu a také Zvičinsko-kocléřovský hřbet. Na území České tabule vstupuje u České Skalice, kde se tato část nazývá Úpsko-metujská tabule. Řeka ústí v nejsevernějším výběžku Pardubické kotliny (Vlček, 1984). Směr toku se ubírá nejprve na jih, poté změni orientaci na jihovýchodní směr a takto pokračuje až k České Skalici, kde se obrací k jihozápadu. Tento směr drží až ke svému ústí do Labe v Jaroměři (Kohoutek, 1987).

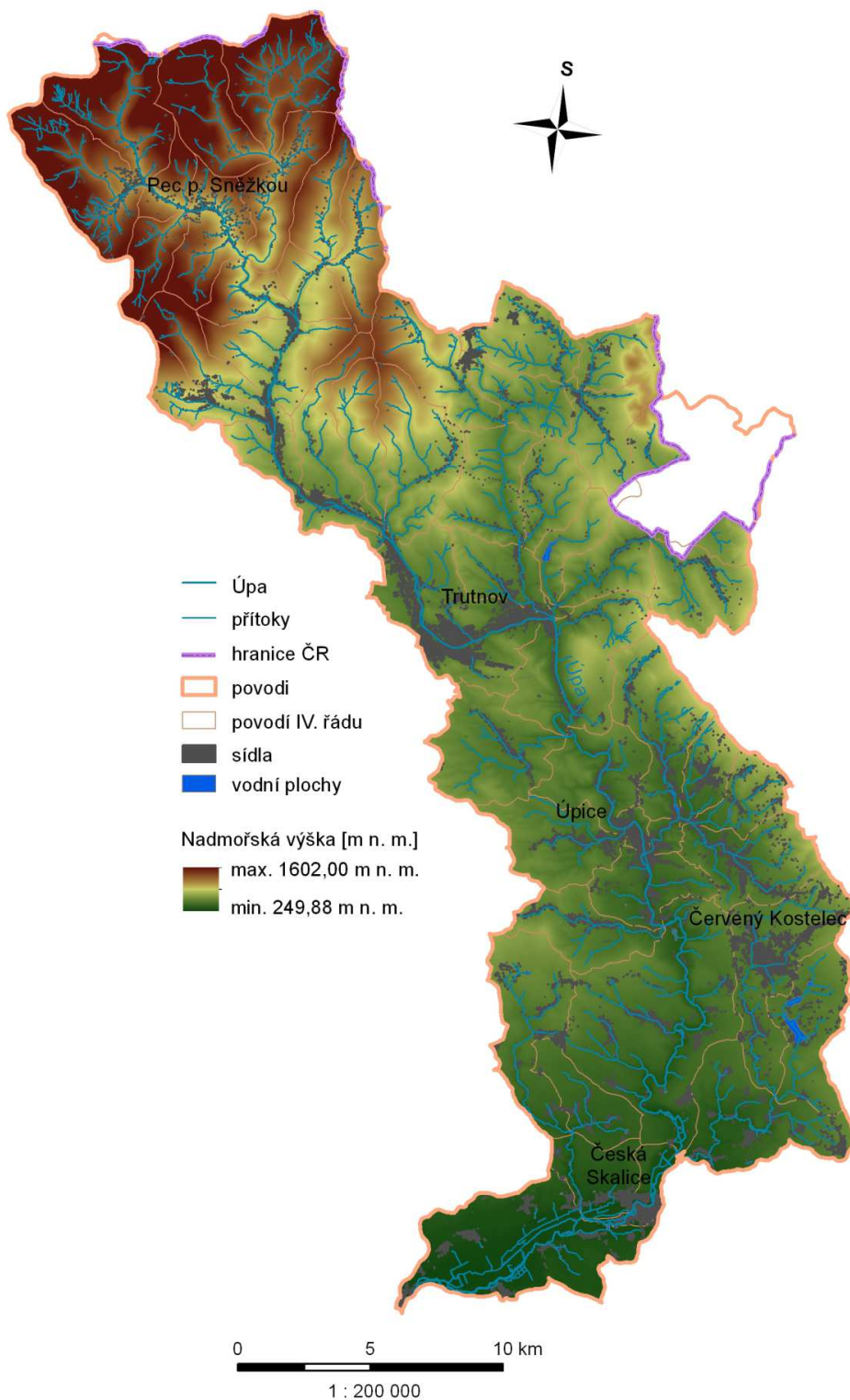
Původ názvu řeky je nejspíš baltoslovanský. Slovo „Úpe“ znamená v litevštině *tok*, *řeka* a lotyšské „Upe“ označuje *potok* či *proud*. Jméno Úpa tedy znamená *vodní tok* nebo *proud* (Fetters, 1989).

Obrázek č. 1: Vymezení povodí Úpy



Zdroj: ARCČR, vrstvy VÚV TGM

Obrázek č. 2: Přehledná mapa povodí Úpy



Zdroj: ARCČR, vrstvy VÚV TGM

2.2 Geologické poměry

Z hlediska geologické stavby lze v povodí vyčlenit následující jednotky Českého masivu: vnitrosudetskou, podkrkonošskou a českou křídovou pánev.

Nejvýše položené horské partie Krkonoš tvoří krystalické horniny, pocházející ze starohorního až staropravohorního období (Faltysová, 2002). Důležitou složkou hlavního hřbetu je krkonoško-jizerský pluton, typické posttektonické granitoidní těleso. Pluton vyplňuje jádro s klenbovitou strukturou a jeho vnitřní stavba je také klenbovitá, což značí nahromadění jednotlivých vrstev lehčích hrubě porfyrických typů při okraji a jemnozrnnějších typů ve vnitřních částech (Chlupáč a kol., 2002). Na západě obohacuje krkonoško-jizerský masiv hrubozrnná žula a zbývající část pohoří vyplňují různé typy metamorfovaných hornin jako ruly, svory, fylity, amfibolity, zelené břidlice, křemence, krystalinické vápence a dolomity (Faltysová, 2002). Důležitou roli, především v oblasti ledovcových karů, hrají také ledovcové sedimenty v podobě balvanitých morén a glacifluviálních štěrků (Culek, 1996).

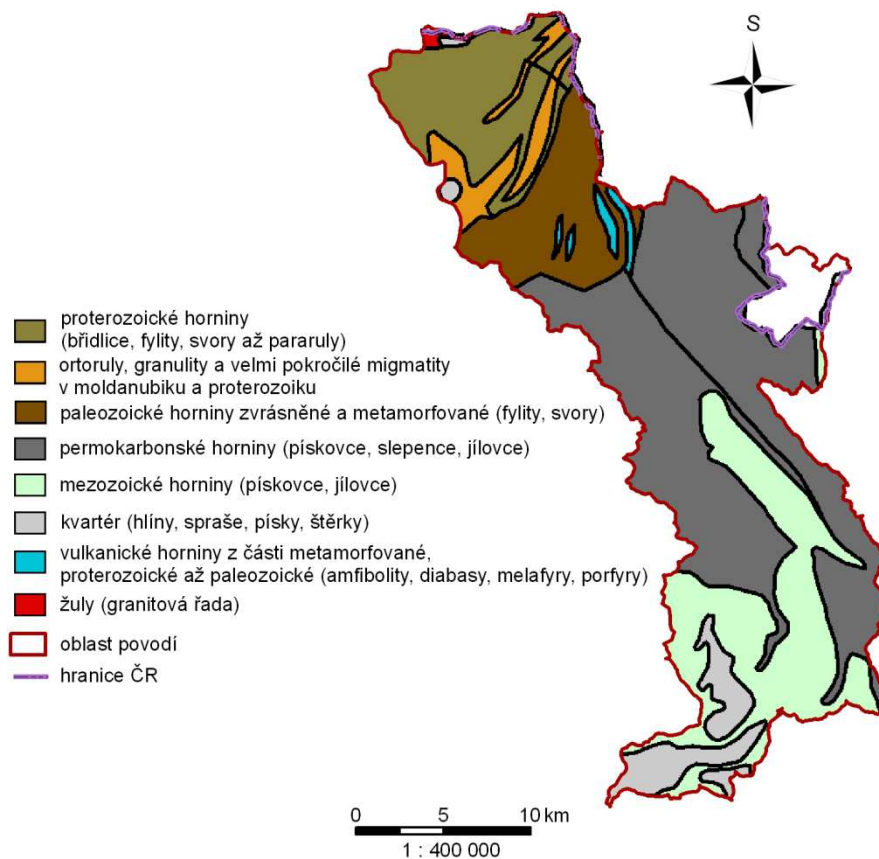
Horský masiv Krkonoš je z jihu obklopen podkrkonošskou pánví a na východě ho lemuje vnitrosudetská pánev. Podkrkonošskou pánev od vnitrosudetské odděluje hronovsko-poříčská porucha (Chlupáč a kol., 2002). V horninovém složení převažují mladopravohorní usazeniny a nevelké pásy vulkanických vyvřelin. Karbonské slepence a arkózy, které v žacléřsko-svatoňovické pánvi prostupují sloje černého uhlí, vyplňují velkou část Žacléřské vrchoviny a vytvářejí výrazný hřbet Jestřebích hor (Faltysová, 2002).

V Podkrkonošské pahorkatině převažují plošně rozsáhlé červenohnědé permské sedimenty, tvořené složitým komplexem pískovců, lupků, rozpadavých břidlic a jílovců a jejich horizonty jsou často vápnité nebo dolomitické. Taktéž z období permu jsou produkty kyselého až neutrálního vulkanismu, především ryolitové vyvřeliny a andezity, vyplňující pásmo Vraních hor (Culek, 1996). Mezi nejmladší horniny této oblasti patří triasové pískovce v okolí Havlovic a Červeného Kostelce (Faltysová, 2002).

Okolí České Skalice a Jaroměře je tvořeno usazeninami české křídové pánve. Vyskytují se zde především jemnozrnné sedimenty, jako jsou například písčité a vápnité jílovce, spongility, prachovce a jemnozrnné pískovce (Faltysová, 2002).

Samotnou geologickou stavbu povodí Úpy přehledně znázorňuje obrázek č. 3. Z něj je na první pohled zřejmé, že v povodí jsou nejvíce zastoupeny proterozoické a paleozoické horniny. Výběžek v dolní části povodí reprezentují především horniny z období kvartéru.

Obrázek č. 3: Zjednodušená geologická mapa povodí Úpy



Zdroj: ArcČR, Geoportal.gov.cz

2.3 Geomorfologické členění

Podle Balatky a Kalvody (2006) můžeme povodí Úpy geomorfologicky rozčlenit dle následujícího schématu:

Provincie: Česká Vysočina

Subprovincie: Krkonošsko-jesenická subprovincie (IV)

Oblast: Krkonošská oblast (IVA)

Celek: Krkonoše (IVA-7)

Podcelek: Krkonošské hřbety (IVA-7A)

Okrsek: Český hřbet (IVA-7A-2)

Podokrsek: Východní Český hřbet (IVA-7A-2b)

Podcelek: Krkonošské rozsochy (IVA-7B)

Okrsek: Černohorská hornatina (IVA-7B-4)

Podokrsek: Černohorská rozsocha (IVA-7B-4b)

Okrsek: Růžohorská hornatina (IVA-7B-5)

Podokrsek: Růžohorská rozsocha (IVA-7B-5a)

Okresek: Rýchory (IVA-7B-6)
Podcelek: Podkrkonošská hornatina (IVA-8B)
Okresek: Mladobucká vrchovina (IVA-8B-6)
Podokresek: Javornická pahorkatina (IVA-8B-6a)
Podokresek: Hertvíkovická vrchovina (IVA-8B-6b)
Část: Čermenská část (IVA-8B-6b-1)
Okresek: Trutnovská pahorkatina (IVA-8B-5)
Podokresek: Poříčská pahorkatina (IVA-8B-5a)
Část: Volanovská část (IVA-8B-5a-2)
Podokresek: Úpická pahorkatina (IVA-8B-5b)
Podcelek: Zvičinsko-kocléřovský hřbet (IVA-8C)
Okresek: Kocléřovský hřbet (IVA-8C-2)
Podokresek: Kocbeřský hřbet (IVA-8C-2b)
Část: Liščí hřbet (IVA-8C-2b-1)
Část: Hoříčská část (IVA-8C-2b-3)
Podokresek: Žernovská pahorkatina (IVA-8C-2c)
Část: Trubějovský hřbet (IVA-8C-2c-1)
Oblast: Orlická oblast (IVB)
Celek: Broumovská vrchovina (IVB-1)
Podcelek: Žacléřská vrchovina (IVB-1A)
Okresek: Bernartická vrchovina (IVB-1A-1)
Podokresek: Boberská vrchovina (IVB-1A-1a)
Podokresek: Královecká vrchovina (IVB-1A-1b)
Okresek: Jestřebí hory (IVB-1A-3)
Podokresek: Žaltemanský hřbet (IVB-1A-3a)
Podokresek: Vraní hory (IVB-1A-4)
Celek: Podorlická pahorkatina (IVB-3)
Podcelek: Náchodská vrchovina (IVB-3A)
Okresek: Červenokostelecká pahorkatina (IVB-3A-1)

Subprovincie: Česká tabule (VI)

Oblast: Východočeská tabule (VIC)

Celek: Orlická tabule (VIC-2)

Podcelek: Úpsko – metujská tabule (VIC-2A)

Okrsek: Českoskalická tabule (VIC-2A1)

Podokrsek: Ratibořická plošina (VIC-2A-1a)

Podokrsek: Rychnovecká kotlina (VIC-2A-1b)

Podcelek: Pardubická kotlina (VIC-1C)

Okrsek: Královéhradecká kotlina (VIC-1C-1)

Podokrsek: Jaroměřská kotlina (VIC-1C-1a)

Obrázek č. 4: Geomorfologické členění



Zdroj: Balatka, Kalvoda (2006), vlastní úprava

Výše uvedené geomorfologické členění (obr. č. 4) ukazuje, že celé povodí náleží provincii České Vysočiny, která se dále dělí do dvou soustav. Většina území povodí spadá do Krkonošsko-jesenické soustavy a dolní část povodí pak patří do České křídové tabule.

Krkonoše formovaly mladokaledonské orogenetické pohyby. Dnešní rysy pohoří vznikly v období terciéru a jsou výsledkem saxonských tektonických pohybů. Geomorfologicky Krkonoše dělíme na dvě základní jednotky. První jednotkou jsou vyšší krkonošské hřbety, které kopírují státní hranici s Polskem a za druhou důležitou jednotku jsou považovány nižší krkonošské rozsochy (Demek a kol., 1965). Střední nadmořská výška hřbetů je 1 120 m. Na hřbetech se nacházejí plošiny, ze kterých vystupují nejvyšší vrcholy jako *suky* a v dobách ledových v pleistocénu zde ležely horské ledovce (Faltysová, 2002). Krkonošské rozsochy mají podobu širokých, dlouhých a zalesněných hřbetů. Vrcholové části se vyznačují plochým reliéfem a nesou zbytky okrajů vyzdvižené paroviny (Demek a kol., 1965). Typické tvary reliéfu pro horské prostředí se vytvořily střídáním teplot a působením sněhu či ledu. Na hřbetech se objevují výrazné žulové skalní útvary (tory), na svazích vznikají stupně mrazových srubů, dále kryoplanační terasy a kamenná moře (Faltysová, 2002). Zahlubování řek ve třetihorách a čtvrtohorách umožnilo vznik krasových jevů v karbonátových horninách. Rozsáhlé jeskynní systémy nalezneme v Horních Albeřích a Maršově.

Celek Krkonoš postupně přechází do rozsáhlého geomorfologického celku Krkonošského podhůří. Tato členitá pahorkatina až plochá vrchovina se střední nadmořskou výškou 463 m n. m. se vyznačuje pestrým strukturně-denudačním reliéfem (Faltysová, 2002). Jedním z nižších celků Krkonošského podhůří je Trutnovská pahorkatina, patřící konkrétně do Podkrkonošské pahorkatiny. Často zde vznikají drobné sesuvy, což je dáno rozdílným petrografickým složením permokarbonských sedimentů (Demek a kol., 1965). Na levém břehu Úpy navazuje na Podkrkonošskou pahorkatinu Broumovská vrchovina, jejímž důležitým okrskem je nesouměrný hřbet Jestřebích hor.

Ze soustavy České křídové tabule do povodí zasahuje Orlická tabule s Úpsko-metujskou tabulí a ústí řeky leží v Pardubické kotlině (Faltysová, 2002). Balatka a kol. (1987) charakterizuje Úpsko-metujskou tabuli jako plochou pahorkatinu, uloženou na pleistocenních říčních a eolických sedimentech, s erozně akumulacním a denudačním reliéfem říčních teras, údolních niv a strukturně denudačních plošin a plochých hřbetů.

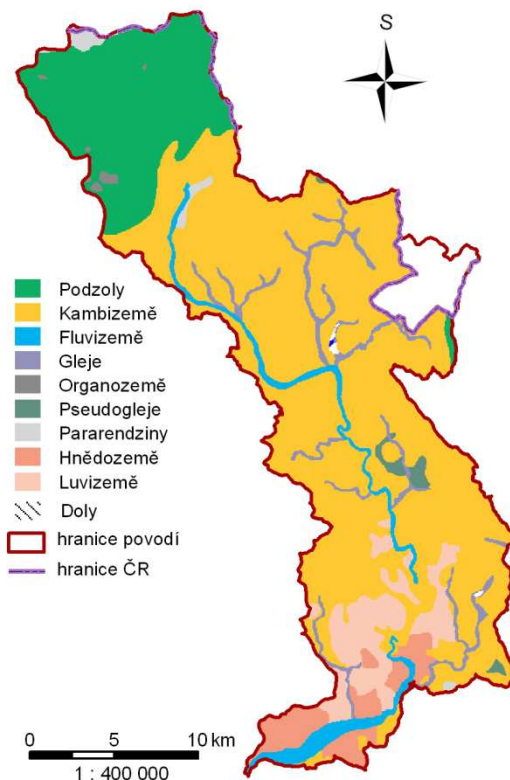
Spousta přírodních procesů (vodní eroze, zvětrávání, svahové procesy, soliflukce, laviny) utváří georeliéf také v současné době. V nižších polohách se na formování reliéfu stále intenzivněji podílí výstavba sídel, komunikací a těžba surovin (Faltysová, 2002).

2.4 Půdní pokryv

Povodí řeky Úpy se vyznačuje pestrými půdními poměry (obr. č. 5). V nejvyšších polohách Krkonoš se nacházejí alpské a arktické půdy, které jsou pro území České republiky výjimečné. Dominantními půdami v horní části povodí jsou podzoly, které vznikají na kyselých horninách a na vrcholových plošinách jsou doprovázeny organozeměmi (Faltysová, 2002). Ty se vytvořily díky intenzivní akumulaci rozložených rostlinných zbytků v silně zvodněném prostředí. Na některých místech Krkonoš se setkáme s litozeměmi (surové půdy), které jsou mělké, skeletovité a hodně vodopropustné (Tomášek, 2007).

Tok Úpy částečně lemují fluvizemě (typická, glejová), které se vytvořily na různě širokých pásích nivních bezkarbonátových sedimentů (Faltysová, 2002). Převážnou část rozlohy povodí vyplňují hnědé půdy – kambizemě (typické, kyselé, dystrické), neboť jsou vázány na nadmořskou výšku od 450 m po 800 m. Hlavním půdotvorným procesem je intenzivní vnitropůdní zvětrávání (Tomášek, 2007). Kolem menších potoků, napájejících Úpu, se vytvořily gleje typické a organozemní. Okrsek pararendziny, ležící na jílech a slínech, nalezneme v oblasti od Horního Maršova ke Svobodě nad Úpou. Bezkarbonátové permské horniny severně od Úpice daly vznik pseudogleji.

Obrázek č. 5: Složení půd



Zdroj: ArcČR, Geoportal.gov.cz

Část povodí, která spadá do náchodského okresu, pokrývají ve velké míře luvizemě (Faltysová, 2002). Ty se vyvinuly na spraších a sprašových hlínách a využívají se k intenzivnímu zemědělství (Tomášek, 2007).

V oblasti od České Skalice k Jaroměři se nacházejí kromě kambizemí, luvizemí a fluvizemí ještě hnědozemně, jejichž půdotvorným substrátem je taktéž spraš, sprašová hlína či polygenetická hlína. Rozšíření těchto půd se pohybuje od 200 do 450 m n. m. (Tomášek, 2007).

2.5 Biogeografické členění

V povodí Úpy nalezneme tři základní biogeografické regiony – Krkonošský, Podkrkonošský a Broumovský.

Krkonošský bioregion leží v severní části povodí a jeho hranice sahá zhruba po Svobodu nad Úpou. Jako jediný bioregion v ČR vystupuje nad horní hranici lesa a vyznačuje se dokonale vyvinutým subalpínským stupněm s původní (autochtonní) kosodřevinou. Biota je převážně horského hercynského charakteru. Potenciální vegetaci tvoří květnaté, klenové a acidofilní horské bučiny, přirozené smrčiny, subalpínská společenstva a také vrchoviště.

Na Krkonošský bioregion navazuje Podkrkonošský. Ten je tvořen ochuzenou podhorskou hercynskou biotou, kde převažuje bukový vegetační stupeň. Potenciální vegetaci představují bikové bučiny a acidofilní doubravy s ostrůvky květnatých bučin.

Do východní části povodí částečně zasahuje poslední bioregion – Broumovský. Biotu charakterizuje dubovo-bukový až jedlovo-bukový vegetační stupeň. Potenciální vegetaci tvoří květnaté bučiny, acidofilní doubravy a v údolích se nacházejí suťové lesy (Culek, 1996).

2.5.1 Fytogeografie

Podle Faltysové (2002) se území povodí rozčleňuje na tři fytogeografické jednotky – oreofytikum, mezofytikum a termofytikum. Do obvodu oreofytika patří horská květena. Dá se říci, že hranice tohoto obvodu probíhá souběžně s hranicí Krkonošského národního parku. Střední polohy povodí náleží do obvodu hercynské a subatlantské květeny – mezofytika. Termofytikem se rozumí obvod teplomilné květeny a nachází se na dolním toku Úpy.

Na území najdeme celé spektrum přirozených rostlinných společenstev od lužních lesů v nížinách, dubohabřin ve středních polohách, společenstev bučin a jedlin ve vyšších polohách až po subalpínský stupeň v nejvyšších polohách Krkonoš.

2.5.2 Ochrana přírody

Povodí Úpy se může pyšnit hned několika chráněnými územími. Výjimečnosti oblasti dodává velkoplošné chráněné území *Krkonošského národního parku (KRNAP)*, ležící v horní části povodí. Krkonošský národní park, který byl založen v roce 1963, a jehož celková výměra činí 548 km², zasahuje do úpského povodí zhruba třetinou své rozlohy. Území národního parku spadá do geomorfologického celku Krkonoše a okrajové části patří ke Krkonošskému podhůří. KRNAP je dělen do čtyř ochranných zón (Faltysová, 2002). Na území parku se setkáme s mnohými endemickými druhy rostlin i živočichů a s glaciálními relikty (Sýkora a kol., 1983).

Nejcennější části KRNAPu jsou pod ochranou státních přírodních *rezervací (SPR)*. Jednou z nich je SPR *Prameny Úpy*, což je největší rezervace v Krkonošském národním parku, kde se rozkládají alpské louky, rašeliniště, pásy kosodřevin a horské lesní porosty. Zahrnuje oblast nad horní hranicí lesa s nejvyšší horou ČR – Sněžkou, a ledovcový kar – Úpskou jámu.

SPR *Černohorská rašelina* je území, které střeží největší vrcholové rašeliniště lesního typu v nadmořské výšce 1200 m. Rašelina má mocnost asi 2 metry a stáří je odhadováno na 6000 let (Friedl a kol., 1991).

Do maloplošného chráněného území patří přírodní památka *Slunečná stráž*, která se nachází v submontánním stupni v ochranném pásmu KRNAP. Najdeme ji v oblasti severovýchodně od Svobody nad Úpou. Smyslem ochrany je především zachování rozsáhlého komplexu slatinných a rašelinných luk s bohatou mozaikou celostátně ohrožených rostlinných společenstev. Území tedy patří k plochám, které slouží k záchraně fytogeofondu Krkonoš.

Dalším chráněným územím je NPP *Babiččino údolí* (obr. č. 6), rozkládající se kolem Úpy mezi obcemi Slatina nad Úpou a Česká Skalice. Ochrana tohoto území spočívá v kombinaci přirozených biotopů (přirozené lesy, louky, koryto řeky) v údolí Úpy a míst, která se řadí do naší kulturní historie (Staré bělidlo, Ratibořický zámek a park, aj.) Zajímavostí území je zavlažovací a odvodňovací přeronový systém na loukách, pocházející z 19. století. Avšak v současnosti již není tento důmyslný systém funkční (Faltysová, 2002).

Obrázek č. 6: Pohled na NPP Babiččino údolí s Ratibořickým zámkem



Zdroj: vlastní foto (7. 4. 2012)

V neposlední řadě je nutno zmínit i přírodní rezervaci *Dubno*, ležící nedaleko přehradní nádrže Rozkoš, asi 2 km severovýchodně od České Skalice. Předmětem ochrany se stala stará doubrava s bohatým bylinným podrostem, slatinné louky a obnovený Zličský rybník. Řadu zvláště chráněných živočichů a rostlin nalezneme v lučních i lesních společenstvech (Faltysová, 2002).

2.6 Krajinový pokryv

Rozmanitost krajinného pokryvu je poměrně velká. Na celém území se v hojné míře nalézají lesy - jehličnaté i smíšené. V pramenné oblasti Úpy nalezneme rašeliniště, vřesoviště a přírodní louky, které postupně přecházejí v plochy s křovinnou a travnatou vegetací a jehličnaté lesy. Zastoupení městské zástavby v této části toku začíná obcemi Pec pod Sněžkou, Maršov, Janské Lázně, Svoboda nad Úpou a Žacléř. Jsou obklopené vesměs jehličnatými a smíšenými lesy a zemědělskou půdou (loukami a pastvinami a zemědělskými oblastmi s přirozenou vegetací). Východně od Žacléře vznikla oblast těžby surovin.

Kolem městské zástavby obce Mladé Buky a okresního města Trutnov se nachází nezavlažovaná orná půda, lesy a pastviny a k většímu městu samozřejmě patří průmyslové a obchodní areály. Obytné plochy a průmyslové zóny jsou také v obci Úpice. V okolní krajině se pak vyskytují louky, nezavlažovaná orná půda, jehličnaté a v menší míře i lesy smíšené.

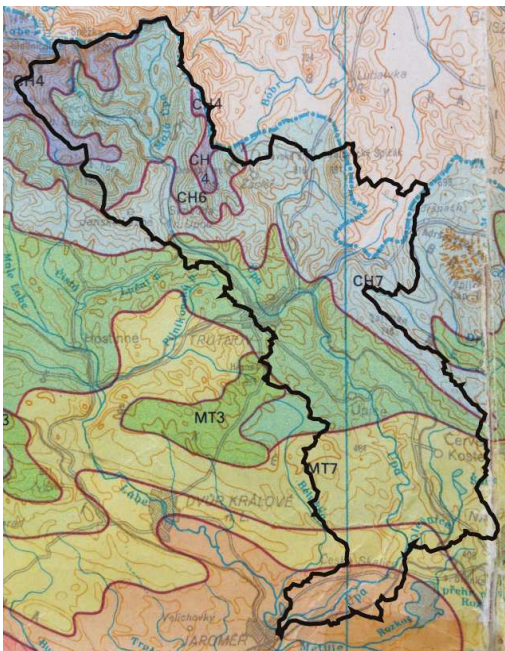
V dolní části toku stojí za zmínku významná města - Červený Kostelec, Česká Skalice a Jaroměř. Častá je zde mozaika smíšených lesů s jehličnatými, orná půda s pastvinami a nedaleko České Skalice se rozprostírá vodní nádrž Rozkoš. Důležitým prvkem ve zdejší krajině jsou také sady a zemědělské plantáže (Geoportal, 2012).

2.7 Klimatické podmínky

Podnebí zájmového území je ovlivněno jednak polohou a dále také lokálními klimatotvornými faktory, zejména orografií. Povodí řeky Úpy je poměrně členité, rozdíl mezi nejvyšší (1 602,00 m) a nejnižší (249,88 m) nadmořskou výškou činí přes 1 350 m. Z toho také vyplývají značné klimatické rozdíly. V nejnižších oblastech povodí se setkáme s poměrně teplým a suchým podnebím, jehož protikladem jsou chladné, drsné a vlhké partie Krkonoš.

Podle Quitta (1971) povodí spadá do dvou hlavních klimatických oblastí – chladné a mírně teplé (obr. č. 7). Nejchladnější oblastí v povodí je oblast CH4, která zahrnuje vrcholky Krkonoš. Hned pod ní se nalézá oblast CH6. Velkou část Podkrkonoší zaujímá chladná oblast CH7. Rozsáhlé území povodí přibližně od Svobody nad Úpou patří mírně teplé oblasti, jmenovitě MT2, MT7, MT9 a zhruba od České Skalice po Jaroměř se rozkládá MT11.

Obrázek č. 7: Hlavní klimatické oblasti



Zdroj: Quitt (1971), vlastní úprava

Rozdíly mezi různými místy Krkonoš ovlivňuje výška, morfologie reliéfu a orientace svahů. Na vrcholcích hor dosahují průměrné roční teploty vzduchu pouze několik desetin stupňů nad nulou a v montánním stupni dosahují 4 – 5 °C. Ve vyšších partiích přetrvává od listopadu do dubna sníh, jehož rozmístění bývá dost nepravidelné. Z vrcholů a zarovnaných povrchů je sníh často odnášen větrem, přičemž se akumuluje v závětrných místech, kde jsou dobré podmínky pro vznik lavin.

V Podkrkonoší se průměrné roční teploty vzduchu pohybují kolem 7 °C. Období s denní teplotou pod bodem mrazu začíná zhruba v polovině listopadu a končí v půli března. Období bez mrazů trvá průměrně 260 dnů v roce. Sněhová pokrývka se mnohdy objevuje už v listopadu a mizí koncem března, ojediněle až v dubnu.

Průměrná roční teplota vzduchu v dolní části povodí je 7 – 8 °C. Období s průměrnou denní teplotou pod bodem mrazu začíná v prosinci a končí většinou až počátkem března. Dalších v průměru 280 dnů v roce je bez mrazů. První sníh se objevuje koncem listopadu a poslední zbytky sněhu nalezneme v těchto polohách ještě v polovině března (Faltysová, 2002).

Následující tabulky (č. 1 a č. 2) podávají stručné informace o chladných a mírně teplých oblastech v povodí a je nutné dodat, že číselné hranice jednotlivých klimatických oblastí jsou pouze orientační.

Tabulka č. 1: Charakteristika chladné klimatické oblasti

Klimatické charakteristiky	Klimatická oblast		
	CH4	CH6	CH7
Počet letních dnů ($T_{max} \geq 25 \text{ °C}$)	0 - 20	10 - 30	10 - 30
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	80 - 120	120 - 140	120 - 140
Počet mrazových dnů ($T_{min} \leq 0,1 \text{ °C}$)	160 - 180	140 - 160	140 - 160
Počet ledových dnů ($T_{max} \leq 0,1 \text{ °C}$)	60 - 70	60 - 70	50 - 60
Průměrná teplota v lednu	-7 - -8	-4 - -5	-3 - -4
Průměrná teplota v červenci	12 - 14	14 - 15	15 - 16
Průměrná teplota v dubnu	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Průměrná teplota v říjnu	2 - 4	5 - 6	6 - 7
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	120 - 140	140 - 160	120 - 130
Srážkový úhrn ve vegetačním období	600 - 700	600 - 700	500 - 600
Srážkový úhrn v zimním období	400 - 500	400 - 500	350 - 400
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	140 - 160	120 - 140	100 - 120
Počet dnů zamračených	130 - 150	150 - 160	150 - 160
Počet dnů jasných	30 - 40	40 - 50	40 - 50

Zdroj: Quitt (1971)

Tabulka č. 2: Charakteristika mírně teplé klimatické oblasti

Klimatické charakteristiky	Klimatické oblasti			
	MT2	MT7	MT9	MT11
Počet letních dnů ($T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$)	20 - 30	30 - 40	40 - 50	40 - 50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	140 - 160	140 - 160	140 - 160	140 - 160
Počet mrazových dnů ($T_{\min} \leq 0,1 \text{ °C}$)	110 - 130	110 - 130	110 - 130	110 - 130
Počet ledových dnů ($T_{\max} \leq 0,1 \text{ °C}$)	40 - 50	40 - 50	30 - 40	30 - 40
Průměrná teplota v lednu	-3 - -4	-2 - -3	-3 - -4	-2 - -3
Průměrná teplota v červenci	16 - 17	16 - 17	17 - 18	17 - 18
Průměrná teplota v dubnu	6 - 7	6 - 7	6 - 7	7 - 8
Průměrná teplota v říjnu	6 - 7	7 - 8	7 - 8	7 - 8
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a	120 - 130	100 - 120	100 - 120	90 - 100
Srážkový úhrn ve vegetačním období	450 - 500	400 - 450	400 - 450	350 - 400
Srážkový úhrn v zimním období	250 - 300	250 - 300	250 - 300	200 - 250
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	80 - 100	60 - 80	60 - 80	50 - 60
Počet dnů zamračených	150 - 160	120 - 150	120 - 150	120 - 150
Počet dnů jasných	40 - 50	40 - 50	40 - 50	40 - 50

Zdroj: Quitt (1971)

2.7.1 Srážkové poměry

Letní část roku, zahrnující měsíce od dubna do září, je srážkově bohatší, protože se zde projevuje vliv letních bouřek. Nejvyšší měsíční úhrny srážek připadají právě na letní měsíce. Únor a březen jsou měsíce s nejmenším srážkovým úhrnem.

Průměrné roční srážky v Krkonoších přesahují 1 200 mm za rok a v Podkrkonoší a v oblasti dolního toku se pohybují okolo 650 – 750 mm za rok (Povodňový plán - Povodí Labe, 2012).

Jednoduchou představu o průměrných ročních srážkách na různých místech v povodí poskytuje níže tabulka č. 3 a obrázek č. 8 doplňuje jejich geografické rozšíření.

Tabulka č. 3: Průměrný roční úhrn srážek ve stanicích v povodí

Název	Nadmořská výška [m n. m.]	Průměrný roční úhrn srážek [m n. m.]
Sněžka	1 602	1 227
Malá Úpa	960	1 223
Pec pod Sněžkou	812	1 405
Janské Lázně	650	836
Žacléř	604	857
Horní Maršov	565	995

Trutnov	427	778
Červený Kostelec	420	760
Úpice	352	715
Česká Skalice	304	687
Žernov, Ratibořice	290	707
Jaroměř	260	674

Zdroj: Masarykova univerzita - Geografie a kartografie (2012)

Obrázek č. 8: Poloha jednotlivých klimatických stanic v povodí



Zdroj: ArcČR, vrstvy VÚV TGM

Tabulka č. 4: Průměrný měsíční úhrn srážek

Místo	Měsíční úhrn srážek [mm]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sněžka	91	77	77	79	101	123	141	139	108	105	90	96
Česká Skalice	45	36	34	45	56	71	82	76	52	49	48	47

Zdroj: Masarykova univerzita - Geografie a kartografie (2012)

3. Hydrografie

Tato kapitola popisuje hydrografickou charakteristiku povodí Úpy, zpracovanou pomocí základních hydrografických ukazatelů. K výpočtům byla použita především data z vrstev poskytovaných VÚV a základní vodohospodářské mapy 03 – 24 Malá Úpa, 03 – 43 Trutnov, 03 – 44 Dvůr Králové nad Labem, 04 – 31 Meziměstí a 04 – 33 Náchod. Všechny hydrografické definice, popsané v dalších podkapitolách, byly čerpány z publikace od R. Netopila (1984).

3.1 Hydrografická charakteristika povodí

Řeka Úpa pramení v Krkonoších v nadmořské výšce 1 422,43 m (hodnota z vrstev GIS, data VÚV) asi 2 kilometry severně od Studniční hory (1 554 m) mezi dnešní Luční a bývalou Obří boudou. Prameniště, rozkládající se na ploše cca 100 ha, je význačné tím, že leží v nejrozsáhlejším vrcholovém rašeliništi subalpského typu v Krkonoších (obr. č. 9). Úpské rašeliniště je zdrojovou oblastí dalších dvou významných toků – Bílého Labe a Lomničky (Pošta, 2006).

Obrázek č. 9: Úpské rašeliniště



Zdroj: Turistický atlas (2012)

V Jaroměři v nadmořské výšce 249,88 m (hodnota z vrstev GIS, data VÚV) ústí Úpa zleva do Labe (obr. č. 10) a je tokem II. řádu dle absolutní řádovosti toků. Délka jejího toku je 78,14 km (data VÚV).

Nejhořejší část toku je velmi balvanitá s velkým spádem a četnými stupni. Spád toku se zmírňuje až při soutoku Úpy s Malou Úpou. Pod Trutnovem – Poříčím řeka vstupuje do hlubokého a lesnatého údolí. Řečiště je většinou štěrkovité či balvanité

s peřejemi. U České Skalice protéká širokým a plochým údolím mezi loukami. Charakter klidné nížinné řeky se projevuje až v posledním úseku toku (Štefáček, 2008).

Hydrologické pořadí povodí řeky Úpy je 1-01-02-001 a rozděluje se na dalších 59 dílčích povodí.

Obrázek č. 10: Soutok Labe a Úpy v Jaroměři (po pravé straně)



Zdroj: vlastní foto (3. 3. 2012)

V tabulce č. 5 jsou uvedeny základní hydrografické údaje, podle kterých byly počítány jednotlivé ukazatele, charakterizující oblast povodí.

Tabulka č. 5: Základní hydrografické údaje

Plocha povodí	P	509,80 km ²
Délka toku	L	78,10 km
Úhrnná délka toků	ΣL	713,21 km
Délka rozvodnice	L_R	175,09 km
Spojnice pramen - ústí	a	45,61 km
Nejvyšší kóta v povodí	h_{max}	1 602,00 m n. m.
Nejnižší kóta v povodí	h_{min}	245,08 m n. m.
Nejvyšší kóta na toku	H_{max}	1 422,48 m n. m.
Nejnižší kóta na toku	H_{min}	249,88 m n. m.

Zdroj: data VÚV TGM

3.2 Přítoky Úpy a jejich charakteristika

Nejvíce přítoků se nachází na horním a středním toku, kde je i nejhustší říční síť. Některé z přítoků jsou krátké, méně významné a častokrát v mapách nepojmenované.

Z pramenné oblasti padá nevelký potok asi 120 m vysokým kaskádovitým Horním Úpským vodopádem do Úpské jámy, kde zprava přijímá první přítok, a to Sněžnou strouhu. Z Úpské jámy pokračuje Dolním Úpským vodopádem do Obřího dolu. Dalším přítokem je Rudný potok přicházející zleva z jihozápadního srázu Sněžky. Modrý potok, vlévající se zprava, sbírá vody z jižního svahu Studniční hory a jihovýchodního svahu Luční hory. Další menší levostranný přítok je označován jako Růžový potok, jenž pramení na jihozápadním svahu Růžové hory. V Peci pod Sněžkou přitéká zprava Zelený potok, což je jeden z nejvodnějších přítoků na horním toku Úpy. Jeho délka je přes 6 km, pramen se nalézá na jihovýchodním úbočí Zadní planiny a odvodňuje větší oblast vymezenou Širokým hřbetem, již zmiňovanou Zadní planinou a hřbetem Liščí hory (Fetters, 1989).

Úpa dál pokračuje jihovýchodním směrem. U Javořího Mlýna přibírá z pravé strany Javoří potok, který pramení severně od vrcholu Černé hory. Několik drobných bystřin, stékajících hlavně ze stráně Výsluní, ústí do Úpy zleva. Nejmohutnější říční soustavou potoků a potůčků na horním toku oplývá levostranná Malá Úpa, která se do „Velké“ Úpy vlévá pod Červeným vrchem (obr. č. 11). Malá Úpa je horská řeka dlouhá kolem 11 km, která sbírá vody z nejvýchodnější oblasti Krkonoš. Pramen se nachází v místě Pomeznic Bud. Má řadu přítoků, z nichž nejvýznamnější - Jelení potok, do ní ústí zprava nad Spáleným Mlýnem (část obce Malá Úpa).

Obrázek č. 11: Soutok Úpy (pod mostem) s Malou Úpou



Zdroj: vlastní foto (24. 3. 2012)

Od soutoku obou řek protéká Úpa úzkým a hlubokým údolím. Nejprve si tok udržuje jižní směr a poté ho mění na východní až k Hornímu Maršovu. U této obce

přibírá zleva Lysečinský potok. Tento 7 km dlouhý potok pramení v údolí ohraničeném na východě Albeřickým vrchem a Pomezním hřebenem na západě (Fetters, 1989).

Z Horního Maršova se řeka opět ubírá jižním směrem a teče širokým údolím do Svobody nad Úpou. V tomto úseku do ní ústí zprava ještě dva významné přítoky. Jedním z nich je Černohorský potok, pramenící v Černohorském rašeliništi, a asi o kilometr níže, přímo ve Svobodě, se vlévá Janský potok. Ten má svůj pramen u Hoffmanovy boudy na jižním úbočí Černé hory. Směrem k Trutnovu se tok Úpy orientuje na jihovýchod. V této části povodí je pravá strana téměř bez přítoků, neboť řada potoků, pramenících sotva kilometr od Úpy, odtéká na opačnou stranu do Labe. Oproti tomu levou stranu povodí odvodňují potoky, které stékají z Rýchor a jihozápadních svahů Vraních hor. Prvním přítokem je Kalná (Sejfský potok), jehož pramen najdeme jihovýchodně od Rýchorské boudy. Necelý kilometr po proudu ústí Zlatý potok, který vytéká pod Dvorským lesem a třetici doplňuje Babský či Babí potok (Fetters, 1989).

V Trutnově řeka mění směr na severovýchod a poté se prudce stáčí k jihu. Svůj největší a nejdelší přítok – říčku Ličnou - přibírá zleva v Trutnově – Poříčí (obr. č. 12). Ličná pramení u Rybníčku nad Bernarticemi, odvádí vody ze Žacléřsko-lampertické pánve a má řadu přítoků.

Obrázek č. 12: Soutok Úpy a Ličné



Zdroj: vlastní foto (24. 3. 2012)

V úseku od Poříčí k Úpici přijímá Úpa několik drobných přítoků a jeden větší, pravostranný Mlýnský potok. V Úpici se do řeky vlévají hned dva přítoky. Zprava přitéká Radečka a zleva, pár stovek metrů pod ní, Rtyňka. Ta spolu se svými přítoky odvodňuje poměrně širokého území pod Jestřebími horami. Další důležitý přítok – Maršovku, najdeme v nedalekých Havlovcích (Fetters, 1989).

Za Havlovcemi se údolí Úpy zužuje a meandrující tok dál pokračuje jižním směrem až k Ratibořicím, kde dochází k opětovnému rozšíření údolí. Ve Zlíči se do řeky

z levé strany vlévá Olešnice, pramenící pod Bohdašínem. Její nejvýznamnější přítok jménem Špinka protíná tři rybníky – Čermák, Brodský rybník a Špinku. Olešnice podtéká úpský přivaděč. Ten byl vybudován u Vilémova splavu v Ratibořicích a slouží k doplňování vodního stavu v nádrži Rozkoš. Vodní plocha nádrže měří 1 001,3 ha a rozlohou je osmou největší přehradou v České republice s celkovým objemem kolem 76,15 mil m³. Hlavním důvodem její výstavby je především protipovodňová ochrana, zavlažování a nadlepšování průtoku v Labi (Viček, 1984).

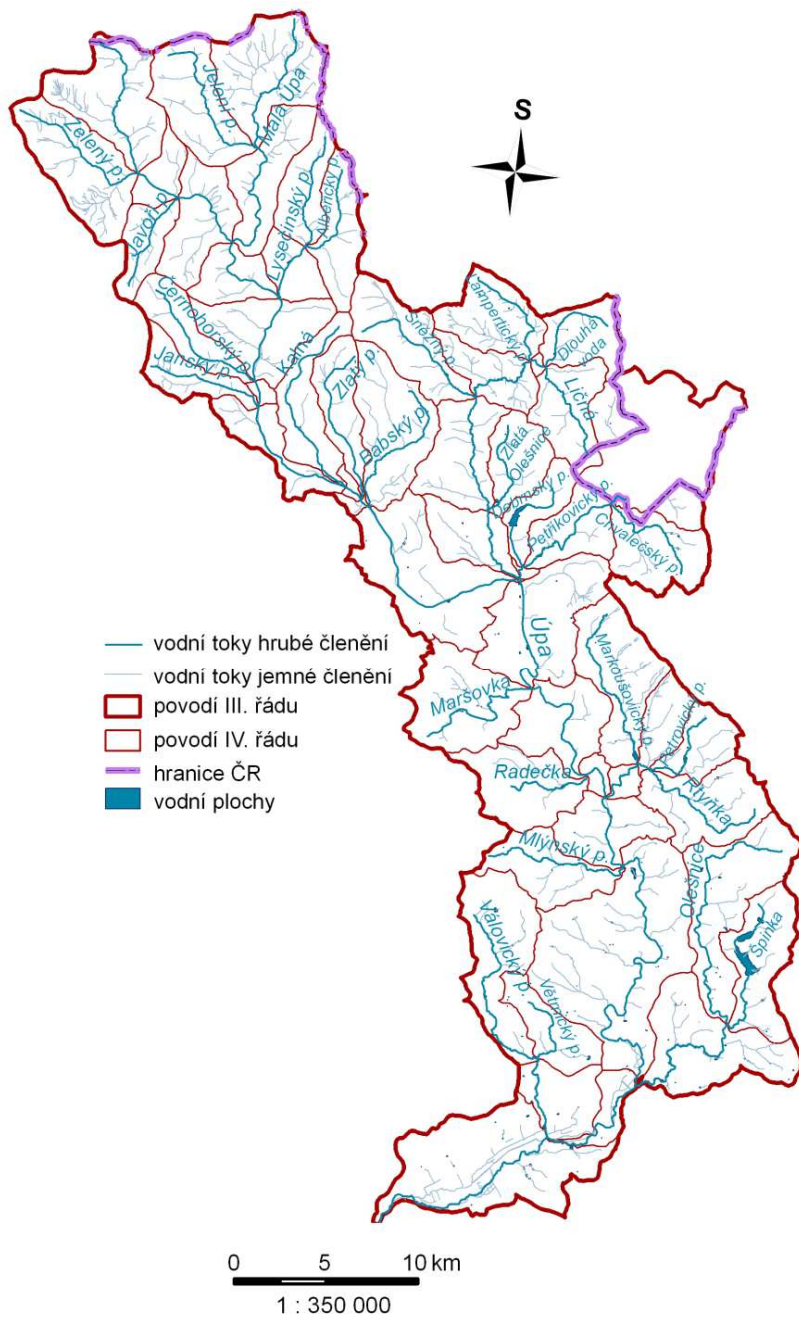
U České Skalice se řeka stáčí k jihozápadu a okolí kolem toku je až k ústí v Jaroměři rovinaté. Jediným větším přítokem v této části povodí je Válovický potok, vlévající se zprava v obci Třebešov. Za zmínku stojí poslední nevelký přítok zprava, tekoucí rovnoběžně s Úpou, označovaný jako Tůně (Fetters, 1989).

Tabulka č. 6: Nejvýznamnější toky v povodí Úpy

Název toku			Délka toku (km)
tok II. řádu	tok III. řádu	tok IV. řádu	
<i>Úpa</i>			78,1
	<i>Zelený potok</i>		5,9
	<i>Javoří potok</i>		4,0
	<i>Malá Úpa</i>		11,2
		<i>Jelení potok</i>	6,3
	<i>Lysečinský potok</i>		7,1
		<i>Albeřický potok</i>	4,0
	<i>Černohorský potok</i>		5,5
	<i>Janský potok</i>		4,6
	<i>Kalná</i>		8,1
	<i>Zlatý potok</i>		6,6
	<i>Babský potok</i>		6,2
	<i>Ličná</i>		17,3
		<i>Dlouhá voda</i>	4,0
		<i>Lampertický potok</i>	4,6
		<i>Sněžný potok</i>	5,9
		<i>Zlatá Olešnice</i>	4,1
		<i>Petříkovický potok</i>	6,4
	<i>Mlýnský potok</i>		6,4
	<i>Radečka</i>		3,6
	<i>Rtyňka</i>		9,0
	<i>Maršovka</i>		6,3
	<i>Olešnice</i>		18,6
		<i>Spinka</i>	6,3
	<i>Válovický potok</i>		11,4
		<i>Větrnický potok</i>	3,4

Zdroj: data VÚV TGM

Obrázek č. 13: Zjednodušená mapa říční sítě



Zdroj: ARCČR, vrstvy VÚV TGM

3.3 Plocha povodí

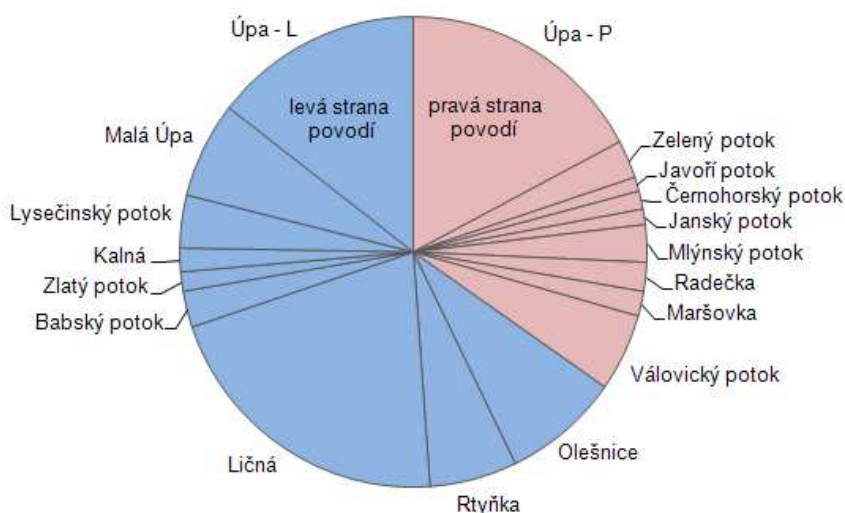
Plocha povodí v první řadě vypovídá o významu řeky a je potřebná k výpočtům některých měrných jednotek odtoku.

Povodí Úpy je protáhlého tvaru a malou částí zasahuje do sousedního Polska. Celková plocha povodí činí 509,81 km² (data VÚV), tato hodnota bude potřebná pro následné výpočty. Kdybychom uvažovali pouze oblast povodí v České republice,

dospějeme k číslu 490,29 km² (data VÚV). Podle Vlčka ovšem řeka odvodňuje území velké 513,1 km². Od předchozích hodnot se pak nejvíce liší plocha povodí od Balatky a Sládka (1962). Ti uvádějí hodnotu 517,5 km².

K vytvoření kruhového grafu a pravoúhlého grafu vývoje povodí bylo třeba určit také plochy dílčích povodí (příloha č. 1).

Graf č. 1: Kruhový graf povodí Úpy



Zdroj: data VÚV TGM

V grafu č. 1 jsou znázorněny pouze plochy povodí přítoků III. řádu a oblastí, které jsou odvodňovány přímo Úpou. Na první pohled je vidět, že povodí je značně nesouměrné a levá strana povodí výrazně převažuje nad pravostrannou. Tento fakt je dán tím, že spolu s Úpou odvodňuje okres Trutnov z druhé strany Labe. Výrazným prvkem v grafu je plocha povodí Ličné. Ta se svými přítoky totiž odvádí vodu z 21 % plochy celého povodí.

Tuto skutečnost také potvrzuje *koeficient souměrnosti plochy povodí* (K_S), který je vyjádřen rozdílem ploch povodí levých a pravých přítoků děleným celkovou plochou povodí (P).

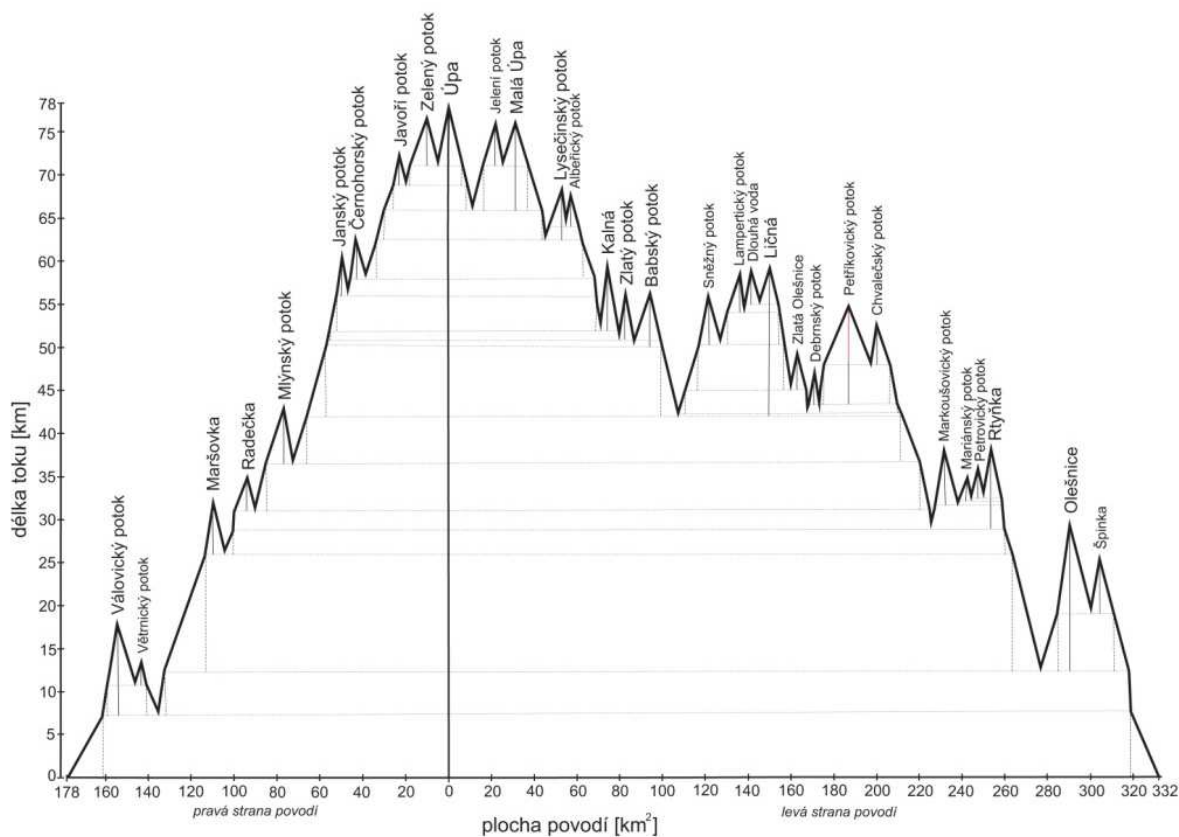
$$K_S = \frac{P_L - P_P}{P} = \mathbf{0,3123}$$

Koeficient nabývá hodnot od 0 do 1. Čím více se K_S přibližuje 0, tím více je povodí symetrické. Dle výsledné hodnoty 0,3123 je patrné, že povodí není zcela symetrické a převažuje jedna z částí, v našem případě levá.

Tvar a symetrii povodí můžeme také znázornit pomocí pravoúhlého grafu vývoje povodí (graf č. 2). Ten názorně ukazuje, jak narůstá plocha se vzdáleností od pramene. V grafu jsou zakresleny toky, které nejvýrazněji ovlivňují plochu povodí. Délka jednotlivých toků je vypsána v tabulce č. 6.

Na horním toku si všimneme zejména Malé Úpy a jejího přítoku Jeleního potoka, který dosavadní plochu téměř zdvojnásobí. Dále i Lysečinský potok velmi přispěje k rozrůstání plochy. V úseku středního toku Úpy je nejvýznamnější Ličná. Díky této řece a jejím přítokům povodí naroste zhruba o 100 km². Zvláštností v této části grafu je červená linka u Petříkovického potoka. Ta značí délku potoka, zasahující již na polskou stranu povodí. Délka byla zjišťována pomocí Základní vodohospodářské mapy a aplikace Google Earth, tudíž je možná mírná nepřesnost v měření a hodnota je spíše orientační. Dále následuje Rtyňka, která se také značně podílí na navýšení plochy. K nárůstu plochy povodí na dolním toku řeky přispívají především Olešnice zleva a Válovický potok zprava.

Graf č. 2: Pravoúhlý graf vývoje povodí



Zdroj: data VÚV TGM, Základní vodohospodářská mapa

Poslední charakteristika, která popisuje plochu povodí, se nazývá *střední šířka povodí* (\bar{S}). Vyjadřuje poměr plochy povodí (P) k délce povodí (L_P).

Délka povodí je přímková vzdálenost od ústí k nejbližšímu bodu v povodí. V tomto případě se L_p rovná 45,6 km.

$$\bar{s} = \frac{P}{L_p} = \mathbf{11,3 \text{ km}}$$

3.4 Tvar povodí

Další důležitou a neopomenutelnou charakteristikou povodí je jeho tvar. Ten výrazně ovlivňuje vytvoření průtoku po spadnutí atmosférických srážek a při tání sněhu. Tvar povodí řeky se také podílí na uspořádání říční sítě (Netopil, 1984).

Jedním z faktorů, které popisují tvar povodí, je *charakteristika povodí* (α). Jinými slovy je označován jako koeficient protaženosti povodí a spočítá se jako poměr plochy povodí (P) k druhé mocnině délky povodí (L).

$$\alpha = \frac{P}{L^2} = \mathbf{0,24}$$

Podle výsledné hodnoty řadíme povodí řeky Úpy mezi vějířovitý typ. Kemel (2000) uvádí, že pro tento typ povodí je charakteristický soutok několika téměř stejně dlouhých vodních toků téhož řádu v jednom místě. A tato skutečnost může způsobit extrémně velké povodně v místě soutoku nebo v úseku pod ním. Je to důsledek stejných doběhových dob na jednotlivých tocích.

Také pomocí *Gravelliova koeficientu* (K_G), který vyjadřuje míru členitosti rozvodnice či protáhlosti/kruhovitosti povodí, lze určit tvar. K_G udává poměr délky rozvodnice k obvodu kruhu o stejné ploše jako je plocha povodí.

$$K_G = \frac{L_R}{2\sqrt{P\pi}} = \mathbf{2,187}$$

Výsledná hodnota vypovídá o tom, že zkoumané povodí je protáhlého tvaru, protože platí pravidlo, že čím více se hodnota K_G blíží 1, tím je povodí okrouhlejší.

Dalším ukazatelem je *koeficient protáhlosti povodí* (R_E). Ten se vypočítá jako průměr kruhu o stejné ploše jako má plocha povodí dělený délkou povodí.

$$R_E = \frac{2\sqrt{\frac{P}{\pi}}}{L} = \mathbf{0,564}$$

U tohoto koeficientu může být hodnota v rozmezí od 0 (protáhlé povodí) do 1 (okrouhlé povodí).

3.5 Výškopisné poměry povodí a toku

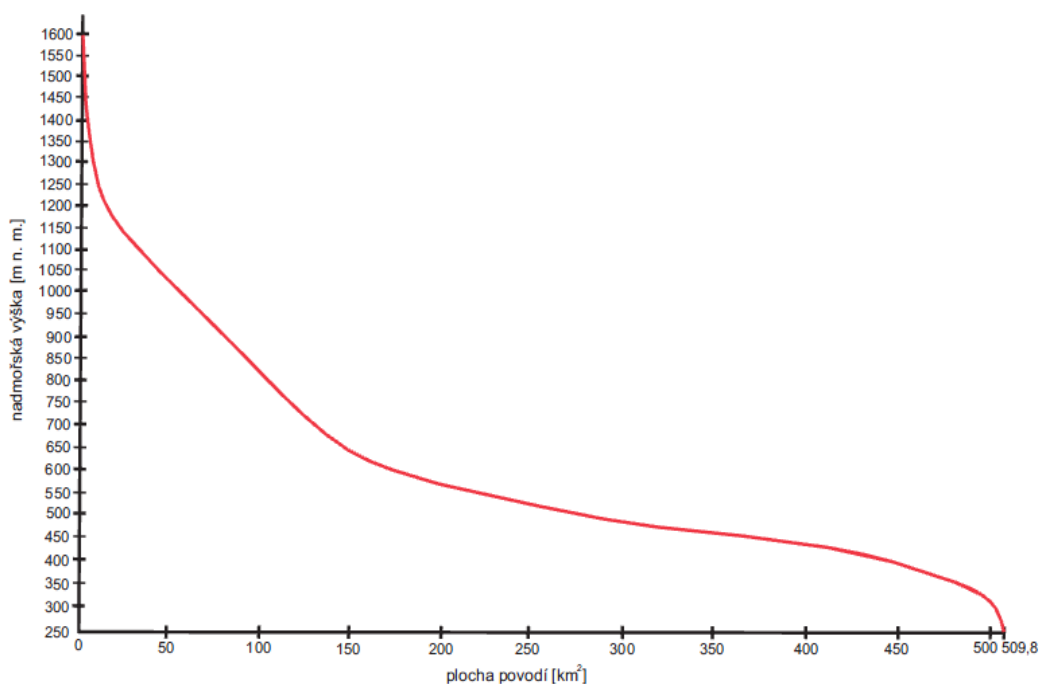
Důležitou roli hrají také geomorfologické poměry reliéfu. Výškové a sklonové poměry ovlivňují rychlost odtoku vody z povodí a větší sklonitosti reliéfu pochopitelně zajišťují rychlejší odtok.

Jednou z výškových charakteristik je *převýšení* (Δh). Udává rozdíl mezi maximální (h_{\max}) a minimální (h_{\min}) nadmořskou výškou v celém povodí. Nejvyšší kóta v povodí a zároveň i v České republice je Sněžka se 1 602,00 m a nejnižší místo v povodí se nachází na kótě 245,08 m n. m.

$$\Delta h = h_{\max} - h_{\min} = \mathbf{1\ 356,92\ m}$$

Vlastnosti reliéfu nám dobře znázorní hypsografická křivka (graf č. 3), která vyjadřuje podíl nadmořských výšek na ploše povodí.

Graf č. 3: Hypsografická křivka povodí Úpy



Zdroj: VÚV TGM, Základní vodohospodářská mapa

Z grafu hypsografické křivky lze vyčíst, že zhruba 50 % plochy povodí leží od 500 m n. m. výše. Dále je patrné, že nejvíce je v povodí zastoupena nadmořská výška 400 až 450 m n. m. (17 % plochy povodí).

Spád toku (ΔH) vyjadřuje rozdíl mezi maximální (H_{max}) a minimální (H_{min}) nadmořskou výškou toku. Za nejvyšší nadmořskou výšku se považuje pramen Úpy, který se nachází v 1 422,43 m a nejnižší nadmořská výška je u ústí řeky do Labe v Jaroměři v 249,88 m.

$$\Delta H = H_{max} - H_{min} = 1\,172,55 \text{ m}$$

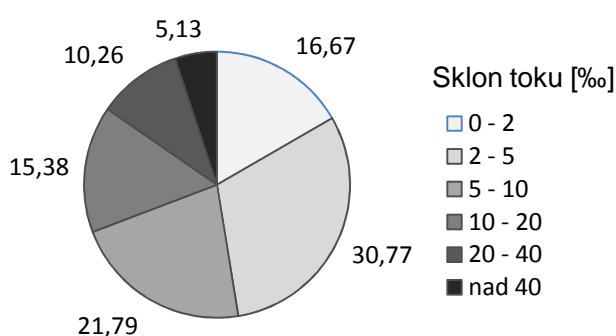
Řeka má na svých prvních 6 km relativní spád velký 109,8 ‰ a směrem po toku spád postupně klesá. Na dalších 9 km je 22,3 ‰, na středním toku až k České Skalici v průměru 5,6 ‰ a na dolním toku činí pouhé 2,2 ‰ (Balatka, Sládek, 1962).

Dalším důležitým faktorem je *střední sklon toku* (I). Počítá s poměrem maximální a minimální nadmořské výšky toku (ΔH) k délce toku (L).

$$I = \frac{\Delta H}{L} = 15,01 \text{ ‰}$$

Kdybychom zhodnotili střední sklon toku na jednotlivých úsecích toku, bude to vypadat následovně: pro horní tok vyšla hodnota 88,3 ‰, pro střední tok 12,4 ‰ a hodnota středního sklonu toku pro dolní tok vyšla 3,2 ‰. Vymezení jednotlivých úseků na toku nalezneme v příloze č. 2.

Graf č. 4: Podíl sklonu toku



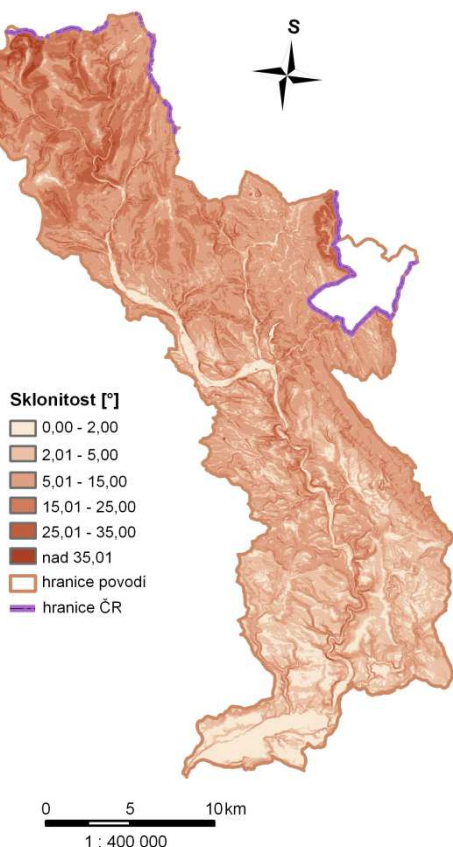
Na toku je nejvíce sklonů v intervalu 2 – 5 ‰, které zaujímají téměř $\frac{1}{3}$ délky toku.

Zdroj: data VÚV TGM

Poslední počítaná výškopisná charakteristika se nazývá *střední sklon povodí* (I_p) a vyjadřuje poměr rozdílu maximální a minimální nadmořské výšky v celém povodí (Δh) k odmocnině plochy povodí (P).

$$I_p = \frac{\Delta h}{\sqrt{P}} = 59,88 \text{ ‰}$$

Obrázek č. 14: Sklonitost povodí

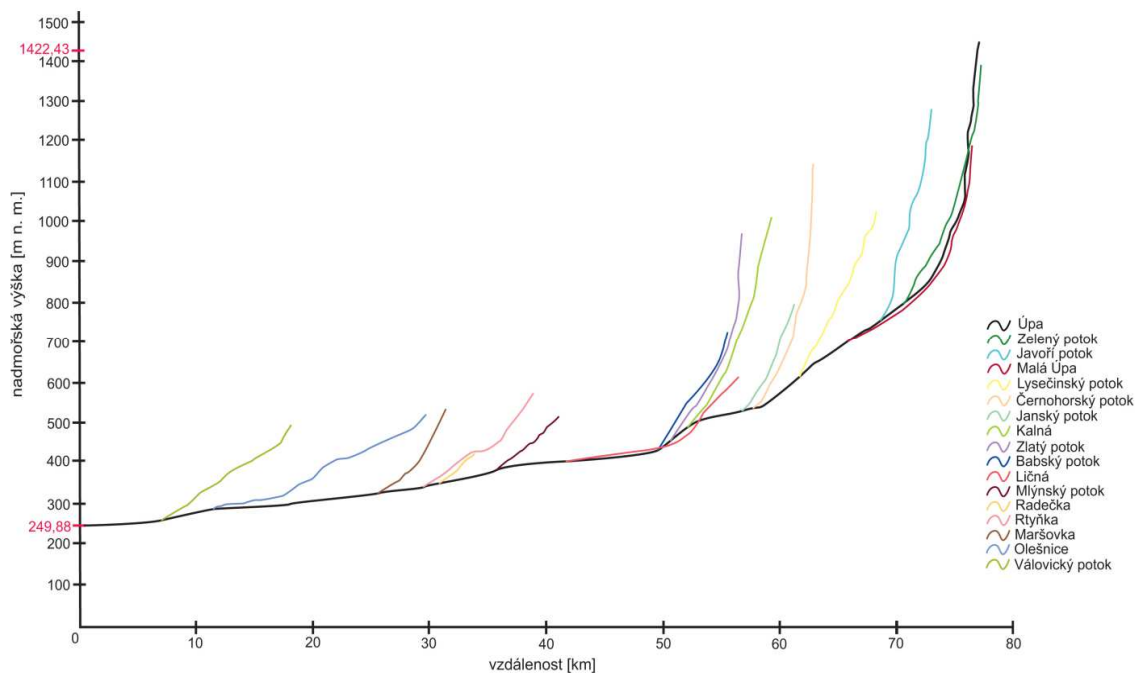


Zdroj: ARCČR, vrstvy VÚV TGM

Celé povodí Úpy (obr. č. 14) má nejvíce zastoupený podíl ploch svahů v intervalu 5 – 15°, ty zaujímají skoro polovinu území. Minimální sklony v povodí jsou nad 35° (příloha č. 3).

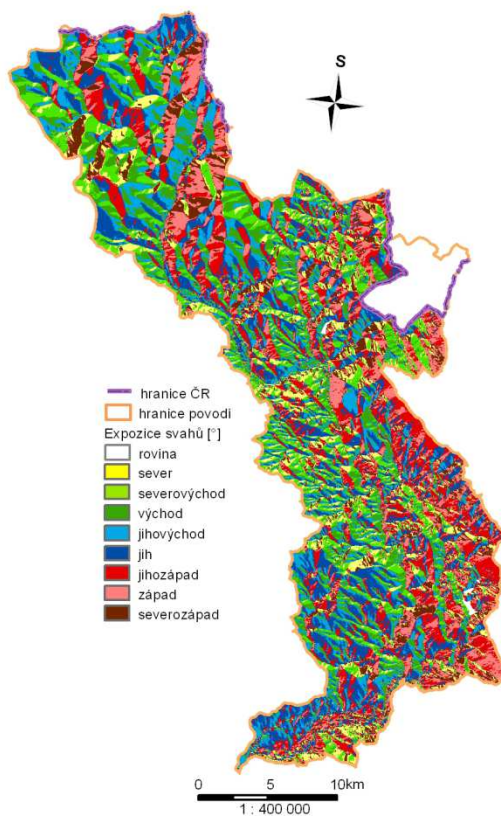
Další prostředek, který slouží k vyhodnocení spádových a sklonových poměrů říční soustavy, je podélný profil. Podle tohoto speciálního grafu se dají hodnotit také geologické a geomorfologické poměry v povodí. V podélném rozvinutém profilu Úpy (graf č. 5) byly vyneseny pouze přímé přítoky řeky a to kvůli přehlednosti. Jasně vidíme, že hlavní tok pramení v nejvyšší nadmořské výšce. Přítoky na horním a částečně středním toku mají větší spád než přítoky, které Úpa přibírá ve spodní části povodí.

Graf č. 5: Podélný rozvinutý profil říční soustavy Úpy



Zdroj: data VÚV TGM, Základní vodohospodářská mapa

Obrázek č. 15: Expozice svahů



Na závěr této části práce je třeba také zmínit expozici svahů v povodí. V obrázku č. 15 není až tolik zřetelné, která expozice svahů převládá a dalo by se tvrdit, že je v povodí rozšířena rovnoměrně. Přesto dominují dvě expozice – jižní, označená tmavě modrou barvou, a jihozápadní s barvou červenou.

Lepší představu o rozložení orientace svahů ke světovým stranám přibližuje příloha č. 5.

Zdroj: ARCČR, vrstvy VÚV TGM

3.6 Charakteristika říční sítě

Srážková voda, která dopadne na zemský povrch, se buď vypaří, infiltruje do půdy anebo odteče. Odtok je nejprve neorganizovaný, plošný a označuje se jako plošný odtok (ron). Voda postupně vytváří ronové rýhy, ty se časem spojují do stružek a vytváří hlubší a zřetelnější erozní rýhy a strže. (Chábera, Kössl, 1999)

Stromovité uspořádání říční soustavy je patrné při pohledu na zjednodušenou mapu říční sítě (obr. č. 13). V tomto typu říční sítě ústí levé i pravé přítoky do hlavního toku takřka pravidelně po celé jeho délce. To má významný vliv pro rovnoměrné rozložení průtoku. (Chábera, Kössl, 1999)

Jeden z ukazatelů je *stupeň vývoje toku* neboli *koeficient křivolakosti* (K_c). Vyjadřuje poměr přímé vzdálenosti spojnice pramen – ústí (a) k délce toku (L).

$$K_c = \frac{a}{L} = \mathbf{0,594}$$

Čím více se vypočtená hodnota blíží k 1, tím je tok přímější. Výsledná hodnota koeficientu prokazuje, že Úpa je příkladem toku spíše přímějšího než křivolakého. V tabulce č. 7 je vidět, že téměř většina toků se víceméně blíží k hodnotě 1. Tyto výsledky značí jednak přímější linii toku a také fakt, že jsou na začátku svého vývoje.

Tabulka č. 7: Stupeň vývoje jednotlivých toků v povodí Úpy

název toku	přímková vzdálenost pramen – ústí (km)	délka toku (km)	stupeň vývoje toku
Úpa	46,4	78,1	0,594
Zelený potok	5,1	5,9	0,864
Javoří potok	3,7	4,0	0,925
Malá Úpa	8,6	11,2	0,767
Jelení potok	4,6	6,3	0,730
Lysečinský potok	6,1	7,1	0,859
Albeřický potok	3,2	4,0	0,800
Černohorský potok	4,8	5,5	0,873
Janský potok	4,2	4,6	0,913
Kalná	6,0	8,1	0,741
Zlatý potok	5,3	6,6	0,803
Babský potok	4,6	6,2	0,742
Ličná	4,4	17,3	0,254
Dlouhá voda	2,7	4,0	0,675
Lampertický potok	3,6	4,6	0,783
Sněžný potok	4,9	5,9	0,831
Zlatá Olešnice	3,2	4,1	0,780
Petříkovický potok	4,5	6,4	0,703

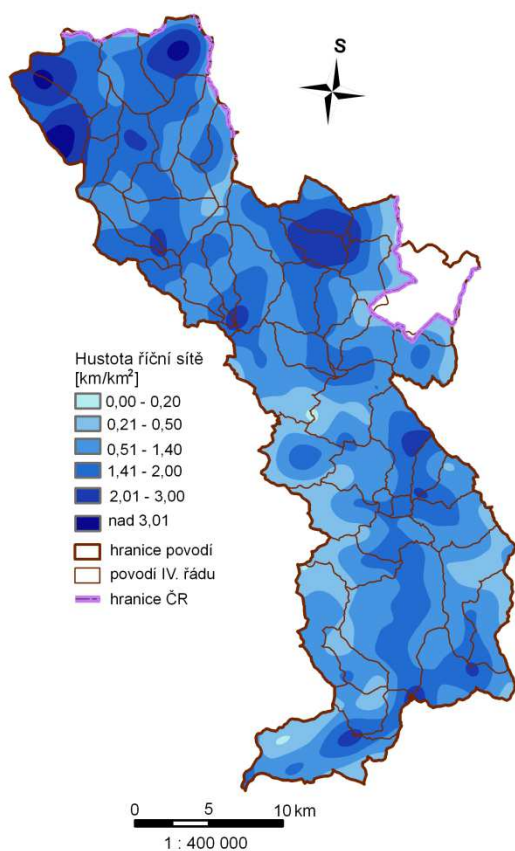
<i>Mlýnský potok</i>	4,1	6,4	0,641
<i>Radečka</i>	2,8	3,6	0,778
<i>Rtyňka</i>	5,6	9,0	0,622
<i>Maršovka</i>	5,0	6,3	0,794
<i>Olešnice</i>	10,2	18,6	0,548
<i>Špinka</i>	4,6	6,3	0,730
<i>Válovický potok</i>	8,7	11,4	0,763
<i>Větrnický potok</i>	2,1	3,4	0,618

Zdroj: data VÚV TGM, vlastní výpočty

Hustota říční sítě, důležitý činitel ovlivňující odtok z území, je vyjádřena poměrem úhrnné délky toků v povodí (ΣL) a plochy povodí (P). Závisí především na klimatu (hustější bývá v humidních oblastech), geomorfologickém vývoji krajiny (hustější bývá v morfologicky starších oblastech) a na propustnosti hornin (čím jsou horniny propustnější, tím je říční síť méně hustá). (Chábera, Kössl, 1999)

$$r = \frac{\Sigma L}{P} = 1,39 \text{ km/km}^2$$

Obrázek č. 16: Hustota říční sítě



Průměrná hodnota hustoty v povodí je dle výpočtu $1,39 \text{ km/km}^2$. Výslednou hodnotu nemůžeme považovat za zcela přesnou, neboť se pracuje s generalizovanými údaji a mapami, kde kolikrát nejsou zaznamenány všechny toky. Předpokládá se, že ve skutečnosti je hustota větší. Z obrázku č. 16 můžeme vyhodnotit celkový závěr, že horní část povodí má vyšší hustotu než spodní část.

Zdroj: ARCČR, vrstvy VÚV TGM

4. Odtokové poměry v povodí

V této části práce je podána charakteristika hydrologického režimu. Ten je ovlivněn fyzickogeografickými podmínkami a všemi charakteristikami říční sítě, které byly vysvětleny v předchozí kapitole.

K analýze odtoku v povodí Úpy posloužily datové řady, které byly poskytnuty jednak Českým hydrometeorologickým ústavem a Povodím Labe v Hradci Králové. V povodí se nachází několik měrných stanic (tabulka č. 8), ale ke zhodnocení odtokových poměrů byly využity datové řady z profilů Česká Skalice a Zlích. Obě stanice se nacházejí v obci Česká Skalice a jsou od sebe vzdáleny necelé dva kilometry po proudu řeky. Plocha povodí v místě profilu Česká Skalice činí 460,55 km², což odpovídá 90 % z celkové plochy povodí Úpy. Měrný profil Zlích vymezuje povodí velké 458,05 km² (89,5 % plochy povodí). V práci jsou zpracována data průměrných denních průtoků od roku 1988 do konce roku 2011. Tato čtyřadvacetiletá časová řada umožňuje dostatečnou analýzu odtokového režimu řeky. V současné době je profil Česká Skalice nefunkční, ČHMÚ ukončil provoz této stanice v roce 2007. Na obrázku č. 17 je tedy znázorněna pouze aktuální měrná stanice – Zlích a v početních charakteristikách budou uváděny pouze její hodnoty. Detail obou stanic nalezneme na obrázcích č. 18 a č. 19.

Obrázek č. 17: Poloha vodoměrné stanice Zlích



Zdroj: ArcČR, vrstvy VÚV TGM

Obrázek č. 18: Bývalá vodoměrná stanice v České Skalici



Zdroj: vlastní foto (27. 4. 2012)

Obrázek č. 19: Vodoměrná stanice Zlích



Zdroj: vlastní foto (7. 4. 2012)

Tabulka č. 8: Základní údaje hydrologických stanic na Úpě

Hydrologické stanice	Plocha povodí [km ²]	Nadmořská výška vodočtu [m n. m.]	Průměrný roční stav [cm]	Průměrný roční průtok [m ³ /s]	Nejvyšší zaznamenaný vodní stav [cm]
<i>Horní Maršov</i>	81,76	570,45	36	2,69	285 (14. 8. 1948)
<i>Horní Staré Město - Trutnov</i>	144,75	445,46	19	3,80	221 (7. 7. 1997)
<i>Bohuslavice nad Úpou</i>	290,55	371,11	-	5,45	-
<i>Slatina nad Úpou</i>	400,46	298,75	-	6,29	-
<i>Zlích</i>	458,05	278,54	53	6,62	183 (7. 12. 2007)
<i>Česká Skalice</i>	460,55	274,42	56	6,62	324 (30. 5. 1941)

Zdroj: Evidenční listy ČHMÚ, Povodí Labe (2012)

4.1 Charakteristiky odtoku

Jak už bylo řečeno, v hydrologickém režimu se odrážejí fyzickogeografické vlastnosti povodí a také s ním samozřejmě úzce souvisí úhrn a režim srážek v povodí. Ve sledovaném území je průměrná roční výška srážek 865 mm/rok. Jedná se o údaj odvozený z průměrných ročních srážkových úhrnů z tabulky č. 3.

Základní jednotkou pro konečnou fázi odtoku vody z povodí je *průtok* (Q). Vyjadřuje množství vody, které proteče během jedné vteřiny průtočným profilem (Netopil, 1984). *Dlouhodobý průměrný průtok* (Q_a) za sledované období, spočítaný jako aritmetický průměr řady ročních průtoků, dosahuje 6,2737 m³/s v profilu Česká Skalice a 6,1566 m³/s v profilu Zlích. Jedna z důležitých složek odtoku je *objem odtoku* (O), což znamená celkové množství vody, které odeče korytem řeky za určitý časový úsek (Netopil, 1984). V případě Úpy vychází roční objem odtoku na 194 154 600 m³/rok.

Charakteristika *plošného odtoku* z povodí se zjišťuje velmi obtížně, proto se jako alternativa využívá *specifický* či *poměrný odtok*. Ten vyjadřuje množství vody, které odtéká za jednotku času z jednotky plochy povodí. Specifický odtok počítá s průtokem (Q), který je dělený plochou povodí (F) uzavřenou místem na řece, pro které daný průtok platí.

$$q = \frac{1000 \cdot Q}{F} = \mathbf{13,44 \text{ s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}}$$

Odtoková výška (H_{or}), další významný prvek vystihující odtok, má obdobný význam jako specifický odtok. Představuje totiž vrstvu vody, která je rovnoměrně rozložena na ploše povodí. Tato výška vodního sloupce se udává v milimetrech a lze ji vyjádřit vztahem podílu celkového objemu odtoku z povodí k ploše povodí.

$$H_{or} = \frac{O}{F \cdot 10^3} = \mathbf{321,44 \text{ mm}}$$

Součinitel odtoku (φ) je koeficient udávající poměr mezi výškou odtoku (H_{or}) a výškou srážek (H_s), které spadly na plochu povodí. Jinak řečeno, součinitel odtoku ukazuje, jaký podíl ze spadlých srážek odeče z povodí řekami (Netopil, 1984).

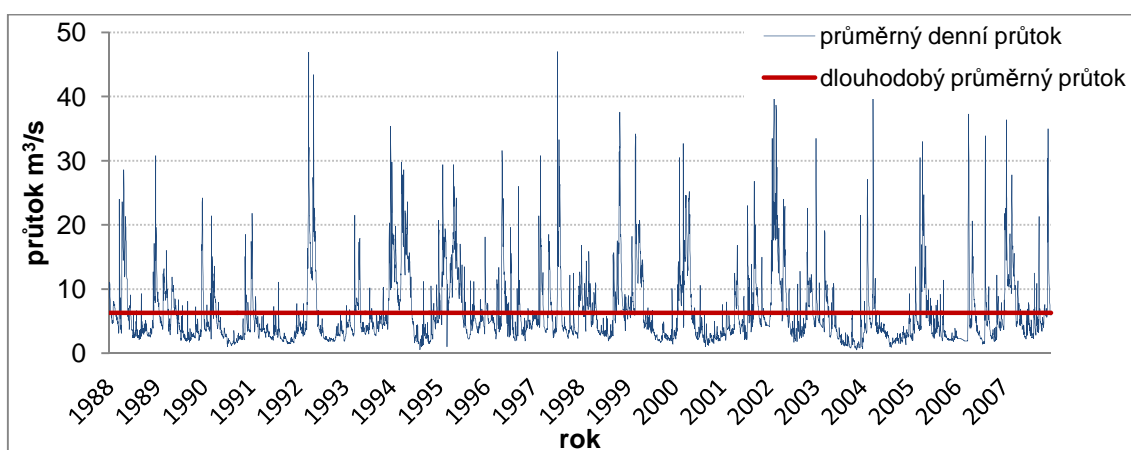
$$\varphi = \frac{H_{or}}{H_s} = \mathbf{0,37 \text{ (37\%)}}$$

Výsledná hodnota koeficientu je pouze orientační a lze z ní vyčíst, že řekou a jejími přítoky odeče více než třetina průměrného množství spadlých srážek.

4.2 Režim denních průtoků

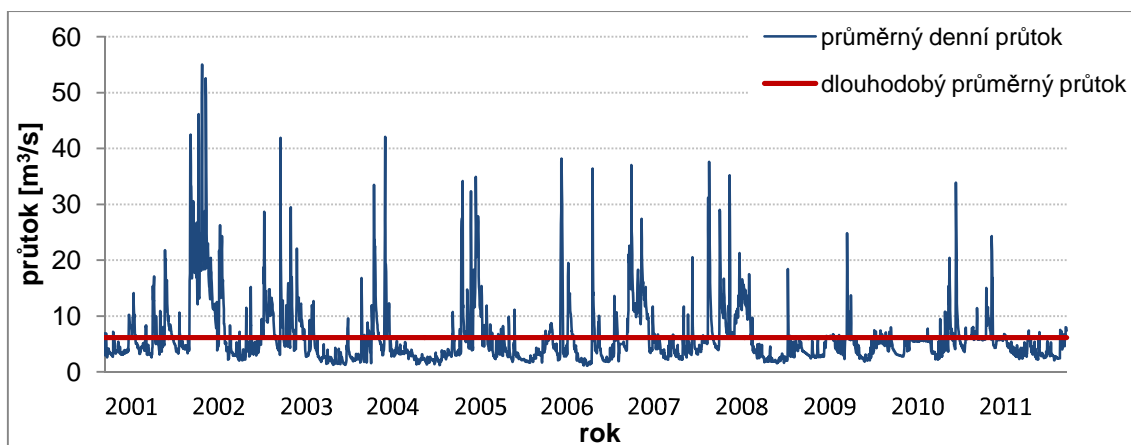
Měřením denních průtoků (Q_d) na vodoměrných stanicích se získávají základní informace o vodnosti jednotlivých dnů v roce. Rozkolísanost denních průtoků nejlépe znázorňují průtokové čáry, kde jsou vidět rychlosti a velikosti změn a četnosti průtoků (Netopil, 1984). V grafu č. 6 a č. 7 jsou představeny průměrné denní průtoky za posledních 24 let. O rozkolísanosti průtoků lze říci, že je během roku značná. Nejvyšší hodnoty na obou grafech reprezentují jarní tání sněhu a taktéž přívalové deště během letního období. Absolutního maxima během pozorovaného období 1988 až 2007 dosáhl v profilu Česká Skalice den 7. 7. 1997 s průtokem $47,01 \text{ m}^3/\text{s}$ a absolutní minimum bylo naměřeno dne 13. 11. 2003 s hodnotou průtoků $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$. V profilu Zlích byl v období 2001 až 2011 absolutně nejvyšší průtok $55,04 \text{ m}^3/\text{s}$ dne 12. 2. 2002 a oproti tomu absolutně nejnižší průtok se dostal na hodnotu $1,07 \text{ m}^3/\text{s}$ dne 16. 7. 2006.

Graf č. 6: Průměrné denní průtoky za období 1988 - 2007 v profilu Česká Skalice



Zdroj: datové řady ČHMÚ

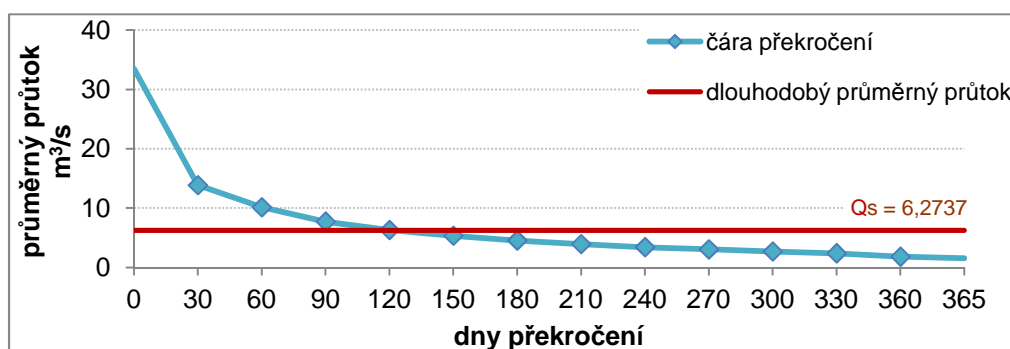
Graf č. 7: Průměrné denní průtoky za období 2001 - 2011 v profilu Zlích



Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe

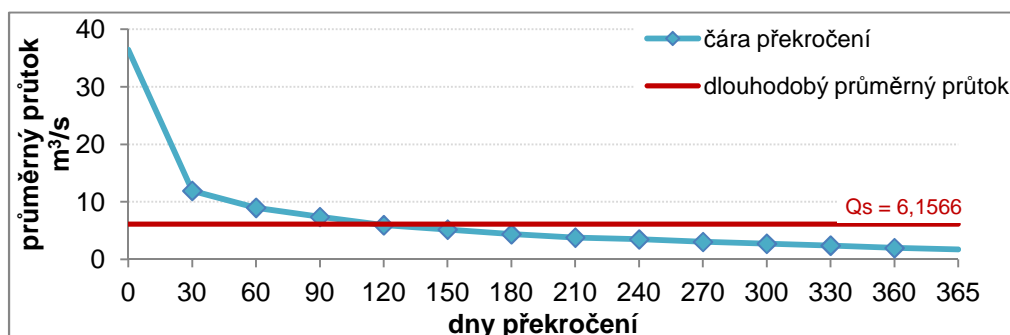
Rozkolísanost denních průtoků lze vyjádřit také pomocí čáry překročení nebo-li histogramu kumulovaných četností. Překročení je značeno počtem dnů v roce a absolutní hodnoty překročení se nazývají jako M – denní průtoky (tj. dosažené či překročené M dní v roce) (Netopil, 1984). V grafech č. 8 a č. 9, zobrazených níže, byly použity průměrné hodnoty pro všechny dny ve sledovaném období.

Graf č. 8: Čára překročení průměrných denních průtoků (profil Česká Skalice)



Zdroj: datové řady ČHMÚ

Graf č. 9: Čára překročení průměrných denních průtoků (profil Zlíč)



Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe

Graf č. 8 a tabulka č. 9 ukazují, že v profilu Česká Skalice je průtok po 30 dní v roce vyšší než $13,86 \text{ m}^3/\text{s}$ a při mimořádně nízkých stavech (Q_{330}) je průtok nižší než $2,38 \text{ m}^3/\text{s}$. Za zmínku stojí uvést i obyčejný průtok čili medián ($Q_{182,5}$), který dosahuje hodnoty $4,51 \text{ m}^3/\text{s}$.

Z dalšího grafu č. 9 a z tabulky č. 10 je zřejmé, že profil Zlíč má 30 dní v roce průtok přesahující hodnotu $11,93 \text{ m}^3/\text{s}$. Oproti tomu průtok u mimořádně nízkých stavů (Q_{330}) je nižší než $2,42 \text{ m}^3/\text{s}$. Mediánu ($Q_{182,5}$) náleží hodnota $4,49 \text{ m}^3/\text{s}$.

Při srovnání hodnot tabulek a grafů obou profilů vidíme, že se nijak zvláště neliší.

Tabulka č. 9: Průměrné M – denní průtoky za sledované období (profil Česká Skalice)

průtok	Q30	Q60	Q90	Q120	Q150	Q180	Q210	Q240	Q270	Q300	Q330	Q360
m ³ /s	13,86	10,14	7,72	6,31	5,34	4,55	3,93	3,42	3,05	2,69	2,38	1,82

Zdroj: datové řady ČHMÚ, vlastní výpočty

Tabulka č. 10: Průměrné M – denní průtoky za sledované období (profil Zlích)

průtok	Q30	Q60	Q90	Q120	Q150	Q180	Q210	Q240	Q270	Q300	Q330	Q360
m ³ /s	11,93	8,99	7,39	5,96	5,20	4,41	3,82	3,50	3,05	2,74	2,42	1,99

Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe, vlastní výpočty

Čáry překročení mají jistou nevýhodu, nelze podle nich zjištěné odchylky vyjádřit kvalitativními znaky (číselnými hodnotami). Proto je vhodné použít statistické míry variability, které dokážou číselně vystihnout proměnlivost zkoumaného jevu. Mezi statistické míry variability patří *decilová odchylka* či *variční koeficient*. (Netopil, 1984)

Decilová odchylka značí průměr odchylek jednotlivých sousedních decilů. (Netopil, 1984)

$$D = \frac{Q_{30} - Q_{330}}{10}$$

Decilová odchylka však udává pouze absolutní rozpětí, takže kvůli rozdílné vodnosti řek je vhodné využít *relativní variaci*. Ta počítá s decilovou odchylkou a průměrným průtokem (Q_a). (Netopil, 1984)

$$V = \frac{D}{Q_a}$$

Tabulka č. 11: Výsledné hodnoty decilové odchylky a relativní variace (profil Česká Skalice)

Rok	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	
Q₃₀	17,42	11,10	8,62	6,51	18,43	11,56	18,81	17,50	12,40	16,61	
Q₃₃₀	2,72	3,41	1,67	1,80	2,01	3,12	1,75	3,42	2,81	3,10	
D [m³/s]	1,47	0,87	0,69	0,47	1,63	0,84	1,71	1,41	0,96	1,35	
V [%]	23,49	13,96	11,12	7,52	26,12	13,50	27,27	22,47	15,30	21,51	
Rok	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	průměr
Q₃₀	14,24	15,63	18,20	11,54	20,80	8,92	8,60	12,30	10,81	17,67	13,86
Q₃₃₀	2,80	2,11	2,08	2,95	2,81	1,04	1,71	2,10	1,94	3,09	2,42
D [m³/s]	1,14	1,35	1,62	0,86	1,80	0,79	0,69	1,02	0,89	1,46	1,15
V [%]	18,17	21,51	25,82	13,70	28,69	12,59	10,99	16,25	14,18	23,27	18,37

Zdroj: datové řady ČHMÚ, vlastní výpočty

Tabulka č. 12: Výsledné hodnoty decilové odchytky a relativní variace (profil Zlíč)

Rok	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	průměr
Q₃₀	8,10	23,00	11,94	9,68	14,54	10,50	17,40	14,10	6,44	7,92	7,61	11,93
Q₃₃₀	3,12	2,93	1,71	1,87	2,17	1,85	2,82	1,97	2,54	2,99	2,72	2,42
D [m³/s]	0,49	2,00	1,02	0,78	1,23	0,86	1,45	1,21	0,39	0,49	0,48	0,95
V [%]	8,08	32,59	16,61	12,69	20,08	14,05	23,68	19,70	6,33	8,00	7,94	15,43

Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe, vlastní výpočty

Výsledné hodnoty obou měrných profilů jsou zpracovány v tabulce č. 11 a č. 12. V tabulkách jsou vypočítané hodnoty pro jednotlivé roky a taktéž pro celkovou variabilitu („průměr“). Vyšší čísla u decilové odchytky a relativní variace značí větší variabilitu a čísla nižší vyjadřují samozřejmě nižší variabilitu.

V obou tabulkách největší proměnlivosti dosahuje dle obou ukazatelů variability (D, V) rok 2002. Tento rok přinesl poměrně silné povodně a to téměř na celém území České republiky.

Avšak nejvhodnějším vyjádřením míry variace je *variační koeficient* (C_v), který je podílem absolutní variability a aritmetického průměru souboru denních průtoků (Q_a) s počtem členů (n). Tento koeficient měří jak variaci ve smyslu vzájemné odlišnosti všech hodnot denních průtoků, tak variaci odlišnosti každého denního průtoku od dlouhodobého průtoku (Q_a). (Netopil, 1984)

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

Tabulka č. 13: Výsledné hodnoty variačního koeficientu (profil Česká Skalice)

Rok	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
C_v	0,12	0,08	0,09	0,09	0,16	0,10	0,19	0,15	0,09	0,12	0,11
Rok	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Průměr	
C_v	0,14	0,15	0,07	0,21	0,09	0,09	0,13	0,08	0,13	0,12	

Zdroj: datové řady ČHMÚ, vlastní výpočty

Tabulka č. 14: Výsledné hodnoty variačního koeficientu (profil Zlíč)

Rok	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Průměr
C_v	0,07	0,25	0,09	0,09	0,13	0,07	0,14	0,11	0,07	0,05	0,07	0,11

Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe, vlastní výpočty

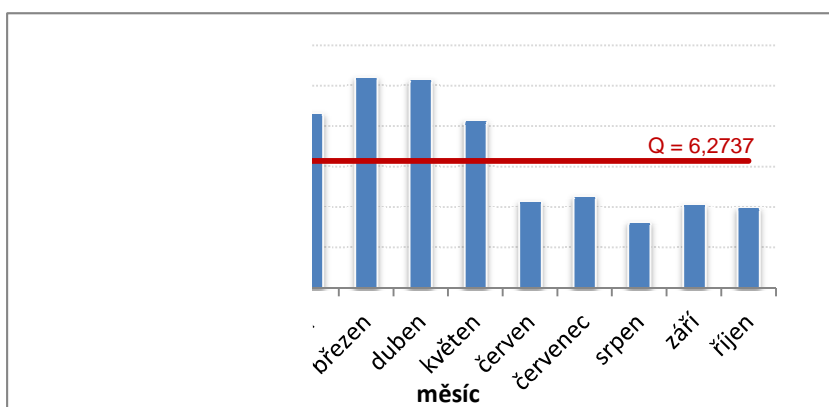
Výsledné hodnoty u roku 2002 v tabulkách č. 13 a č. 14 opět dominují nad ostatními hodnotami jednotlivých let. V tabulce č. 13 lze pozorovat další poměrně vysoké

hodnoty variačního koeficientu a to například u roku 1994 či 1996. Takto vysoké hodnoty znamenají větší proměnlivost průtoku během roku.

4.3 Režim měsíčních průtoků

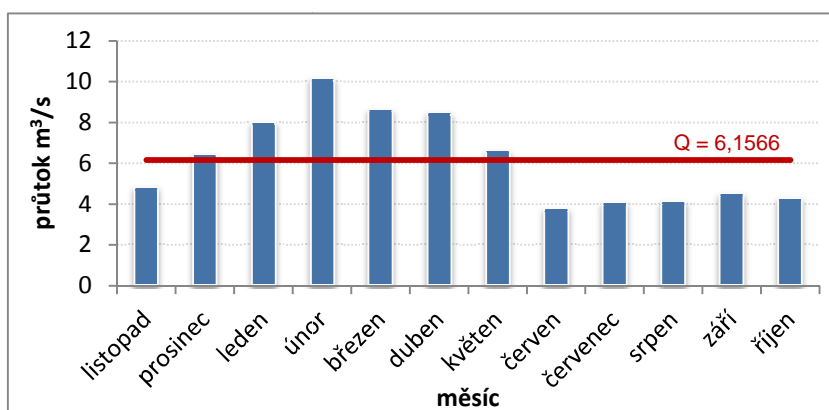
Rozložení odtoku v průběhu každého roku lze posuzovat i podle časového sledu měsíčních průtoků. Průměrné rozložení se poté vyjadřuje sledem dlouhodobých měsíčních průtoků. Toto rozložení průměrných měsíčních průtoků souhrnně z let 1988 – 2011 je znázorněno v grafu č. 10 a grafu č. 11.

Graf č. 10: Průměrné měsíční průtoky za období 1988 - 2007 (profil Česká Skalice)



Zdroj: datové řady ČHMÚ

Graf č. 11: Průměrné měsíční průtoky za období 2001 - 2011 (profil Zlíč)



Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe

Z grafu č. 10 je patrné, že na nejvyšších měsíčních průtocích se podílejí dva jarní měsíce – březen (10,42 m³/s) a duben (10,30 m³/s). To je způsobeno táním sněhové pokrývky. Za nejméně vodný měsíc je považován srpen s průtokem 3,27 m³/s.

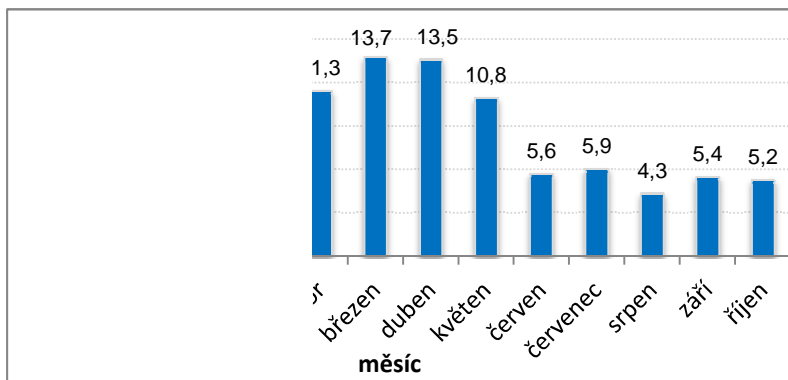
Graf č. 11, náležející profilu Zlíč, má mírně odlišné rozložení měsíčních průtoků. K nejvíce vodným měsícům patří v tomto případě únor (10,13 m³/s) a březen (8,62 m³/s).

Červen s průměrným průtokem 3,77 m³/s zastupuje měsíc s nejmenším průtokem. Ve všech měsících letního období pozorujeme nízký průtok. Tento fakt je způsoben poměrně malým úhrnem srážek a vyššími teplotami vzduchu, na kterých závisí výpar.

Tyto grafy lze mezi sebou porovnat z pohledu posunu maximálního odtoku během jednotlivých měsíců. Jak už bylo výše napsáno, podle grafu č. 10 odteče nejvíce vody v březnu a dubnu, zatímco graf č. 11 ukazuje, že maximální odtok nastane již v únoru a pokračuje do dalšího měsíce – března. Tento měnící se trend odtoku přisuzují navyšující se teplotě vzduchu a s tím je samozřejmě spojená dřívější doba odtávání sněhu především v podhorských oblastech.

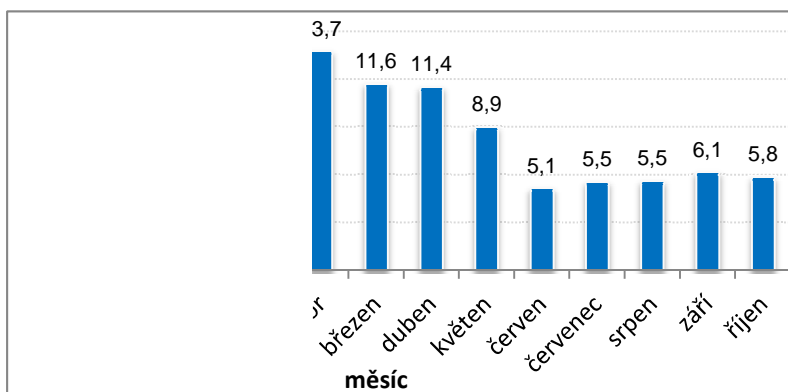
Procentuální vyjádření odtoku v jednotlivých měsících vidíme v grafech č. 12 a č. 13, které jsou zobrazeny níže.

Graf č. 12: Měsíční odtok v procentech (profil Česká Skalice)



Zdroj: datové řady ČHMÚ

Graf č. 13: Měsíční odtok v procentech (profil Zlích)



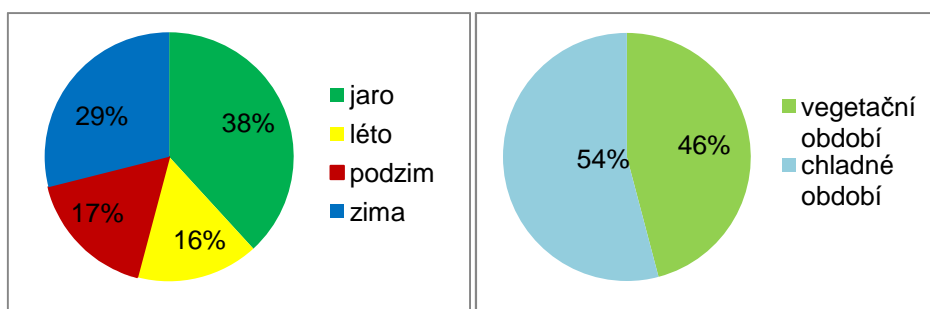
Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe

Režim odtoku během roku lze rozdělit do jednotlivých ročních období nebo taktéž na půlroky. Do zimního období řadíme prosinec, leden a únor. Měsíce březen, duben a květen jsou zástupci jarního období. Do letního období patří červen, červenec, srpen a za období podzimní jsou brány měsíce září, říjen a listopad. Z hlediska odtoku je dále možné členit rok na tzv. půlroky (vegetační, chladné období). Vegetační období představují měsíce od dubna do září a mezi chladné období patří měsíce říjen až březen (Netopil, 1984).

Při rozboru odtoku (graf č. 14 a graf č. 15) z hlediska procentuálního zastoupení v jednotlivých ročních obdobích bylo zjištěno, že v profilu Česká Skalice vykazuje nejvyšší hodnoty jarní období (38 %). Takto velký odtok v jarním období je dán tím, že dochází k tání sněhu na horách a proto můžeme říci, že Úpa patří k řekám s komplexním niválně – pluvialním (sněhovo – dešťovým) odtokovým režimem. Je zajímavé, že profil Zlích, vzdálený necelé 2 kilometry od výše zmiňovaného profilu Česká Skalice, má téměř vyrovnaný odtok v zimním (33 %) a jarním období (32 %). V obou případech nejméně vody odteče v letním období (16 %).

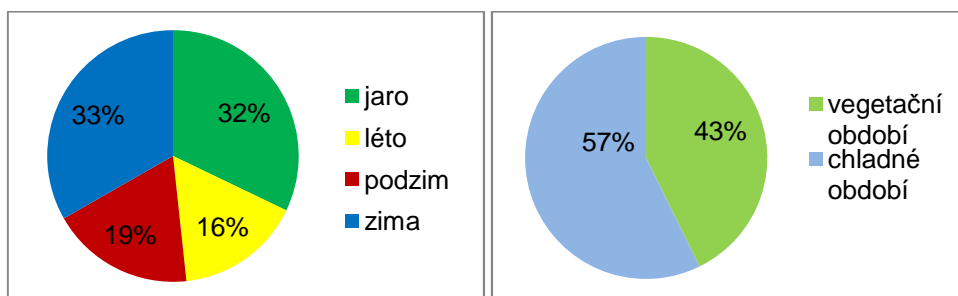
V profilu Česká Skalice odteče 46 % celkového ročního odtoku za vegetačního období a podobný procentuální podíl má odtok v profilu Zlích (43 %).

Graf č. 14: Rozložení odtoku během roku (profil Česká Skalice)



Zdroj: datové řady ČHMÚ

Graf č. 15: Rozložení odtoku během roku (profil Zlích)



Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe

Také u měsíčních průtoků můžeme míru nevyrovnanosti ročního rozložení odtoku vyjádřit číselným koeficientem (K_r), který počítá s procentuálním podílem každého z měsíčních odtoků na dlouhodobém ročním odtoku (p_i). Ve vzorci hodnota 8,3 představuje průměrný podíl každého z měsíčních odtoků (Netopil, 1984).

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

Koeficient nabývá hodnot od 0 do 22. Při ideálně vyrovnaném odtoku v průběhu roku bude tento koeficient na 0. Za předpokladu maximálně nevyrovnaného odtoku bude mít hodnotu 22, což znamená, že celoroční množství odteče za jediný měsíc.

Na příkladu řeky Úpy hodnota koeficientu pro oba měrné profily vyšla téměř totožně. Rozdíl byl pouze v jediné setině desítkové soustavy. Hodnota 10,98 byla vypočítána pro profil Česká Skalice a hodnota 10,97 náleží profilu Zlích. Obě výsledné hodnoty jsou skoro v půli ve vymezeném intervalu koeficientu, tudíž nelze jednoznačně tvrdit, že odtok je vyrovnaný či naopak nevyrovnaný.

4.4 Režim ročních průtoků

Roční vodnosti řek, které jsou vyjádřeny jejich ročním průtokem (Q_r), závisí v našich přírodních podmínkách především na množství srážek v povodí a jejich rozložení v čase. Důležité jsou také sněhové srážky v zimě, protože jejich tání v jarním období výrazně ovlivňuje velikost ročního průtoky (Netopil, 1984).

Míru vodnosti řek v jednotlivých rocích lze posoudit pomocí jednoduchého poměru ročních průtoků (Q_r) a dlouhodobého průměrného průtoky (Q_a). Tento ukazatel umožňuje rozlišovat pouze podprůměrně, průměrně a nadprůměrně vodné roky.

$$\frac{Q_r}{Q_a} * 100 \%$$

Tabulka č. 15 a tabulka č. 16 názorně zobrazují, že podle tohoto jednoduchého ukazatele nadmíru vystupuje rok 2002.

Tabulka č. 15: Poměr ročních průtoků a dlouhodobého průtoku (profil Česká Skalice)

rok	Q_r [m ³ /s]	Q_r/Q_a [m ³ /s]	rok	Q_r [m ³ /s]	Q_r/Q_a [m ³ /s]
1988	6,8106	108,56	1998	7,3672	117,43
1989	5,7259	91,27	1999	6,2598	99,78
1990	4,1989	66,93	2000	6,4698	103,13
1991	3,7170	59,25	2001	6,0899	97,07
1992	6,3088	100,56	2002	9,2540	147,50
1993	5,9973	95,59	2003	4,0357	64,33
1994	8,4004	133,90	2004	4,3094	68,69
1995	9,0331	143,98	2005	5,4457	86,80
1996	6,1680	98,32	2006	4,8979	78,07
1997	7,0076	111,70	2007	7,9777	127,16

Zdroj: datové řady ČHMÚ, vlastní výpočty

Tabulka č. 16: Poměr ročních průtoků a dlouhodobého průtoku (profil Zlích)

rok	Q_r [m ³ /s]	Q_r/Q_a [m ³ /s]	rok	Q_r [m ³ /s]	Q_r/Q_a [m ³ /s]
2001	6,2301	101,19	2007	7,6166	123,71
2002	10,8273	175,86	2008	6,4343	104,51
2003	5,1929	84,34	2009	4,6201	75,04
2004	4,6547	75,60	2010	5,6671	92,04
2005	6,1954	100,63	2011	4,9644	80,63
2006	5,3198	86,40			

Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe, vlastní výpočty

Režim ročních průtoků lze charakterizovat vývojem ročních průtoků, na kterých lze velice dobře pozorovat změny za delší časové období. V našem případě za 24 let. Rysy časových změn ročních vodností lépe vystihují klouzavé průměry. U kratších řad se používají tříleté či pětileté průměry, u dlouhých řad desetileté (Netopil, 1984).

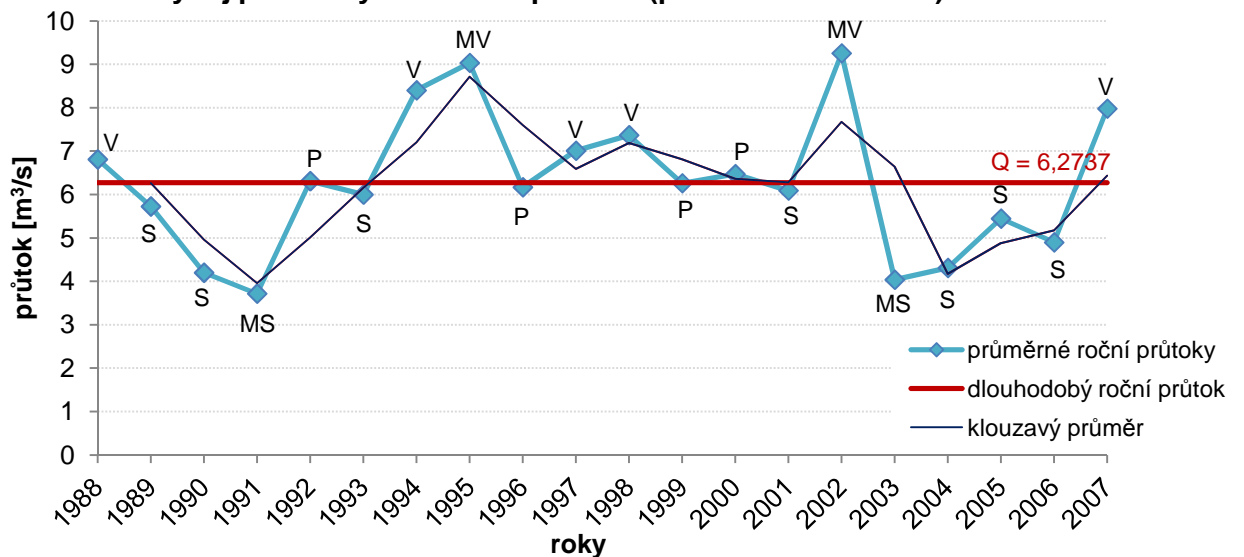
Kromě toho míru vodnosti řek můžeme vyhodnotit pomocí procenta pravděpodobnosti překročení ročních průtoků. Procentuální rozdělení a slovní označení jednotlivých skupin najdeme v tabulce č. 17.

Tabulka č. 17: Klasifikace vodnosti toků dle procenta pravděpodobnosti překročení ročních průtoků

p (%)	Míra roční vodnosti řek	
0 – 10	Mimořádně vodný rok	MV
11 – 40	Vodný rok	V
41 – 60	Průměrně vodný rok	P
61 – 90	Málo vodný rok	S
91 - 100	Mimořádně suchý rok	MS

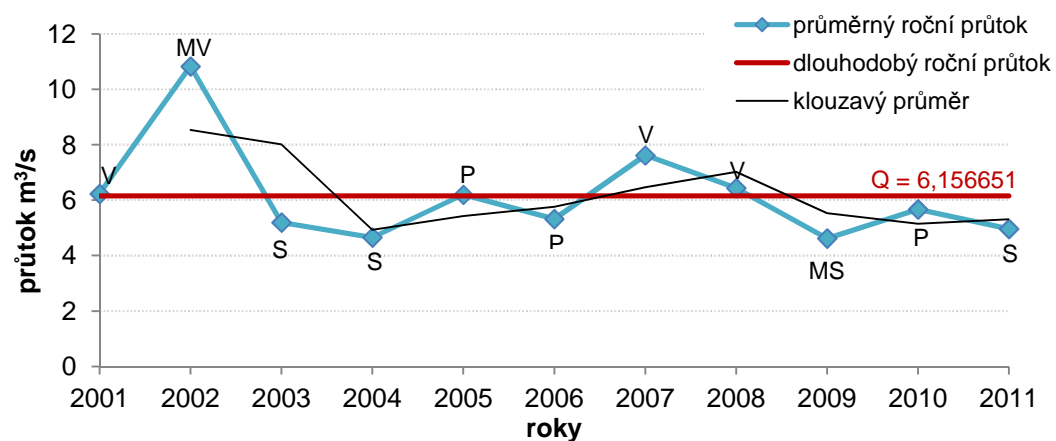
Zdroj: Netopil (1984)

Graf č. 16: Vývoj průměrných ročních průtoků (profil Česká Skalice)



Zdroj: datové řady ČHMÚ, vlastní výpočty

Graf č. 17: Vývoj průměrných ročních průtoků (profil Zlích)



Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe, vlastní výpočty

Rok 2002 je opět svým ročním průtokem 10,82 m³/s v profilu Česká Skalice a ročním průtokem 9,25 m³/s v profilu Zlích nejvodnějším rokem a tomu odpovídá i jeho míra pravděpodobnosti překročení průtoku (viz příloha č. 7 a č. 8). Tento rok se řadí mezi mimořádně vodné. Naopak mezi nejméně vodný patří v profilu Česká Skalice rok 1991, kdy průtok byl na hodnotě 3,17 m³/s a v profilu Zlích se do této kategorie zařazují roky 2004 s průtokem 4,65 m³/s a 2009 s téměř totožným průtokem 4,62 m³/s. Přesněji se tato kategorie vodnosti označuje jako mimořádně suché roky.

V grafech č. 16 a č. 17 je patrný střídavý trend vodnosti jednotlivých let. To ukazuje na nepravidelný rytmus změn ročních vodností toků (Netopil, 1984).

5. Diskuze

Povodí řeky Úpy představuje hydrologicky zajímavou lokalitu, prameništěm je významné Úpské rašeliniště ležící v 1. ochranném pásmu Krkonošského národního parku, ze kterého také vyvěrá pramen Bílého Labe a Lomničky. Pošta (2009) ve své diplomové práci přináší ucelený pohled na organogenní jezera v České republice. Jednou z kapitol je i podrobné popsání již zmiňovaného Úpského rašeliniště. Janský a Kocum (2008) poukazují na to, jak rašeliniště ovlivňují odtokový proces řek. Odtokový proces v tomto případě závisí na stupni zrašelinění podkladu horských vrchovišť a rašelinišť a také na různých opatřeních, které souvisí s hrazením původních melioračních kanálů. Na podkladě dosavadních výsledků a analýz lze říci, že variabilita odtoku je vyšší u těch povodí, které mají výrazný podíl zrašelinění a rašeliništních půd než povodí, u kterých jsou rašeliniště minimálně zastoupeny nebo zcela chybí.

Prací, týkajících se odtokových režimů řek, je celá řada, ale zdaleka není kompletně zmapovaná celá říční síť České republiky. Většina těchto prací je zaměřena především na pramennou oblast Šumavy, která je díky tomu velmi podrobně zdokumentovaná, na rozdíl od pramenné oblasti severovýchodních Čech, kde řada podrobných studií chybí. Z tohoto důvodu mohu porovnat výsledky své práce s jen s diplomovou prací od Jirákové (1993), která se zabývá odtokovými poměry a kvalitou povrchových vod řeky Metuje. Porovnání s Metují se nabízí, neboť se jedná o sousední povodí a tím lze očekávat podobnost hydrologických charakteristik. Plocha povodí i délka toku Úpy a Metuje si jsou víceméně podobné. Metuje měří 77,2 km a výměra povodí, zasahující taktéž na území Polska, je 607,63 km². Díky protáhlému tvaru povodí a převažujících levostranných přítoků vzniká opět shodnost obou povodí. Roční chod vodnosti Metuje je mírně nevyrovnaný a mění se v závislosti na množství srážek na povodí a na jejich časovém rozložení. Významné je také množství sněhových srážek v zimě a doba jejich trvání na povrchu. Jejich jarní odtok (maximum v březnu) z povodí významně ovlivňuje velikost ročního průtoku Metuje a jejích přítoků. Autorka uvádí, že řeka, naopak od Úpy, patří do pluvio – niválního odtokového režimu. Předpokládám, že to souvisí s odlišnými fyzickogeografickými charakteristikami obou povodí, především vyšší polohou pramenné oblasti Úpy, kde jsou lepší předpoklady pro akumulaci sněhu a delší trvání sněhové pokrývky.

Na problematiku plošných odhadů srážek na příkladu povodí Úpy se zaměřila Janková (2006). První část její bakalářské práce byla fyzickogeografická charakteristika povodí Úpy. Tato kapitola s fyzickogeografickou charakteristikou je v obou bakalářských pracích popsána téměř totožně, neboť bylo čerpáno z odborné literatury, ve které je vystiženo toto zájmové území. V další části práce jsou popsány a analyzovány

metodické výpočty průměrných srážek v povodí a byly vysvětleny odlišnosti jednotlivých metod a jejich dopad na přesnost výpočtu.

Popis povodí Úpy, především z hlediska morfologických vlastností, je zaznamenán v souhrnné práci Výzkumného ústavu vodohospodářského (VÚV) nazývaní se Charakteristika toků a povodí České republiky (2006). Výsledky obsažené v této bakalářské práci a v práci od VÚV se ve většině případů shodují.

Na závěr by bylo vhodné se zmínit o výzkumných pracích, projektech či studiích, zabývajících se řekou Úpou. Poslední projekt dokončený v roce 2009 byl zaměřen na snížení znečištění v řece a jejích přítoků k eliminaci znečištění podzemních vod a také ke zkvalitnění životního prostředí na Trutnovsku. Projekt nesl název „Čistá horní Úpa“. Jediná dosavadní práce zaměřující se na stav kvality povrchových vod v povodí Úpy byla zpracována opět na katedře fyzické geografie a geoekologie PřF UK Portychem (2005). Autor zde hodnotí zdroje znečištění, které jsou podrobněji zmapovány v samostatné kapitole a jsou hodnoceny dle množství produkce a objemu vypouštění odpadních vod. Z výsledků práce vyplývá, že kvalitu vody v povodí výrazně ovlivňují čistírny odpadních vod Trutnov, elektrárna v Trutnově – Poříčí a bývalý uhelný důl v Malých Svatoňovicích. Další veřejné studie nejsou bohužel známy.

6. Závěr

Cílem této práce bylo v první řadě podat základní fyzickogeografický přehled povodí Úpy s důrazem na hydrografickou charakteristiku zkoumaného území a poté provést analýzu odtokového režimu na základě dat poskytnutých z Českého hydrometeorologického ústavu a Povodí Labe.

Povodí řeky Úpy je od pramenné oblasti v Krkonoších po ústí do Labe charakteristické rozmanitými přírodními podmínkami, které souvisejí především se změnou nadmořské výšky a týkají se morfologických vlastností povodí i údolí toku, například sklonových poměrů, a rovněž klimatických podmínek, hlavně pak úhrnů a režimu srážek. Oblast povodí je situována v severovýchodních Čechách, konkrétně v Královéhradeckém kraji, přičemž malý výběžek na severovýchodě povodí zasahuje na území Polska. Celková plocha povodí je 509,81 km² a samotná řeka Úpa měří 78,14 km. Dle geomorfologického členění se v horní části povodí nachází Krkonoše, jejichž mikroklima s dostatkem sněhových srážek výrazně ovlivňuje vlastní odtokový režim toku, poté většina území spadá obecně do Podkrkonoší a část dolního toku patří k České křídové tabuli. Horní tok Úpy leží v klimatické oblasti chladné, dolní tok pak v oblasti mírně teplé. Geologické podloží není příliš rozmanité, v horní části povodí převažují metamorfované horniny (pararuly, svory, ortoruly), kdežto v dolní části povodí se nachází horniny sedimentární (pískovce, jílovce, štěrky). Půdní pokryv v povodí především zastupují podzoly, kambizemě, luvizemě a hnědozemě. Nachází se zde hned tři významné biogeografické regiony – Krkonošský, Podkrkonošský a Broumovský a na významnosti povodí přidává skutečnost, že pramenná oblast Úpy se rozkládá v Krkonošském národním parku.

Z hlediska uspořádání říční sítě se jedná o povodí spíše asymetrické, protože plocha levé strany povodí je výrazně větší. Je to způsobeno především díky přítoku Ličné, a to téměř o 100 km². Po soutok Úpy a Ličné se dle ukazatele charakteristiky povodí (α) řadí mezi vějířovitý typ, avšak území celého povodí je spíše protáhlé. Sklon povodí se rovná hodnotě 59,88 ‰ a sklon toku vyšel 15,01 ‰. Průměrná hustota říční sítě je ve sledovaném území 1,39 km/km², ovšem výslednou hodnotu nemůžeme považovat za zcela přesnou. Neboť se pracuje s generalizovanými údaji a mapami, kde nemusí být zaznamenány všechny toky. Lze předpokládat, že ve skutečnosti je hustota větší.

Datová řada poskytnutá ČHMÚ a Povodí Labe ze dvou vodoměrných stanic Česká Skalice a Zlích souhrnně za časové období 1988–2011 byla využita k základní analýze odtokového režimu a odtokových charakteristik povodí Úpy. Režim odtoku má mírně nevyrovnaný chod, tudíž je tak možné charakterizovat tento režim jako niválně -

pluviální, neboť největší podíl vodnosti připadá na jarní období, které je pochopitelně spojené s táním sněhu. Dlouhodobý průměrný průtok za dvacetiletou řadu v období 1988–2007 pro stanici Česká Skalice je 6,2737 m³/s a pro stanici Zlích za jedenáctiletou řadu v období 2001–2011 odpovídá 6,1566 m³/s. Rozdíl mezi dlouhodobými průměrnými průtoky obou stanic je zřejmě způsoben rozdílnou časovou řadou, ale dá se říci, že tento rozdíl není nijak markantní. Absolutního maxima denního průtoku během pozorovaného období 47,01 m³/s bylo dosaženo v profilu Česká Skalice dne 7. 7. 1997 a absolutní minimum bylo naměřeno dne 13. 11. 2003 s hodnotou průtoku 0,50 m³/s. V profilu Zlích byl během pozorovaného období absolutně nejvyšší průtok 55,04 m³/s dne 12. 2. 2002 a oproti tomu absolutně nejnižší průtok se dostal na hodnotu 1,07 m³/s dne 16. 7. 2006. Z hlediska procentuálního zastoupení v jednotlivých ročních obdobích bylo zjištěno, že v profilu Česká Skalice vykazuje nejvyšší hodnoty jarní období (38 %). Takto velký odtok v jarním období je dán tím, že dochází k tání sněhu na horách. Je zajímavé, že profil Zlích, který je vzdálený necelé 2 kilometry od výše zmiňovaného profilu Česká Skalice, má téměř vyrovnaný odtok v zimním (33 %) a jarním období (32 %). V obou případech však nejméně vody odteče v letním období (16 %). Nejvyšší roční průtoky byly v obou profilech zaznamenány v roce 2002, kdy na území Čech došlo k rozsáhlým povodním, které byly způsobené vytrvalými letními regionálními srážkami. Průměrný roční průtok se tehdy na obou profilech navýšil cca o 3–4 m³/s.

V budoucnu bych se chtěla i nadále věnovat tomuto povodí v rámci magisterské práce. Mým cílem bude především analýza extremity odtoku v povodí Úpy, tedy zhodnocení povodňových průtoků a období sucha, které se do této práce již nepodařilo zakomponovat. Důvodem je nedostatečná datová řada průměrných denních průtoků a srážek, jež nebyla v požadovaném čase ČHMÚ Hradec Králové dodána.

7. Zdroje informací

7.1 Tištěné zdroje

BALATKA, B., KALVODA, J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie Praha, a.s., 79 s.

BALATKA, B., SLÁDEK, J. (1962): Říční terasy v českých zemích. Nakladatelství ČSAV, Praha, 580 s.

BALATKA, B. a kol. (1987): Zeměpisný lexikon České socialistické republiky – Hory a nížiny. Academia, Praha, 584 s.

CULEK, M. (1996): Biogeografické členění České republiky, Enigma, Praha, 347 s.

ČURDA, J. (2009): Odtokový režim v pramenné oblasti Vydry se zaměřením na hodnocení povodňových epizod. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PŘF UK, Praha, 149 s.

FALTYSOVÁ, H. (2002): Chráněna území ČR – Královéhradecko V. Agentura ochrany přírody a krajiny, Praha, 410 s.

FETTERS, A. (1989): Hydronymie povodí řeky Úpy. Krkonoše a podkrkonoší, Vlastivědný sborník, svazek 8. Muzeum Podkrkonoší Trutnov, Trutnov, 241 - 268 s.

FRIEDL, K. a kol. (1991): Chráněná území v České republice. Nakladatelství Informatorium MŽP, Praha, 274 s.

CHÁBERA, S., KÖSSL, R. (1999): Základy fyzické geografie (přehled hydrogeografie). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 159 s.

CHLUPÁČ, I. a kol. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha. 436 s.

JANKOVÁ, J. (2006): Problematika určení plošných odhadů srážek na příkladu povodí Úpy. Bakalářská práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PŘF UK, Praha, 49 s.

JANSKÝ, B., KOCUM, J. (2008): Peat bogs influence on runoff process: case study of the Vydra and Kremelna rivers basin in the Sumava mountains, southwestern Czechia. Geografie sborník 113, č. 4, s. 383-399.

- JIRÁKOVÁ, D. (1993): Povodí Metuje – odtokové poměry a kvalita povrchových vod. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PŘF UK, Praha, 146 s.
- KEMEL, M. (1996): Klimatologie, meteorologie, hydrologie. ČVUT, Praha, 289 s.
- KOHOUTEK, F., HOUSER, M., DAVÍDEK, B. (1987): Československé řeky – kilometráž. Olympia, Praha, 343 s.
- NETOPIIL, R. a kol. (1984): Fyzická geografie I, SPN, Praha, 272 s.
- PORTYCH, Z. (2005): Jakost povrchových vod v povodí Úpy. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PŘF UK, Praha, 167 s.
- POŠTA, P. (2004): Organogenní jezera v České republice. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PŘF UK, Praha, 116 s.
- PROKŠ, M. (2010): Odtokový režim v povodí Hamerského potoka se zaměřením na reakci pH vody ve vybraných povodňových epizodách. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PŘF UK, Praha, 143 s.
- QUITT, E. (1971): Klimatická oblasti Československa. Studia Geographica 16, Academia, Brno, 73 s.
- SVOBODA, P. (2011): Hydrologický režim horní Lužnice. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PŘF UK, Praha, 99 s.
- SÝKORA, B. a kol. (1983): Krkonošský národní park. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 280 s.
- ŠTEFÁČEK, Š. (2008): Encyklopedie vodních toků Čech, Moravy a Slezska. Baset, Praha, 743 s.
- TOMÁŠEK, M. (2007): Půdy České republiky, Česká geologická služba, Praha, 68 s.
- VLČEK, V. a kol. (1984): Vodní toky a nádrže. Academia. Praha. 316 s.

7.2 Internetové zdroje

Český hydrometeorologický ústav. [online] [cit. 2012-03-20]. Dostupné z URL: <http://www.hydro.chmi.cz/hpps/hpps_oplist.php?srt=&fkraj=10838&kat=ACTHQ&Ing=CZE#>

Google Earth. [online] [cit. 2012-03-05]. Dostupné z URL: <<http://www.google.com/earth/index.html>>

ISPA a Fond soudržnosti 2004 – 2006 v sektoru životního prostředí. [online] [cit. 2012-05-12]. Dostupné z URL: <<http://www.fondsoudrznosti.cz/projekt/2005020/>>

Národní Geoportal [online]. Národní Geoportal INSPIRE. [cit. 2012-03-17]. Dostupné z URL: <<http://www.geoportal.gov.cz>>

Povodňový plán, Povodí Labe, s.p. [online] [cit. 2012-04-26]. Dostupné z URL: <<http://www.pppl.wz.cz/pp/html/A/A2.html> >

Správa Krkonošského národního parku. [online] [cit. 2012-03-26]. Dostupné z URL: <<http://www.krnap.cz>>

Turistický atlas. [online] [cit. 2012-04-04]. Dostupné z URL: <http://www.turistickyatlas.cz/vse/misto/7341_upske-raseliniste.html>

VÚV TGM, Oddělení geografických informačních systémů kartografie, Charakteristiky toků a povodí ČR. [online] [cit. 2012-02-12]. Dostupné z URL: <<http://www.dibavod.cz/24/charakteristiky-toku-a-povodi-cr.html>>

Webové stránky studentů Masarykovi univerzity Brno - Geografie a kartografie. [online] [cit. 2012-04-25]. Dostupné z URL: <<http://www.geografie.webzdarma.cz/tabulkymetla.xls>>

7.3 Datové a mapové zdroje

ČHMÚ – oddělení hydrologie. Průtoky ze stanice Česká Skalice a Zlích (denní průměry za období od 1988 do 2007)

DIGITÁLNÍ DATABÁZE ArcČR 3.0 [datové soubory, DVD]. Praha: ARCDATA PRAHA, s.r.o., 2007.

Mapa KTČ 1:50 000 - Krkonoše, Královéhradecko, Broumovsko a Adršpach, 2002 a 2003

Povodí Labe, s.p. Průtoky ze stanice Zlích (denní průměry za období od 2001 do 2011)

VÚV TGM, Oddělení geografických informačních systémů kartografie, Databáze DIBAVOD. Data využívaná online v období leden 2012. Dostupné z URL: <<http://www.dibavod.cz/index.php?id=27>>

Základní vodohospodářská mapa ČR 1:50 000, listy: 03 – 24 Malá Úpa, 03 – 43 Trutnov, 03 – 44 Dvůr Králové nad Labem, 04 – 31 Meziměstí a 04 – 33 Náchod. Český úřad zeměměřičský a katastrální, Praha, 1995

8. Přílohy

Příloha 1: Velikost jednotlivých ploch povodí

Název toku	Plocha povodí [km ²]
Úpa - P	86,8
Zelený potok	13,2
Javoří potok	4,9
Černohorský potok	6,3
Janský potok	5,4
Mlýnský potok	12,9
Radečka	10,1
Maršovka	8,6
Válovický potok	26,9
Olešnice	40,7
Rtyňka	30,4
Ličná	105,5
Babský potok	12,6
Zlatý potok	6,7
Kalná	8,2
Lysečinský potok	18,3
Malá Úpa	34,4
Úpa - L	77,8

Zdroj: data VÚV TGM

Příloha 2: Vymezení jednotlivých úseků toku

Úsek toku	Max nadmořská výška [m n. m.]	Min nadmořská výška [m n. m.]	Délka úseku [km]
horní	1422	732	7,81
střední	732	386	27,98
dolní	386	250	42,31

Zdroj: data VÚV TGM, Základní vodohospodářská mapa

Příloha 3: Sklonové poměry v povodí

Sklon svahů [°]	Plocha povodí [%]
0 - 2	10,90
2 - 5	20,21
5 - 15	44,43
15 - 25	19,20
25 - 35	4,81
Nad 35	0,45

Zdroj: data VÚV TGM

Příloha 4: Tabulka sklonu toku

Sklon toku [‰]	Plocha povodí [%]
0 – 2	16,67
2 – 5	30,77
5 – 10	21,79
10 – 20	15,38
20 – 40	10,26
nad 40	5,13

Zdroj: data VÚV TGM

Příloha 5: Expozice v povodí

Expozice	Plocha povodí [%]
rovina	0,17
S	7,42
SV	11,50
V	13,22
JV	13,98
J	16,81
JZ	16,11
Z	12,31
SZ	8,47

Zdroj: data VÚV TGM

Příloha 6: Hustota říční sítě

Hustota [km/km ²]	Plocha [km ²]	%
0,0 – 0,2	1,13	0,23
0,2 – 0,8	70,79	14,44
0,8 – 1,4	208,79	42,59
1,4 – 2,0	166,78	34,02
2,0 – 3,0	38,32	7,82
nad 3,0	4,48	0,91

Zdroj: data VÚV TGM

Příloha 7: Průměrný roční průtok a procento pravděpodobnosti překročení ročních průtoků (profil Česká Skalice)

rok	průtok m ³ /s	%
1988	6,8106	32,8
1989	5,7259	67,1
1990	4,1989	86,7
1991	3,7170	96,5
1992	6,3088	42,6
1993	5,9973	67,1
1994	8,4004	13,2
1995	9,0331	8,3
1996	6,1680	52,4
1997	7,0076	27,9
1998	7,3672	23,0
1999	6,2598	47,5
2000	6,4698	37,7
2001	6,0899	62,2
2002	9,2540	3,4
2003	4,0357	91,6
2004	4,3094	81,8
2005	5,4457	72,1
2006	4,8979	76,9
2007	7,9777	18,1

Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe, vlastní výpočty

Příloha 8: Průměrný roční průtok a procento pravděpodobnosti překročení ročních průtoků (profil Zlích)

rok	průtok [m ³ /s]	%
2001	6,2301	32,4
2002	10,8273	6,1
2003	5,1929	67,6
2004	4,6547	85,0
2005	6,1954	41,2
2006	5,3198	58,7
2007	7,6166	14,9
2008	6,4343	23,6
2009	4,6201	93,8
2010	5,6671	50,0
2011	4,9644	76,3

Zdroj: datové řady ČHMÚ a Povodí Labe, vlastní výpočty