

Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta
Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užitá geofyziky

Zadání diplomové práce

Student: Dagmar Trpková (tel.: 777 877 741, E-mail: dagmar.trpkosova@googlemail.com)
Název: Odtokové poměry v hydrogeologických prostředích s převládající puklinovou porositou:
Srovnání krystalinika a flyšové zóny
Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Jiří Krásný (tel.: 221 951 560, E-mail: krasny@natur.cuni.cz)

Konzultant: RNDr. Jiří Kessler (tel.: 224 232 306, E-mail: kessler@chmi.cz)

Vymezení území: Vybrané regiony v krystaliniku a ve flyšovém pásmu.

Témata: Definice a porovnání hydrogeologických poměrů obou prostředí (krystalinikum, flyš), jejich geometrie (rozsah, mocnosti) a anatomie (typ porosity), hydraulických parametrů, podmínek proudění podzemních vod a odtokových poměrů (celkový, povrchový a základní odtok). Posouzení vlivu obou hydrogeologických prostředí na odtokové poměry (minimální a nízké odtoky, možný vliv akumulčních schopností prostředí na omezení velkých vod).

Metodika prací: Rešerše geologických podkladů a publikované literatury. Analýza odtokových dat z vybraných povodí. Porovnání modelových řešení.


Terénní práce: Rekognoskace území.

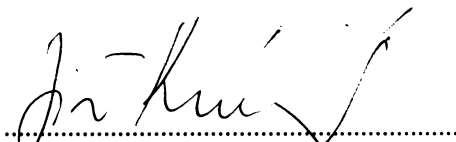
Kamerální práce: Zpracování disponibilních dat. Srovnání výsledků předchozích a vlastních prací. Analýza dosažených výsledků, porovnání hydrogeologických poměrů v klíčových oblastech, vyvození zevšeobecnujících závěrů. Diskuze výsledků, otevřených problémů, formulace závěrů.

Zpracování diplomové práce: příprava textové části průběžně (podle Pokynů pro zpracování DP- na sekretariátě HIG).

Podklady: publikovaná literatura, nepublikované materiály z Geofondu a z dalších archivů, podklady ČHMÚ, mapové a další dostupné podklady.

Termín odevzdání: srpen 2006


.....
student


.....
žadavající (vedoucí diplomové práce)

Kopie: student
vedoucí diplomové práce
konzultanti
Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užitá geofyziky (sekretariát)

Čestné prohlášení

Já, Dagmar Trpkošová, nar. 8.7.1982, bytem Hovorčovice čp. 529, okr. Praha – východ,

prohlašuji

na svou čest, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně a použila jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

V Hovorčovicích dne 31.8.2006

Dagmar Trpkošová
Dagmar Trpkošová

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY
KATEDRA HYDROGEOLOGIE, INŽENÝRSKÉ GEOLOGIE A UŽITÉ GEOFYZIKY
Albertov 6, 128 43 Praha 2



**ODTOKOVÉ POMĚRY V HYDROGEOLOGICKÝCH PROSTŘEDÍCH
S PŘEVLÁDAJÍCÍ PUKLINOVOU POROSITOU:
SROVNÁNÍ KRYSTALINIKA A FLYŠOVÉ ZÓNY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Dagmar Trpkošová

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Jiří Krásný CSc.

Odborný konzultant: RNDr. Jiří Kessler

Praha, září 2006

1. Klíčová slova a abstrakty

Klíčová slova:

Základní odtok, puklinová porosita, hydrogeologie, krystalinikum, flyšové pásmo

Key words:

Base flow, fractured porosity, hydrogeology, crystalline rocks, flysh zone

Stichwörter:

Grundwasserabfluss, Kluftporosität, Hydrogeologie, Festgesteingegebiet, Flyschzone

Abstrakt:

Práce se zabývá odtokovými poměry, zejména základním odtokem krystalinika Českého masívu a flyšové zóny Západních Karpat na území České republiky. Tato prostředí se vyznačují obdobnými hydrogeologickými poměry, charakteristickými pro prostředí hydrogeologického masívu: přítomností zvětralinové a puklinové zóny, tvořící tzv. přípovrchový kolektor o max. mocnosti do několika desítek metrů a převládajícím prouděním podzemní vody v tomto kolektoru s relativně nízkou transmisivitou. Pro výpočet základního odtoku byla použita Killeho metoda, umožňující vyjádření dlouhodobých charakteristik základního odtoku. Základní odtoky se porovnávaly ve vybraných horských povodích: 29 povodí v různých krystalinických oblastech (Šumava, Krkonoše, Orlické hory, Jeseníky) a 20 povodích flyšové zóny Karpat (Beskydy). Bylo prokázáno, že části flyšového pásma, budované křídovými a terciárními sedimenty se liší odtokovými poměry. Přitom základní odtoky v terciárních flyšových oblastech jsou nižší než v oblastech krystalinických, ale křídový flyš se neodlišuje od oblastí krystalinických. K těmto rozdílům přispívá skutečnost, že v terciární flyšové zóně převládají půdy s větším podílem jemnozrné složky, naproti tomu v krystalinických oblastech a v křídovém flyši se těžší střední půdy téměř nevyskytují, ale převažují lehčí půdy. Povrchové odtoky v terciárních flyšových oblastech vykazují větší rozkolísanost, průtoky jsou v sušších obdobích menší než v krystalinických oblastech, ve vlhčích obdobích jsou výrazně vyšší. Flyšové oblasti tak vykazují nižší retenční schopnosti než krystalinické. Základní odtok v terciárních oblastech flyšové zóny je méně závislý na velikosti srážkových úhrnů, takže při vyšších srážkových úhrnech stoupá povrchový odtok, nikoli základní. Hodnoty ročních srážkových úhrnů významně ovlivňuje orientace povodí vzhledem k převládajícímu větru v Česku a tedy směru dopadu srážek. Vzhledem k

převládajícímu směru proudění větru a tedy i dopadu srážek od SZ k JV mají povodí, orientovaná k SZ větší srážkové úhrny, než povodí, orientovaná k JV. Tato skutečnost se promítá i do odtokových poměrů. V posuzovaných povodích nebyl prokázán vliv sklonu povodí ani vliv hustoty říční sítě na tvorbu základního odtoku. Závěry práce jsou důležité pro odhad velikosti infiltrace podzemních vod a velikosti tvorby přírodních zdrojů podzemních vod v příslušných celcích. Odlišné retenční schopnosti flyšových a krystalinických oblastí jsou navíc důležité pro úvahy o možném vlivu různých horninových prostředí na zmírnění povodní.

Abstract:

The diploma thesis deals with river runoff, mostly groundwater runoff/ base flow in crystalline and flysh zones of the Bohemian Massif and the West Carpathians, resp., in the Czech Republic. These environments are characterized by similar hydrogeological conditions, typical of hardrock environment: presence of a weathered and fractured zones forming anear-surface aquifer of relatively low transmissivity, reaching maximum thickness of up to tens of meters. The Kille's method, that permits determining long-term characteristics, was used for the groundwater runoff assessment. The runoff in selected mountainous catchments was compared: 29 catchments in different crystalline areas (Sumava, Krkonose, Orlické hory, Jeseníky) and 20 catchments in flysh zone of Carpathian (Beskydy). It has been proven, that parts of flysh zone, built by Cretaceous and Tertiary sediments, differ in runoff. Groundwater runoff in the Tertiary flysh zone is lower than in crystalline areas, but Cretaceous flysh does not differ from crystalline areas.. These differences are supported by soil composition: in Tertiary flysh soils contain more fine-grained components, whereas in crystalline zones and in Cretaceous flysh heavy middle soils occur scarcely and lighter soils prevail. Groundwater runoff in Tertiary flysh differs from crystalline areas: it is more variable, runoff (base flow) in dry periods is lower and, on the contrary, in humid periods considerably higher. Flysh zones therefore display lower retention capability than crystalline ones. Groundwater runoff in Tertiary flysh zone less depends upon precipitation, therefore under higher precipitation surface runoff increasesunlike groundwater runoff. The total annual precipitation is significantly affected by the orientation of a catchment with regard to dominant wind. Due to dominant wind direction in the Czech republic from NW to SE, the catchments exposed to NW have higher precipitation than catchments oriented to SE. This fact reflects on runoff relationships. In studied catchments the influence of neither the slope of the land surface nor the density of stream network on groundwater runoff were proved. These conclusion are

important for the estimation of groundwater recharge and thus natural groundwater resources in relevant areas/zones. Different retention ability of flysh and crystalline zones are important for considerations of possible mitigation effect of floods.

Kurzfassung:

Diese Arbeit befasst sich mit den Abflussverhältnisse, vor allem Grundwasserabfluss aus dem Festgesteinengebiet und aus dem Flyschgebiet in der Tschechische Republik. Diese Gebieten kennzeichnen sich von vergleichbaren hydrogeologischen Eigenschaften, die charakterisiert für Gebiet des hydrogeologischen Massivs sind und zwar die Gegenwart der Verwitterungs- und Kluftzone, die sogenannte Flachgrundwasserleiter bilden. Diese Grundwasserleitermächtigkeit beträgt maximale erste Meterzehner und die Grundwasserströmung läuft in diesem Grundwasserleiter mit niedrige Transmissivität durch. Für die Grundwasserabflussberechnung wurde die Kille Method benutzt, weil sie die Ermittlung den langfristigen Charakteristik des Grundwasserabflusses ermöglicht. Die Grundwasserabflüsse wurden in ausgewählten Bergflussgebieten vergleicht und zwar 29 Flussgebieten in verschiedenen Festgesteinengebieten (der Böhmerwald, das Riesengebirge, das Adlergebirge, das Gesenke) und 20 Flussgebieten in Flyschgebieten der Karpatenzone (die Beskiden). Es wurde nachgewiesen, dass die Teile der Flyschgebieten, die von Kriede- und Tertiärablagerungen gebildet werden, sich durch Abflussverhältnisse unterscheiden. Und zwar die Grundwasserabflüsse in den Tertiärflyschgebieten sind niedrige als in den Festgesteinengebieten, aber die Kriedeflyschgebieten und die Festgesteinengebieten sind vergleichbar. Zu diesen Unterschiede beiträgt die Tätigkeit, dass in dem Tertiärflyschgebiet die feinkörnige Boden überwiegen, demgegenüber in den Festgesteinengebieten und in dem Kriedeflyschgebiet treten diese feinkörnige Boden nicht auf, aber die gröbkörnige Boden überwiegen. Die Überlandabflüsse in den Tertiärflyschgebieten weisen größere Dünung auf, die Durchflüsse sind während der trockeneren Periode niedriger als in Festgesteinengebieten, während der feuchteren Periode sind die Durchflüsse erheblich höher. Die Flyschgebieten weisen niedrigere Retentionsfähigkeit als Festgesteinengebieten auf. Der Grundwasserabfluss in Tertiärflyschgebieten ist weniger abhängig von den Niederschläge, so bei den höheren Niederschläge steigt der Überlandabfluss aber nicht der Grundwasserabfluss. Die Niederschlagsmenge ist abhängig von der Flussgebietsorientierung gegen die überwiegenden Windströmung in der Tschechische Republik sowieso die Niederschlagsauffallrichtung. Bezüglich die überwiegende Windströmung sowieso Niederschlagsauffallrichtung von Nordwesten nach Südosten haben die Flussgebieten, die nordwestlich orientiert werden,

höhere Niederschläge als die Flussgebieten, die südöstlich orientiert werden. Diese Tätigkeit prägt die Abflussverhältnisse. In den Prüfflussgebieten wurden nicht die Einfluss von der Flussgebietsneigung sowieso der Flussnetzdicke erwiesen. Die Arbeitsbeschlüsse sind wichtig für die Infiltrationsrateabschätzung und für Bildungsrate der Grundwassernaturschätze in entsprechenden Gebieten. Unterschiedliche Retentionsfähigkeiten in den Flyschgebieten und in den Festgesteingebieten sind wichtig für mögliche Wirkung der verschiedenen Gesteingebieten auf der Hochwasserminderung.

Obsah

1. Klíčová slova a abstrakty	2
2. Úvod a cíl prací	12
3. Postup prací	13
4. Metodika	15
4.1 Metody pro odhad základního odtoku	15
4.1.1. Statistické metody pro odhad základního odtoku	15
4.1.2. Genetické metody pro odhad základního odtoku	18
4.1.2.1. Metody vycházející z přímých terénních měření	18
4.1.2.2. Výpočtové metody	19
4.1.2.3. Modelovací metody	21
4.2. Metody k zpracování atmosférických srážek	21
4.3. Použití programu Acr View 3.2 při výběru povodí	23
5. Přehled dosavadních poznatků o sledovaných územích	24
5.1. Publikace v daném tématu	24
5.2. Fyzikálně- geografická charakteristika	24
5.3. Klimatické a hydrografické poměry	25
5.3.1. Klimatické regiony	25
5.3.2. Srážkový a teplotní režim	26
5.3.3. Charakteristika povodí	27
5.3.4. Režim průtoků	27
5.4. Geologie	28
5.4.1 Geologický vývoj platformního základu Českého masívu	28
5.4.2. Geologický vývoj flyšového pásma Karpat	29
5.5. Půdní poměry	30
5.6. Hydrogeologické poměry	31
5.6.1. Platformní základ Českého masívu	31
5.6.2. Flyšové pásmo Karpat	33
5.7. Dosavadní odhady základního odtoku	33

5.7.1. Platformní základ Českého masívu	33
5.7.2. Flyšové pásmo Karpat	34
6. Provedené práce	36
6.1. Příprava a úprava dat	36
6.2. Výběr povodí	37
6.2.1. Způsob výběru povodí	37
6.2.2. Vybraná povodí	38
6.3. Výsledky studia a vyhodnocení prací	45
6.3.1. Odhad základního odtoku a jeho porovnání při použití různých metod	45
6.3.2. Výpočet základního odtoku v testovaných povodích se stejnou nadmořskou výškou a interpretace výsledků	48
6.3.3. Výpočet základního odtoku v testovaných povodích se stejným srážkovým úhrnem a interpretace výsledků	52
6.3.4. Výpočet základního odtoku v testovaných povodích se stejným průměrným sklonem a interpretace výsledků	53
6.3.5. Výpočet základního odtoku v testovaných povodích se stejnou hustotou říční sítě a interpretace výsledků	54
6.3.6. Vliv půdního pokryvu	56
6.3.7. Porovnání povrchových průtoků v povodí Moravy a Bečvy a posouzení retenčních schopností posuzovaných prostředí	59
7. Diskuse	62
8. Závěry a doporučení	65
9. Seznam použité literatury	67
10. Přílohová část	70

Obrázky, tabulky a přílohy

1. Seznam obrázků a tabulek v textu

A. Obrázky

Kapitola 4: Metodika

4.1. Seřazená měsíční minima povrchových odtoků dle velikosti (příklad Killeho metody)	16
4.2. Protážení přímkou ze spodní části do vyšších hodnot a tudíž aproximace dalších hodnot (Kille)	17
4.3. Průběh aproximované křivky po odlogaritmování (Kille)	17
4.4. Závislost mezi celkovým odtokem a vyčleněným základním odtokem spočteným Killeho metodou (spočtené závislosti ve zkoumaných povodích)	18

Kapitola 5: Přehled dosavadních poznatků o sledovaných územích

5.1. Normály ročních srážkových úhrnů v letech 1961-1990	26
5.2. Průměrná roční teplota vzduchu za období 1961-1990	27
5.3. Rozdělení flyšové zóny na křídovou a terciérní část	30

Kapitola 6: Provedené práce

6.1. Možný výskyt klimatických stanic v povodí	37
6.2. Lokalizace povodí Hlavní soubor	41
6.3. Lokalizace povodí Rozšířený soubor	42
6.4. Lokalizace povodí Soubor- sklony	42
6.5. Závislost srážkových úhrnů na nadmořské výšce	49
6.6. Závislost srážkových úhrnů na nadmořské výšce v jednotlivých geomorfologických oblastech	49
6.7. Závislost základního odtoku na nadmořské výšce v Hlavním souboru	50
6.8. Závislost základního odtoku na nadmořské výšce v Rozšířeném souboru	51
6.9. Závislost základního odtoku na srážkových úhrnech v Rozšířeném souboru	52
6.10. Závislost základního odtoku na srážkových úhrnech v Souboru- sklony	53
6.11. Hustota říční sítě v jednotlivých oblastech	54
6.12. Závislost hustoty říční sítě na nadmořské výšce	55
6.13. Závislost základního odtoku a hustoty říční sítě	56
6.14. Lokalizace povodí vybraných pro posouzení retenčních schopností	59
6.15. Průběh průtoků na stanicích 3870, 3800 (Bečva) a 3410, 3460 (Morava) v letech 1985 – 1990	61
6.16. Průběh průtoků na stanicích 3870, 3800 (Bečva) a 3410, 3460 (Morava) v letech	

1991 – 1995	61
-------------------	----

B. Tabulky

Kapitola 5: Přehled dosavadních poznatků o sledovaných územích

5.1. Popis jednotlivých půdních druhů	30
---	----

Kapitola 6: Provedené práce

6.1. Povodí v Hlavním souboru	38
-------------------------------------	----

6.2. Povodí v Rozšířeném souboru	39
--	----

6.3. Povodí v Souboru – sklony	41
--------------------------------------	----

6.4. Geomorfologické, klimatologické a geometrické charakteristiky povodí v Hlavním souboru	43
--	----

6.5. Geomorfologické, klimatologické a geometrické charakteristiky povodí v Rozšířeném souboru	43
---	----

6.6. Geomorfologické, klimatologické a geometrické charakteristiky povodí v Souboru- sklony	45
--	----

6.7. Hodnoty základních odtoků v Základním souboru spočtených Killeho a Castanyho metodou	46
--	----

6.8. Hodnoty základních odtoků v Rozšířeném souboru vypočítaných Killeho metodou a metodou Krásný-Kněžek	47
---	----

6.9. Hodnoty základních odtoků v Souboru - sklony spočtených Killeho a Castanyho metodou	48
---	----

6.10. Procentuelní zastoupení zrnitostních tříd v jednotlivých povodích	57
---	----

6.11. Porovnání nadmořských výšek v povodích 3670 (Morava) a 3900 (Bečva)	60
---	----

6.12. Porovnání srážkových úhrnů v povodích 3670 (Morava) a 3900 (Bečva)	60
--	----

2. Přílohy

A. Obrázky

Kapitola 3: Postup prací

3.1. Vrstva Cr_rozv.shp.	70
-------------------------------	----

3.2. Vrstva Cr_vtoky.shp.	70
--------------------------------	----

3.3. Vrstva Nadr200.shp.	71
-------------------------------	----

3.4. Vrstva Klim2000.shp.	71
--------------------------------	----

3.5. Vrstva Obj_pov.shp.	72
-------------------------------	----

3.6. Vrstva Zrnitost.shp.	72
--------------------------------	----

3.7. Vrstva Pudy.shp.	73
3.8. Vrstva Geologie.shp	73
3.9. Vrstva Vrstev.shp	74
Kapitola 6: Provedené práce	
6.17. Povodí ve flyši	74
6.18. Povodí v krystaliniku- Krkonoše	75
6.19. Povodí v krystaliniku- Šumava	75
6.20. Povodí v krystaliniku- Orlické horách a v Jeseníky	76
6.21. Orientace povodí na Šumavě	76
6.22. Orientace povodí v Krkonoších	77
6.23. Orientace povodí v Orlických horách (1. část) a Jeseníkách	77
6.24. Orientace povodí v Orlických horách 2.část)	78
6.25. Orientace povodí v Moravskoslezských Beskydech	78
6.26. Hustota bodových údajů použitých k vygenerování gridu srážek v povodích 3670 (Morava) a 3900 (Bečva)	79
6.27. Průběh průtoků stanic 3895 (Bečva) a 3670 (Morava) v letech 1985 – 1990	79
6.28. Průběh průtoků stanic 3895 (Bečva) a 3670 (Morava) v letech 1991 – 1995	80
6.29. Průběh průtoků stanic 3880 (Bečva) a 3550 (Morava) v letech 1985 – 1990	80
6.30. Průběh průtoků stanic 3880 (Bečva) a 3550 (Morava) v letech 1991 – 1995	80
6.31. Průběh průtoků stanic 3875 (Bečva) a 3530 (Morava) v letech 1985 – 1990	81
6.32. Průběh průtoků stanic 3875 (Bečva) a 3530 (Morava) v letech 1991 – 1995	81
6.33. Průběh průtoků stanic 3850, 3700 (Bečva) a 3420, 3430 (Morava) v letech 1985 – 1990	81
6.34. Průběh průtoků na stanicích 3850, 3700 (Bečva) a 3420, 3430 (Morava) v letech 1991 – 1995	82
6.35. Průběh průtoků na stanicích 3870, 3800 (Bečva) a 3410, 3460 (Morava) v letech 1985 – 1990	82
6.36. Průběh průtoků na stanicích 3870, 3800 (Bečva) a 3410, 3460 (Morava) v letech 1991 – 1995	83
6.37. Průběh srážek v klimatických stanicích v roce 1997 v povodí Moravy	83
6.38. Průběh srážek v klimatických stanicích v roce 1997 v povodí Bečvy	83
6.39. Průběh průtoků na vodoměrných stanicích v roce 1997 v povodí Moravy	84
6.40. Průběh průtoků na vodoměrných stanicích v roce 1997 v povodí Bečvy	84

B. Tabulky

Kapitola 3: Postup prací

3.1. Údaje k vrstvě Cr_rozv.shp.	84
3.2. Údaje k vrstvě Cr_vtoky.shp.	85
3.3. Údaje k vrstvě Nadr200.shp.	85
3.4. Údaje k vrstvě Klim2000.shp.	85
3.5. Údaje k vrstvě Obj_pov.shp.	85
3.6. Údaje k vrstvě Zrnitost.shp.	86
3.7. Údaje k vrstvě Pudy.shp.	86
3.8. Údaje k vrstvě Geologie.shp.	86
3.9. Údaje k vrstvě Vrstev.shp.	86

C. Textové přílohy

Kapitola 5: Přehled dosavadních poznatků o sledovaných územích

5.1. Charakteristika jednotlivých klimatických jednotek	87
5.2. Detailní geologický popis	87

Kapitola 6: Provedené práce

6.1. Popis říční a urbanistické sítě a ve zkoumaných povodích	93
---	----

2. Úvod a cíl prací

Diplomová práce byla zadána v říjnu roku 2004 a dokončena v květnu 2006. Práce je věnována studiu odtokových poměrů v různých geologických prostředích České republiky. Hlavní pozornost je zaměřena na analýzu základního odtoku, jehož hodnoty lze v regionálním měřítku a za přírodních-antropogenně neovlivněných poměrů považovat za odpovídající infiltraci podzemních vod a tedy také velikosti tvorby přírodních zdrojů podzemních vod. Práce se orientuje na prostředí krystalinika Českého masívu a flyšové zóny Západních Karpat na území České republiky, která jsou pro své obdobné vlastnosti označována jako hydrogeologický masív. Přes tyto společné rysy naznačují výsledky dosavadních prací (Krásný et al. 1982) nižší hodnoty základního odtoku z flyšových oblastí ve srovnání s krystalinikem. Cílem diplomové práce je proto **porovnání celkových a základních odtoků v puklinových prostředích vybraných oblastí krystalinika Českého masívu a flyšové zóny Karpat** při srovnatelných klimatických, morfologických a hypsometrických podmínkách a analýza možných příčin případných rozdílů. Odlišné **retenční schopnosti** flyšových a krystalinických oblastí jsou navíc důležité pro úvahy o možném vlivu na zmírnění povodní.

3. Rozsah a postup prací

Stanovení základního odtoku je interdisciplinární problematikou na pomezí vědních disciplín hydrologie, geologie a hydrogeologie s nezbytným přihlédnutím ke klimatickým a morfologickým poměrům. Zhodnotila jsem proto výsledky dosavadních prací, týkajících se diplomové práce tématicky a regionálně, s ohledem na jejich význam pro řešení cílů práce. Část práce proběhla v terénu, většinou se však jednalo o kamerální analýzu existujících dat a interpretaci získaných výsledků. Rešerše předchozích prací byla zaměřena především na práce hodnotící základní odtok na území Česka (Krásný et al. 1982, Odtok podzemní vody na území Československa), (Kněžek 1988, Podzemní složka odtoku), (Kněžek, Kessler 2000, Metody výpočtu základního odtoku). Také jsem se detailně seznámila s pracemi zabývajícími se metodikou stanovení základního odtoku. Přehled používaných metod je uveden v kapitole 4. Základní informace o regionálně-geologických poměrech porovnávaných území byly čerpány z publikací Mísař et al. 1983 (Regionální geologie ČSSR I., Český masív) a Chlupáč et al. 2002 (Geologická minulost České republiky). Další geologické a hydrogeologické údaje byly čerpány z vysvětlivek k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000, listy 02, 03, 04, 21, 22, 25 (Hazardová et al. 1980, Hazardová et al. 1984, Krásný et al. 1984, Hazardová et al. 1985, Jetel et al. 1986, Krásný, Kullman, Vrana et al. 1987). Pro ověření, že povodí skutečně leží v požadovaných horninách, byla využívána gisová vrstva geologie.shp (Český hydrometeorologický ústav). Základem celého řešení se stal výběr reprezentativních povodí. Pokud jsem chtěla dokázat vliv přírodních poměrů oblasti na nižší či vyšší hodnoty základních odtoků, musela být vybrána povodí s obdobnými klimatickými podmínkami, nadmořskými výškami a sklonem svahů. Z důvodu použití různých metod pro výpočet základního odtoku pak byly požadavky na velikost plochy povodí. Zpracování diplomové práce bylo založeno na počítačovém programu ArcView 3.2, jehož pomocí byla připravena data pro další statistická vyhodnocení. Pro vybrání povodí vhodných pro další zpracování byly základem vrstvy: Cr_rozv.shp (obr. 3.1., tab. 3.1.), Cr_vtoky.shp (obr. 3.2., tab. 3.2.), Nadr200.shp (obr. 3.3., tab. 3.3.), Klim 2000.shp (obr. 3.4., tab. 3.4.), Obj_pov.shp (obr. 3.5., tab. 3.5.), Zrnitost.shp (obr. 3.6., tab. 3.6.), Pudy.shp (obr. 3.7., tab. 3.7.), Geologie.shp (obr. 3.8., tab. 3.8.), Vrstev.shp (obr. 3.9., tab. 3.9.). Tyto vrstvy poskytl Český hydrometeorologický ústav. Využití programu Arc View 3.2 v této práci je popsáno v kapitole 4.

K dispozici jsem měla data z Českého hydrometeorologického ústavu a Českého geologického ústavu, používala jsem dostupnou literaturu z knihovny Přírodovědecké fakulty UK, z knihovny Českého hydrometeorologického ústavu, z knihovny Stavební fakulty ČVUT a ze Státní technické knihovny. Terénní rekognoskace proběhla na vybraných lokalitách, konkrétně v povodích 3420 a 3070. V terénu jsem strávila celkem 10 dní. Při zpracování dat byl používán programy Arc View 3.2 pro geografickou a geologickou orientaci a Microsoft Excel pro statistické zpracování.

4. Metodika

4.1. Metody pro odhad základního odtoku

Základní odtok je součástí celkového odtoku z povodí. Nejpoužívanější metody pro výpočet základního odtoku vycházejí z odtokových údajů na vodoměrných profilech (hydrogramů), z úrovně hladin podzemních vod v porézní oblasti a srážkových úhrnů.

Celkový odtok z povodí je tvořen (Krásný et al. 1982):

- 1) povrchovým odtokem (ronem), což je voda, která stéká po srážce po povrchu
- 2) hypodermickým odtokem (odtok z pásma aerace)- voda, která se dostává do říčního koryta podpovrchovou zónou, aniž by dosáhla hladiny podzemní vody
- 3) základním odtokem (odtok z pásma nasycení) - ten je tvořen příronem podzemní vody do vodních toků nebo vývěry pramenů

Je velmi složité od sebe oddělit povrchový a hypodermický odtok, proto se většinou rozděluje hydrogram na přímý odtok (hypodermický + povrchový) a základní odtok. Ani oddělení přímého a základního odtoku není jednoduché, metody pro odhad základního odtoku jsou vesměs založeny na jeho nepřímém vyčlenění z odtoku celkového.

V této práci je uveden přehled používaných metod, podrobněji rozepsány a vysvětleny jsou pouze metody, které byly použity k odhadu podzemního odtoku v rámci této práce. Ostatní metody jsou uvedeny s odkazem na původní literaturu.

Metody pro stanovení základního odtoku lze rozdělit do 2 skupin:

- 1) metody statistické
- 2) metody genetické

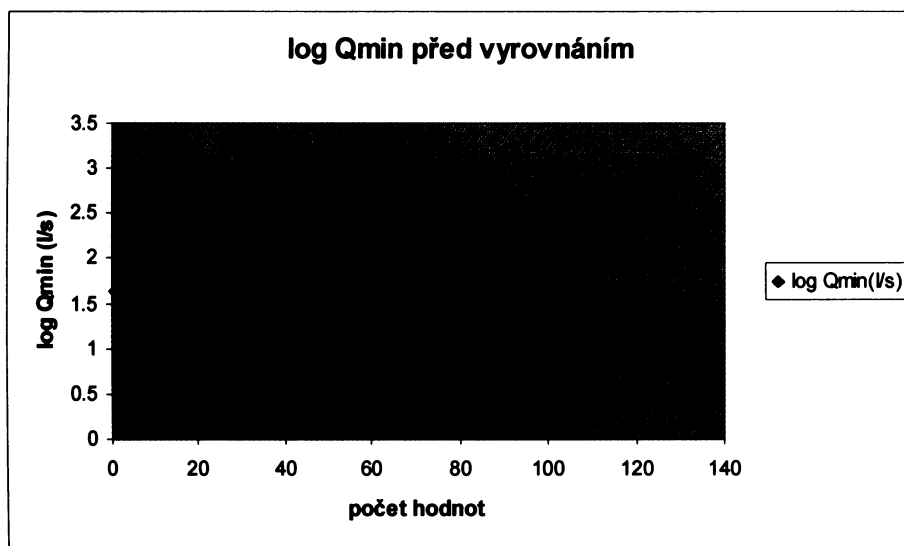
4.1.1. Statistické metody pro odhad základního odtoku

Metody vycházejí z předpokladu, že celkový odtok se blíží základnímu odtoku v období nejmenších průtoků. Tyto metody dávají dlouhodobé průměrné hodnoty základního odtoku.

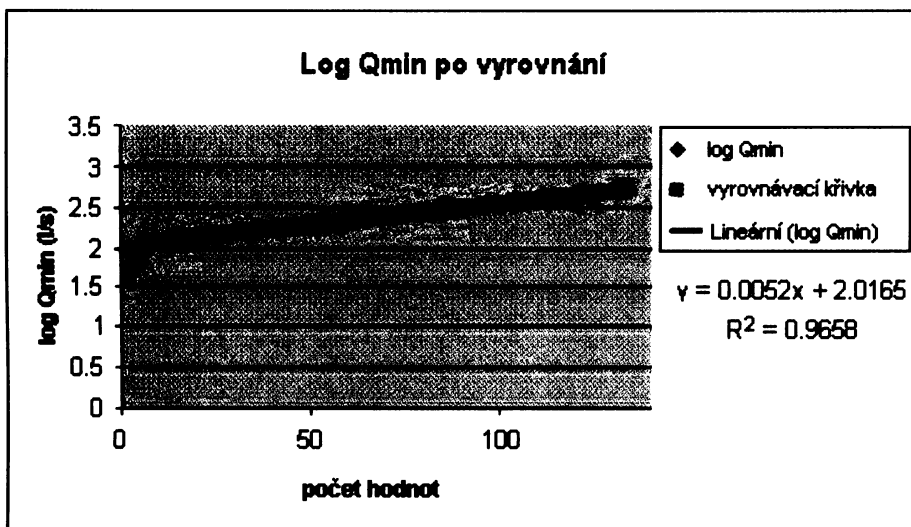
- 1) Metoda minimálních měsíčních průtoků (Kille 1970) - tato metoda vychází z minimálních průměrných denních průtoků v jednotlivých měsících. Řada minim průtoků v každém měsíci

za sledované období se seřadí od nejmenšího po největší a vynese se v semilogaritmickém měřítku (obr. 4.1.). Vznikne křivka, která se proloží přímkou následujícím způsobem:

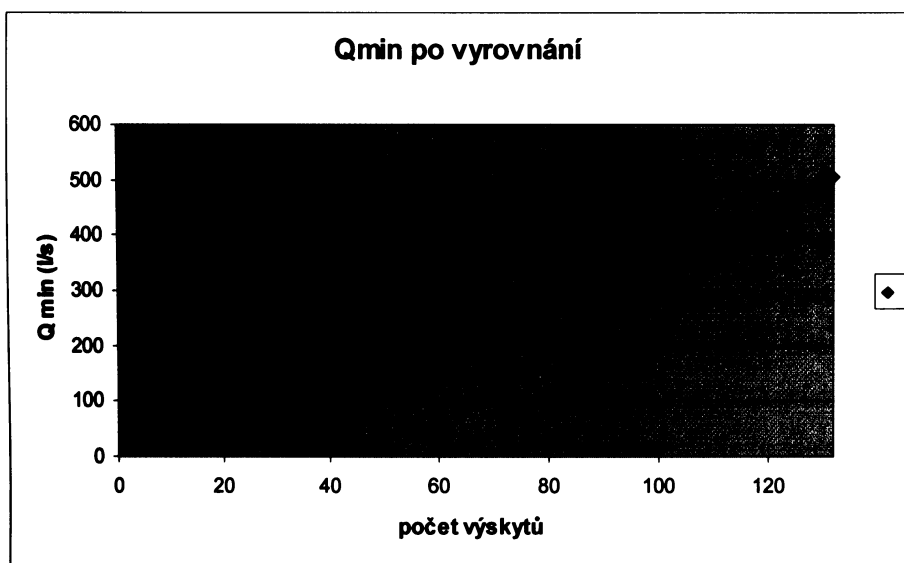
Nejnižších několik hodnot se vezme v úvahu, jako platné hodnoty. Od okamžiku, kdy data začnou tvořit souvislou křivku, aproximuje se spodní část přímkou, která se protáhne i do vyšších hodnot (obr. 4.2.). Tato přímka se pak převedeme do normálního měřítka (po odlogaritmování) a vznikne exponenciála (obr. 4.3.). Ta společně se souřadnicovými osami vymezuje plochu, která charakterizuje celkově odtoké množství. Střední hodnota je pak průměrný základní odtok za zpracovávané období. Tato metoda dává hodnotu průměrného základního odtoku za delší období.



Obr 4.1. Seřazená měsíční minima povrchových odtoků dle velikosti (příklad Killeho metody).

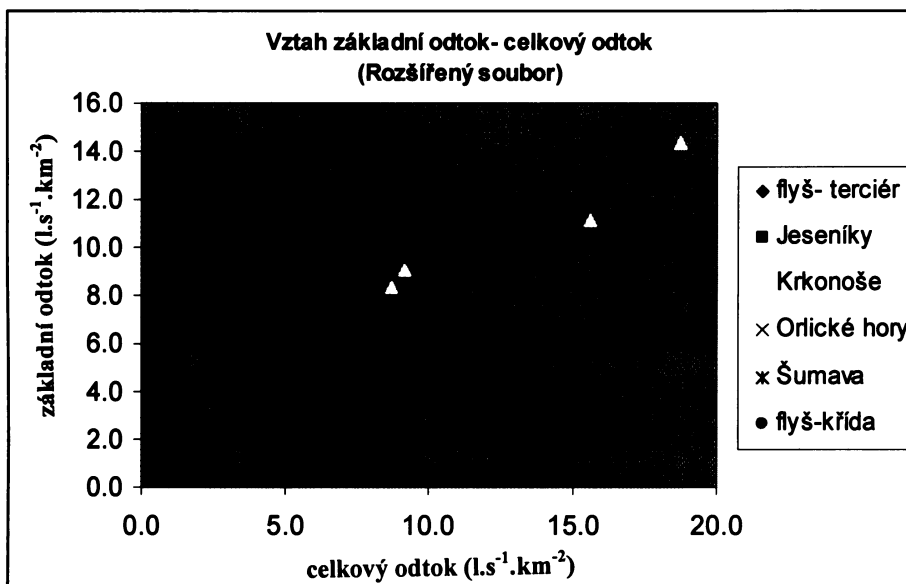


Obr. 4.2. Protažení přímky do vyšších hodnot a tudíž aproximace dalších hodnot (Kille).



Obr. 4.3. Průběh aproximované křivky po odlogaritmování (Kille).

Porovnání základního odtoku spočteného Killeho metodou a mediánu celkového specifického odtoku (celkový odtok dělený plochou povodí) je vidět na obr. 4.4.. Z obrázku 4.4. je patrné, že mezi vyčleněným základním odtokem a celkový odtokem je úzký vztah (zejména ve stejných geomorfologických oblastech).



Obr. 4.4. Závislost mezi celkovým odtokem z povodí a vyčleněným základním odtokem spočteným Killeho metodou (spočtené závislosti ve studovaných povodích).

2) Metoda zpracování průměrných denních průtoků v 30denní kontinuální řadě minimálních odtoků (Castany et al. 1970) - touto metodou se velmi jednoduše odhaduje základní odtok tak, že se v průběhu každého roku vyhledá období s 30 kontinuálně následujícími nejnižšími průměrnými denními průtoky v povrchovém toku. Z nich vyčíslený aritmetický průměr se považuje za průměrný odtok v období nejnižších stavů v příslušném roce. Dlouhodobý střední odtok za nejnižších stavů se určí jako medián výše uvedených průměrných hodnot v jednotlivých letech z desetiletého období. Tato hodnota reprezentuje napájení hydrografické sítě podzemními vodami a tedy odpovídá regionálnímu základnímu odtoku. Tato metoda dává hodnotu průměrného základního odtoku za delší období.

4.1.2. Genetické metody pro odhad základního odtoku

Genetické metody vycházejí z principu tvorby základního odtoku a vyjádření vztahu přímo měřitelných veličin k základnímu odtoku. Umožňují tak výpočet okamžitých hodnot základního odtoku nebo průměru za krátké období (Kessl 1990).

4.1.2.1. Metody vycházející z přímých terénních měření

1) Genetické rozčlenění hydrogramu (Kudelin 1960)

2) Metoda vyčíslení čar poklesu průtoků (Kullman, Petráš 1978)

4.1.2.2. Výpočtové metody

1) Metoda vycházející z průměrné transmisivity a morfologických charakteristik (Krásný, Kněžek 1977). Význam této metody spočívá v tom, že není založena na odtokových údajích, lze ji použít jako kontrolu ostatních metod. Metoda je založena na Darcyho zákonu. Obecně lze Darcyho vztahu použít ke stanovení podzemního průtoku v územích při znalosti střední transmisivity a hydraulického gradientu hladiny podzemní vody, tedy většinou v hydrogeologických pánvích, kde je možno vybrat příčný řez plochou, kterou voda proudí. Této metody však nelze pro ocenění základního odtoku přímo použít v hydrogeologických masivech jako jsou krystalinické a flyšové oblasti vzhledem k jejich členitému reliéfu a velmi variabilnímu hydraulickému gradientu a směrům proudění podzemní vody.

Z toho důvodu byla navržena modifikace Darcyho vztahu pro regionální odhad základního odtoku z prostředí hydrogeologického masívu pomocí dat transmisivity a geomorfologických charakteristik. Oblasti budované puklinovo-zvětralými horninami (hydrogeologický masív) jsou charakteristické specifickými hydrogeologickými podmínkami. Bez ohledu na průběh stratigrafických a petrologických vlastností hornin dochází k proudění podzemní vody především ve zvětralinovém plášti a v zóně připovrchového rozpukání. Mocnost této zóny může být odlišná podle různých typů hornin, ale obecně v Českém masívu nepřesahuje několik desítek metrů. Proudění podzemní vody je zde obvykle lokalizováno a uzavřeno v rozsahu hydrologických povodí.

Modifikovaná forma Darcyho zákona pro vyjádření základního odtoku zní:

$$Q = k \cdot F \cdot I (1) \text{ nebo}$$

$$Q = T \cdot l \cdot I (2), \text{ kde}$$

k je hydraulická vodivost

T transmisivita

F plocha, kterou voda proudí

l délka této plochy

I hydraulický gradient

Pro charakteristiku transmisivity je počítáno se střední (průměrnou) hodnotou, která je platná pro konkrétní petrografický typ hornin. Transmisivita může být vyjádřena indexem transmisivity $Y = \log(10^6 \cdot q)$, kde q je specifická vydatnost, odhadnutá z výsledků čerpacích zkoušek. Použití střední hodnoty je založeno na předpokladu, že ačkoliv místní změny v propustnosti rozpraskaných hornin jsou značné, tak v regionálním významu jisté tendence vedoucí k pravidelným změnám permeability závisí na změnách geologické struktury. Tento předpoklad je uznán jako fakt, že střední hodnota transmisivity různých petrografických typů hornin je rozdílná. Střední hodnota petrograficky stejných hornin v rozdílných oblastech je přibližně stejná. Použití střední hodnoty ve velkých oblastech není v rozporu se skutečností, že základní odtok téměř odráží průměrné vlastnosti přírodního media v dané oblasti.

Odhad hydraulického gradientu hladiny podzemní vody v oblastech budovaných puklinovo-porézními horninami je založen na předpokladu, že v regionálním měřítku je hladina podzemní vody více či méně totožná s průběhem zemského povrchu. Tento předpoklad umožňuje použít geomorfologické charakteristiky vyjadřující střední gradient terénu. Pro odhad průměrného sklonu terénu S lze použít více vztahů, autoři (Krásný, Kněžek) používají Finsterwaldův vztah $S = z/l/P$, kde z je vzdálenost mezi vrstevnicemi a l celá délka vrstevnic v ploše P . Lze použít i jiné metody pro odhad sklonu, např. výpočtem v Arc Gis.

Jelikož se předpokládá, že do řek stéká voda z obou stran říčního koryta, používá se konečný vztah pro výpočet základního odtoku:

$$Q = T \cdot 2D \cdot S, \text{ kde}$$

Q je základní odtok

T je transmisivita

D je délka řek

S je sklon povodí

2) Metoda rozčlenění odtoku při použití tzv. koeficientů dynamičnosti, odvozených z režimu reprezentativních pramenů (Makarenko 1948)

3) Metoda rozčlenění odtoku s využitím režimního pozorování hladiny podzemní vody v reprezentativním vrtu (Kliner, Kněžek 1974)

4.1.2.3. Modelovací metody

1) metoda proudu

2) model Sacramento – CAC-SMA (Sacramento soil moisture accounting model), (Buchtele 1999)

4.2. Metody k zpracování atmosférických srážek

Pro plošné zpracování srážek je nutné interpolovat bodové údaje z klimatologických stanic do plochy. V ČHMÚ se používá metoda k výpočtu srážkového pole (rastru, gridu) na podkladě bodových pozorování srážek a uplatnění regresní závislosti srážkových úhrnů na nadmořské výšce (Šercl, Lett 2002).

Základními vstupními daty jsou:

- 1) bodová pozorování (úhrny) srážek v mm P_i daná souřadnicemi X a Y (např. srážkoměrné stanice) - dále nazývaná vrstva P
- 2) rastr (grid) představující terén v m n.m.- dále nazývaná vrstva H

Smyslem metody je maximálně využít poznatků o změně hodnot srážkových úhrnů s nadmořskou výškou (tzv. orografický efekt), získaných z bodových pozorování o známých souřadnicích a nadmořské výšce a lépe tak odhadnout velikosti srážkových úhrnů na území s menší hustotou těchto pozorování (zejména v horských oblastech). Prostá interpolace bodových pozorování v ploše bez respektování těchto zákonitostí často vede k podhodnocení průměrných srážek v horských oblastech (převažují totiž srážkoměrné stanice v údolních polohách, ve vrcholové lokalitách se srážkoměrné stanice vyskytují méně často).

Základem pro výpočet je uplatnění jednoduchého přímkového vztahu pro výpočet regresní závislosti srážky na nadmořské výšce:

$$P_i = A_i + B_i \cdot H_i, \text{ kde} \quad (1)$$

P_i odvozená výška srážek (mm) v daném bodě či rastrové buňce

A_i, B_i regresní koeficienty

H_i údaj představující nezávisle proměnnou (terén) (m n.m.) a příslušející P_i

Regresní koeficienty A_i , B_i jsou určovány metodou minima čtverců odchylek a standardním způsobem je poté vypočítán koeficient determinace R_i^2 .

Ze zkušeností ČHMÚ je známo, že regresní vztah srážek a nadmořské výšky je velice proměnlivý jak výškově, tak i plošně vzhledem k různým povětrnostním situacím. Vztah (1) je proto vypočítán pro každý bod vrstvy $P_{i\text{poz}}$ (pozorovaný úhrn srážek (mm) ve srážkoměrné stanici) na základě volby 2 parametrů. Prvním parametrem je velikost poloměru kruhového okolí daného bodu, druhým parametrem je minimální počet bodů vrstvy bodových pozorování P , které do regrese musí vstoupit. Pokud v kruhovém okolí bodu $P_{i\text{poz}}$ zadaného poloměru se nachází méně než stanovený minimální počet bodů, velikost poloměru je postupně zvětšována až do splnění této podmínky. Tudiž je-li k dispozici např. 100 bodových měření srážek ve vrstvě P , dostáváme v této fázi výpočtu 100 hodnot koeficientů A , B a R^2 .

Aby bylo možné v bodech pozorování $P_{i\text{poz}}$ ve výsledném srážkovém poli zachovat naměřené hodnoty, je nutné spočítat v každém tomto bodě odchylku O_i (mm) mezi pozorovanou výškou srážek a srážkou získanou dle vztahu (1), tj. $O_i = P_{i\text{poz}} - P_i$.

Hodnoty $P_{i\text{poz}}$, A_i , B_i , R_i^2 a O_i jsou poté interpolovány v ploše metodou univerzálního lineárního krigingu (příp. lineárního krigingu s možností volby parametrů této metody) do vrstev A , B , $R2$ a O (v konvenci označení vztahu (2)).

Výsledný rastr srážek je spočítán na závěr ze vztahu:

$$PV = [R2^{KOR} \cdot ((A + B \cdot H) + O)] + [(1 - R2^{KOR}) \cdot PPOZ], \text{ kde} \quad (2)$$

- PV výsledný rastr srážek (mm)
- A rastr regresního koeficientu A
- B rastr regresního koeficientu B
- R2 rastr koeficientu determinace
- KOR korekční koeficient (implicitně je roven 1, obecně je možné jeho nastavení změnit)

- H rastr představující terén (m n.m.)
- O rastr odchylek pozorovaných srážek a srážek z regresního vztahu (mm)
- PPOZ rastr určený interpolací pozorovaných srážek (mm)

Výsledný rastr srážek je tedy vypočítán jako vážený průměr, kde váhovým koeficientem je hodnota koeficientu determinace R^2 v každé buňce rastru.

Výhoda této metody spočívá v tom, že je flexibilní a určuje regresní vztah srážky a nadmořské výšky vždy aktuálně podle počítané situace.

4.3. Použití programu Arc View 3.2 při výběru povodí

Výběr reprezentativních povodí probíhal v programu Arc View GIS 3.2. Podkladem pro tento program jsou gisové vrstvy. Gisová vrstva je tvořena skupinou souborů, které jako celek tvoří viditelnou vrstvu v programu Arc View. Vrstva se skládá ze souborů Název. shp, Název. shx, Název. dbf, Název.sbn a Název.sbx.

Jednotlivé přípony znamenají:

- dbf- Shapefile attribute table file
- sbn- Spatial index for read- write shapefiles
- sbx- Illustrator Tsume
- shp- Shapefile (image format)
- shx- Shapefile (points)

Na obr. 3.1-3.9. a v tab. 3.1-3.9. jsou zobrazeny vzhledy jednotlivých vrstev a informace, které jsou k dispozici při spuštění programu Arc View 3.2.

Tyto vrstvy se mohou různě překrývat a mohou být s nimi prováděny různé operace, v této práci byly využity zejména operace jako je počítání průměrné hodnoty určitého parametru v daném polygonu, počítání délky liniových obrazců, počítání ploch polygonů, počítání procentuelní zastoupení určitých kategorií v daném polygonu a tvorba gridů z liniových dat.

5. Přehled dosavadních poznatků o porovnávaných hydrogeologických prostředích

5.1. Předchozí publikace

Problematikou základního odtoku se u nás všeobecně zabývali (Krásný et. al 1982), (Kněžek 1988), a (Kněžek, Kessler 2000) a to buď v rámci vývoje a používání metod ke stanovení základního odtoku nebo při tvorbě hydrogeologických map. Detailně se porovnáním základního odtoku z flyšových a krystalinických oblastí se nezabýval nikdo. Krásný et al. (1982) však uvádějí, že pokud srovnáváme flyšové pásmo s dalšími oblastmi, kde se základní odtok vytváří především v přípovrchové zóně zvětralin a rozevřených puklin (zejména s platformou Českého masívu), lze konstatovat při obdobných morfologických, hypsometrických a klimatických poměrech vesměs podstatně nižší hodnoty základního odtoku v oblasti flyše.

5.2. Fyzikálně- geografická charakteristika

Podle Demka (1983) leží vybraná povodí v krystalinických horninách v provincii Česká vysočina, povodí ve flyšových horninách v provincii Západní Karpaty. Dalším stupněm členění jsou subprovincie, v povodí vybrané v této práci patří do Šumavské soustavy, Poberounské soustavy, Krkonoško- jesenické soustavy, a Vnějších západních Karpat.

V dalším textu používáme pro jednoduchost tradičních označení regionů, v nichž se studovaná povodí nacházejí, tedy Krkonoše, Orlické hory, Jeseníky, Šumava a Moravskoslezské Beskydy.

Povodí v Hlavním souboru (vysvětleno v kapitole 6.2.2.) se nachází v nadmořské výšce 700-800 m n. m., jedná se tedy o členité vrchoviny. Povodí v ostatních souborech leží v rozmezí 344 m n. m. – 993m n. m., jedná se tedy o ploché pahorkatiny (200-450 m n. m.), členité hornatiny (450-600 m n. m.), ploché vrchoviny (600-750 m n. m.), členité vrchoviny (750-900 m n. m.), ploché hornatiny (900-1200 m n. m.).

5.3. Klimatické poměry a hydrografické poměry

5.3.1. Klimatické regiony (Quitt E. 1971)

Klimatické jednotky jsou vytvořeny na základě podobných vlastností, co se týče délky trvání, resp. intenzity jednotlivých klimatických charakteristik v jednotlivých ročních obdobích.

Léto je charakterizováno jednak jeho průměrnou délkou podle počtu letních dnů, jeho teplotou podle průměrné teploty v červenci a vlhkostními poměry podle úhrnu srážek ve vegetačním období. Dává se přednost při charakteristice vlhkosti srážkovému úhrnu ve vegetačním období před srážkovým úhrnem v červenci.

Délka přechodného období je charakterizována počtem mrazových dnů, teplotní poměry jara jsou odvozené od průměrné teploty v dubnu a teplotní poměry podzimu jsou odvozené od průměrné teploty v říjnu.

Délka zimního období je charakterizována počtem ledových dnů, intenzita zimy je pak dána průměrnou lednovou teplotou. Pro charakteristiku vodní bilance (vlhkostní poměry) se používá úhrn srážek v zimním období, ten je ale ovlivněn mnoha faktory, např. v jaké formě srážky spadnou.

Převážná část pohraničních hor v české oblasti, v této práci Krkonoše a Šumava, jsou charakterizovány jednotkou CH 7, což značí krátké až velmi krátké, mírně chladné a vlhké léto, dlouhé přechodné období s mírně chladným jarem a mírným podzimem, dlouhou mírnou až mírně vlhkou zimou s dlouhým trváním sněhové pokrývky. Ve vyšších polohách přechází jednotka CH 7 v CH 6, což se projevuje vlhčím létem, chladnějším jarem i podzimem, delší, chladnější a vlhčí zimou. Jsou zde častější srážky. Nejvyšší vrcholy Krkonoš a Šumavy jsou tvořeny jednotkou CH 4, která má chladnější jaro, léto i podzim a delší a citlivěji chladnější zimu než předchozí jednotky.

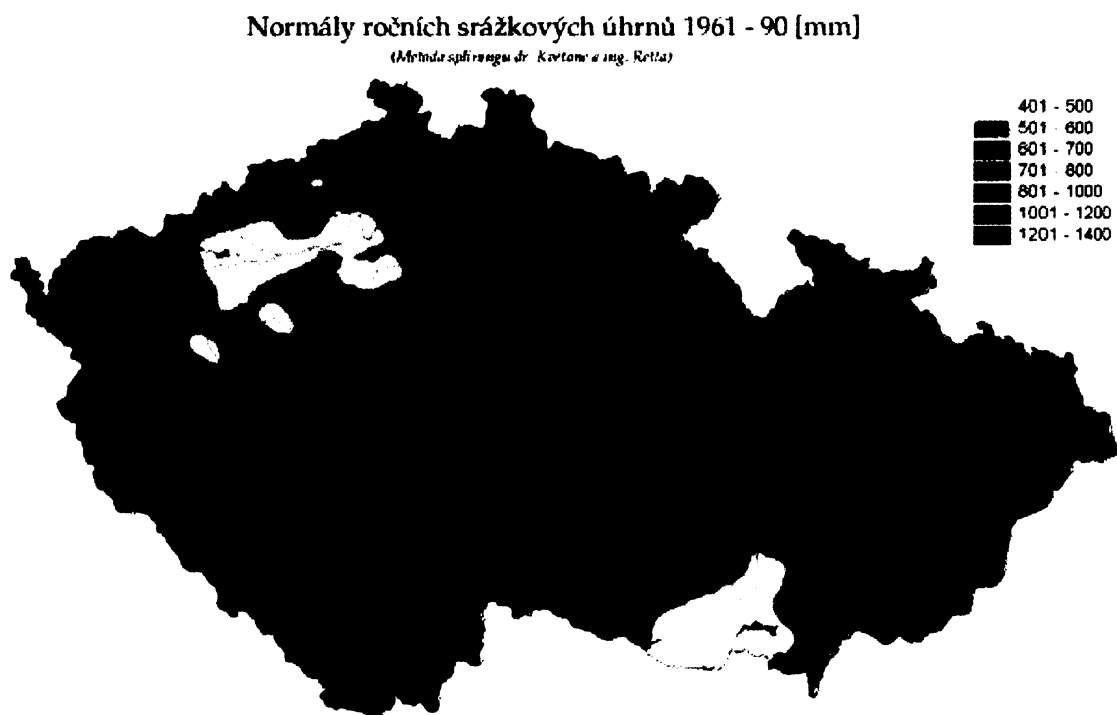
Na Moravě jsou poměry obdobné. V Beskydech přechází jednotka MT 9 přímo v jednotku MT 2 nebo za MT 9 následuje MT 5 a pak až MT 2. Zde má jednotka MT 2 (ve srovnání s touto jednotkou např. na Českomoravské vrchovině) vlhčí léto, kratší přechodné období, delší trvání sněhové pokrývky a častější srážky. Vrcholové partie Nízkého Jeseníku, podhůří Hrubého Jeseníku a Kralického Sněžníku, podhůří Beskyd jsou tvořeny jednotkou CH 7

s krátkým až velmi krátkým, mírně chladným a vlhkým létem, dlouhým přechodným obdobím s mírně chladným jarem a mírným podzimem, dlouhou mírnou, mírně vlhkou zimou s dlouhým trváním sněhové pokrývky. Ve vrcholových partiích Hrubého Jeseníku, Kralického Sněžníku a Beskyd přechází jednotka CH 7 v CH 6 a ta pak v CH 4. Je to tedy obdobný chod jako v Čechách.

Přesnější charakteristika jednotlivých jednotek je uvedena v textové příloze 5.1..

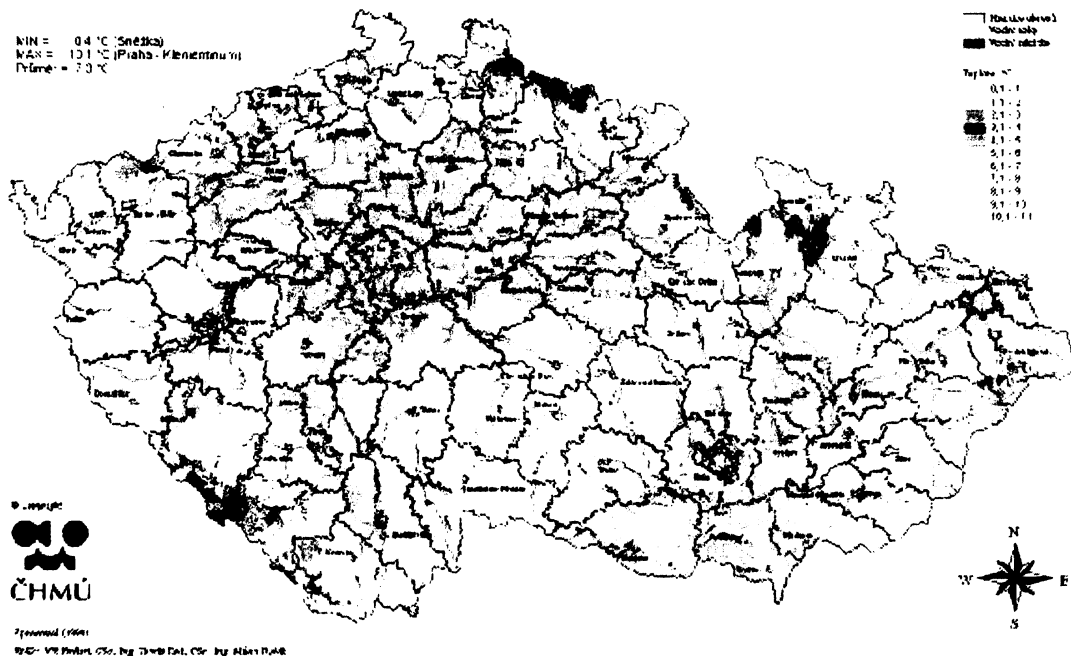
5.3.2. Srážkový a teplotní režim

Srážkový a teplotní režim je vidět z přiložených map (obr. 5.1.) (<http://chmi.cz/meteo/ok/nsrz6190.jpg>) a (obr 5.2.) (<http://chmi.cz/meteo/ok/tr6190w.jpg>).



Obr. 5.1.- Normály ročních srážkových úhrnů v letech 1961-1990 (chmi).

Průměrná roční teplota vzduchu za období 1961-1990 [°C], Česká republika.



Obr. 5.2.- Průměrná roční teplota vzduchu za období 1961-1990 (chmi).

Vybraná povodí leží v oblastech Moravskoslezských Beskyd, Krkonoš, Jeseníků, Orlických hor a Šumavy. Přesnější údaje o průměrných ročních srážkových úhrnech jsou zobrazeny v tabulkách 6.4.-6.6..

5.3.3. Charakteristika povodí

Charakteristika povodí je podrobně popsána v kapitole 6.2.2. a v textové příloze 6.1..

5.3.4. Režim průtoků

Režim průtoků byl zkoumán z důvodu funkčnosti stanic, aby případně byly vyloučeny chybné stanice. Stanice se špatným chodem (např. po delší dobu stejná hodnota) byly ze souborů povodí vyřazeny.

5.4. Geologie

Hlavní pozornost byla věnována oblastem flyše a krystalinika. Tyto oblasti se utvářely v odlišných časových podmínkách, platforma Českého masívu byla vytvořena v období proterozoikum - paleozoikum, flyšová oblast se vytvořila nasunutím Západních Karpat při alpínské orogenezi v mezozoiku (Chlupáč et al. 2002).

5.4.1. Geologický vývoj platformního základu Českého masívu (Mísař 1983)

Český masív vznikl podle Mísaře (1983) během variské orogeneze, jednotlivé oblasti se liší nejen litologickým složením, ale i stupněm deformace. Krystalinické horniny se v Českém masívu vyskytují ve 4 oblastech s odlišným strukturním a geologickým vývojem:

Hlavní geologické oblasti jsou členěny do menších podoblastí:

1) moldanubická oblast:

- a) Moladanubikum sensus strictus - Moldanibikum českého lesa, Strážecké moldanubikum, Západomoravské moldanubikum, Bavarikum = moldanubikum Bavorského lesa, Moldanibikum Šumavy a jižních Čech, Moldanubický pluton, Středočeský pluton, Ostrovní zóna
- b) Kutnohorsko-svratecká oblast - Kutnohorské kystalinikum, Svratecké krystalinikum, Ohebské krystalinikum

2) tepelsko- barrandiénská oblast:

Barandiénské proterozoikum, Barandiénské paleozoikum, Tepelské krystalinikum, Domažlické krystalinikum, Podhořanské krystalinikum a Chvaleticko-sovulské proterozoikum, Hlinská zóna, Poličské krystalinikum, Letovické krystalinikum, Chrudimské paleozoikum, Ranský masív, Západočeský pluton, Západočeské bazické magmatity, Svatokřížský masív, Železnohorský pluton

3) sasko-durynská oblast:

- a) Krušnohorská oblast - Krušnohorské krystalinikum, Smrčinské krystalinikum, Vogtlandsko - saské paleozoikum, Karlovarský pluton

b) Lugická oblast - Labské břidličné pohoří, Krkonošsko-jizerské krystalinikum, Orlicko-kladské krystalinikum, Novoměstské krystalinikum, Zábřežské krystalinikum, Staroměstské krystalinikum, Krkonošsko-jizerský pluton, Lužický pluton

4) moravsko-slezská oblast

Oblasti, ve kterých leží vybraná povodí, jsou podrobněji popsány v textové příloze 5.2..

5.4.2. Geologický vývoj flyšového pásma Karpat (Chlupáč et al. 2002)

Flyšové pásmo je charakterizováno příkrovovou stavbou, v průběhu sedimentace docházelo k střídavému usazování písčitých a jílovitých sedimentů mezozoického až terciárního stáří. Příkrovy byly na sebe nasouvány směrem od centra pohoří k periférii ve směru od JV k SZ. Násunové plochy jsou mírné, příkrovy leží nad sebou. Rozlišujeme 2 skupiny příkrovů:

- a) magurská skupina příkrovů - nachází se v Bílých Karpatech, Javorníkách, Hostínsko-Vsetínské vrchovině, Chřibech. Skládá se z jednotek račanská (stáří spodní křída - spodní oligocén), bystrická (paleocén - eocén) a bělokarpatská (svrchní křída - eocén).
- b) Vnější skupina příkrovů - zde se vyskytují převážně horniny flyšového rázu, ale lze zde spatřit i neflyšové horniny, jako jsou vápence, sility. Skládá se z jednotek předmagurská, slezská (stáří jura-oligocén, v Moravskoslezských Beskydách), zdounecká, podslezská, ždánická a pouzdřanská.

Rozdělení flyšové zóny je zobrazeno na obr. 5.3..



Obr. 5.3.- Rozdělení flyše na křídovou (výrazná zelená barva) a terciární část (hnědá barva).

5.5. Půdní poměry

Jednotlivé typy půd vyskytující se ve vybraných povodích jsou vidět na obr. 3.6..

Jednotlivé zrnitostní třídy vyskytující se ve vybraných povodích jsou zobrazeny na obr. 3.7. a popsány v tabulce 5.1..

Tab. 5.1.- Popis jednotlivých půdních druhů (Jonáš, Peroutková 1997) (použita klasifikace dle Nováka).

Gisová třída	Označení půdního druhu	zrnitostní třída	%Podíl jílnatých částic (pod 0,01mm)	Označení zeminy
1	lehká půda	1	Pod 20	Písčitá/ hlinitopísčitá
2	lehčí střední půda	2	20-30	Písčitohlinitá
3	střední půda	3	30-45	Hlinitá
4	těžší střední půda	4	45-60	Jílovitohlinitá
5	těžká půda	5	Nad 60	Jílovitá/ jíl
chybí	sídla, vodní plochy, rašeliniště			

5.6. Hydrogeologické poměry

5.6.1. Platformní základ Českého masívu (Krásný 2000)

Krystalinikum jako hydrogeologický masív se vyznačuje hydrogeologickou stejnorodostí i přes odlišnou litologii. K proudění podzemní vody dochází převážně v přípovrchové zóně zvětralin a rozevřených puklin do hloubky asi 50 m. Tato zóna je rozhodující pro vznik základního odtoku. K proudění ve hlubších zónách dochází v intenzivně zkrasověných oblastech a v oblastech výrazných poruchových zón se zvýšenou propustností. (Krásný 1982)

Pro tuto oblast je typická infiltrace v celé ploše oblasti a k drenáži dochází buď v úrovni erozních bazí nebo drenáží do povrchových toků. Hladina podzemní vody je volná nebo jen mírně napjatá, většinou je v malé hloubce pod terénem, to závisí na morfologii a propustnosti hornin. Průměrná transmisivita je v řádu 10^{-5} m²/s.

Průměrná hodnota koeficientu transmisivity mnohých typů krystalinických a flyšových hornin je velmi blízká, avšak je mnoho geologických faktorů, které ovlivňují distribuci transmisivity v krystaliniku a ve flyši (vertikální zonálnost). V krystaliniku Českého masívu se rozlišují 3 velikostní řády nehomogenit:

1) lokální pukliny a puklinové zóny - v přípovrchové zóně jsou zřejmé nepravidelné změny propustnosti a vodivosti. Je to zřejmé v různých faktorech a hydraulických parametrech v mělkých studnách vrtaných (i kopaných) ve stejných horninách. Tyto odlišnosti jsou vidět na několika řádech velikosti transmisivity. Pozitivní a negativní anomálie v tomtéž prostředí se mohou značně lišit. Pozitivní anomálie mohou indikovat preferenční zóny proudění podzemní vody, což je důležité pro uvážení možnosti vývoje podzemní vody a transportu kontaminace.

2) nehomogenity středního měřítka = sub-regionální nehomogenity - ve srovnání s většími oblastmi rozdíly v T a propustnosti klesají, jestliže se nevyskytují větší nehomogenity (tektonicky postižené oblasti nebo údolí řek). V oblastech stejného hydrogeologického prostředí jsou regionálně převládající hodnoty podobné - označujeme je jako hydrogeologické pozadí. Transmisivita pozadí v Českém masívu je charakterizována jednotkami m²/den až 10m²/den. Tyto hodnoty odpovídají transmisivitě 3. a 4. třídy. Příčinou růstu transmisivity pozadí směrem vzhůru je více či méně nepravidelné rozpukání, značící regionální rozdíly

v transmisivitě projevující se kvůli přítomnosti nehomogenit většího měřítka. Tyto nehomogenity (středního měřítka) obvykle přísluší:

a) tektonicky silně postiženým oblastem - 2 oblasti z jižních Čech přísluší tektonicky postiženým oblastem; jsou reprezentovány převládající transmisivitou skoro o 1 řád vyšší ve srovnání s okolními oblastmi - s hydrogeologickým pozadím. Jako pozitivní anomálie mohou být důležité pro vývoj podzemní vody v krystalinickém prostředí. Anomálie a hluboko uložené zlomy umožňují termálním a minerálním vodám vzestupné proudění.

b) pásům s regionálně větší transmisivitou kolem údolí řek.

Jiné signifikantní sub-regionální rozdíly ve velikosti transmisivity jsou výsledkem srovnávání statistického vzorku hodnot transmisivity ze studní umístěných v odlišných pozicích:

- topografických
- morfologických
- hydrogeologických

V oblastech Českého masívu jsou odhadovány 2 - 4,5x vyšší hodnoty v oblastech drenáže (údolí) než v oblastech infiltrace (pohoří).

3) nehomogenity v regionálním měřítku - objevují se regionální tendence převažující porosity krystalických hornin. Na rozdíl od geologické a petrologické podobnosti neovulkanická aktivita postihla odlišné části odlišným stupněm intenzity. Od rozmezí neogén/paleogén zintenzivněla vulkanická aktivita po předcházejícím dlouhotrvajícím mezozoickém peneplenizačním režimu. Během intervalu miocén - recent byl v některých oblastech zformovaný nízký reliéf přeměněn do hornatin. Regionální rozložení transmisivity odráží intenzitu neotectonické aktivity - v oblastech s malou neotectonickou aktivitou jsou hodnoty převládající transmisivity nízké, stoupají do oblastí s vyšší aktivitou. Výsledkem mohou být v některých oblastech rozdíly v převládající transmisivitách až více než 1 řád.

Lze vysledovat převažující transmisivitu v odlišných druzích krystalinických hornin. Oblasti budované krystalickými vápenci mají větší transmisivitu asi o půl nebo 1 řád, než jejich okolní krystalické horniny. Relativně vyšší propustnost by mohla být očekávána v oblastech budovanými vyvřelými a metamorfovanými horninami. V oblastech s výskytem granitů a fylitů jsou rozdíly v propustnostech malé. I přes rozdíly v transmisivitě různých typů hornin

vliv litologického složení nemůže být značný. Malé rozdíly v propustnosti a transmisivitě, které jsou dané odlišnou petrologickou charakteristikou, jsou maskovány rozpukáním hornin, což je příčinou velkých rozdílů.

5.6.2. Flyšové pásmo Karpat

K proudění podzemní vody dochází převážně v přípoверхové zóně zvětralin a rozevřených puklin do hloubky asi 50m

Flyšové pásmo má tyto základní faciální vývoje: drobně rytmické střídání břidlic a pískovců, flyšový vývoj s převahou břidlic, flyšový vývoj s převahou pískovců, arkózové a drobové slepence s vložkami jílovců. Flyšové sedimenty jsou porušeny řadou zlomů a vrásových systémů.

Propustnost flyšových sedimentů závisí na množství a mocnosti poloh pískovců a slepenců, na jejich rozpukání a tektonickém porušení (Krásný 1982). Pískovce a slepence mívají dobrou puklinovou až průlinovo-puklinovou porositou a za předpokladu dostatečné dotace mohou akumulovat dosti značná množství podzemní vody.

Velikost základního odtoku se tedy mění v závislosti na geologické stavbě. Tam, kde převládají propustnější pískovce a slepence a infiltraci srážkových vod nebrání prakticky nepropustné polohy jílovců a břidlic, je základní odtok vyšší než v území, kde převládají jílovce a břidlice.

5.7. Dosavadní odhady základního odtoku

5.7.1. Platformní základ Českého masívu (Krásný et al 1982)

V následující kapitole jsou uvedeny dosavadní hodnoty základního odtoku získaného Killeho metodou.

Průměrná hodnota koeficientu transmisivity mnohých typů hornin je velmi blízká. Z tohoto důvodu hlavní vliv na základní odtok mají klimatické a morfologické poměry. V oblasti s velkou nadmořskou výškou je větší intenzita srážek a větší vertikální členitost, což je hlavní pro intenzivní a plynulou tvorbu základního odtoku.

Extrémně vysoký základní odtok byl zjištěn v řadě vrcholových povodí Jizerských hor, Krkonoš a Hrubého Jeseníku. V Krkonoších např. v povodích Modrý potok (Modrý důl) $15,5 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$, Kamenice (Josefův Důl) $13,6 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$, Mumlava (Janov) $13,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$. Směrem do podhůří klesá základní odtok na $5-7 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ i níže. Zvýšený základní odtok byl stanoven v oblasti lužického žulového masívu (Mandava - Varnsdorf) $4,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$.

V Jeseníkách např. Telčský potok (Staré město pod Sněžníkem) $12,1 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$, Divoká Desná $11,3 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$, z vrcholové oblasti Hrubého Jeseníku se odtok zmenšuje všemi směry, k nejnápadnějšímu snížení hodnot dochází v povodí Opavy na Krnovsku na $1-2 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$, zřejmě v souvislosti s poklesem srážek ($600-700 \text{ mm}$). Na většině území Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů lze charakterizovat základní odtok jako střední - Odra (Odry) $2,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$.

V nejvyšší části Orlických hor byl základní odtok oceněn jako velmi vysoký - Divoká Orlice (Kláštepec nad Orlicí) $8,3 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ s postupným poklesem na zvýšený v nižších nadmořských výškách - Dědina (Chábory) $4,2 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$. Na většině území Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů lze charakterizovat základní odtok jako střední - Odra (Odry) $2,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$.

Na Šumavě je velmi vysoký základní odtok. Teplá a Studená Vltava ve stanici Lenora mají spočítaný základní odtok $8,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ a Černý Kříž $8,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$. Ještě vyšší základní odtok (vůbec nejvyšší v ČR) – extrémně vysoký byl stanoven v povodí horní Otavy Vydra, a to $15,3 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ a Křemelná $13,7 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$. V nižších částech Šumavy je základní odtok klasifikován jako zvýšený.

5.7.2. Flyšové pásmo Karpat (Krásný et al 1982)

Hodnoty základních otoků ve flyšových oblastech jsou dány především petrologickým složením - přesněji poměrem zastoupení hrubších pískovců a slepenců a jemnějších a méně propustných jíílů a břidlic.

Velikost základního odtoku závisí především na klimatických podmínkách, které určují množství srážek a velikost evapotranspirace. Srážkové úhrny se pohybují v rozpětí od 550 mm do 1400 mm .

Vzhledem k pestrosti sedimentace flyšových souvrství, různému rozpukání hornin i značné variabilitě srážek se základní odtok může od místa k místu výrazně měnit. V regionálním měřítku se však tyto rozdíly stírají.

Vysoké hodnoty základního odtoku byly zjištěny v Moravskoslezských Beskydech, přesahujících nejvyššími vrcholy 1000 m n. m., při srážkových úhrnech 1000 -1400 mm a průměrných teplotách 4-7°C. V řadě případů přesahuje základní odtok 5,0 l.s⁻¹.km⁻² (vodoměrná stanice Jablůnkov, Ostravice, Šance). Z oblasti výskytu uvedených maximálních hodnot se specifický základní odtok snižuje k severu. Směrem k Ostravě naznačují poměrně pozvolnější pokles hodnoty pro mezipovodí Ostravice pod Šancemi - vysvětlení by mohly nabízet výskyty fluvio-glaciálních uloženin na severních svazích Moravskoslezských Beskyd. K jihu a jihovýchodu do povodí Kysuce a dalších pravostranných přítoků Váhu v oblasti Javorníků a Bílých Karpat klesá základní odtok na 2-3 l.s⁻¹.km⁻². Nejvýraznější pokles specifického základního odtoku z centrální části Moravskoslezských Beskyd nastává směrem k jihozápadu - naznačují to hodnoty získané v jednotlivých povodích Rožnovská Bečva (Rožnov pod Radhoštěm) - 4,3 l.s⁻¹.km⁻², Vsetínská Bečva (Vsetín) 3,2 l.s⁻¹.km⁻², Bratřejovka (Vizovice) 2,8 l.s⁻¹.km⁻², Olšava (Kunovice) 1,9 l.s⁻¹.km⁻², Velička (Strážnice) 1,9 l.s⁻¹.km⁻². Zmíněnou poklesovou tendenci hodnot základního odtoku klademe do souvislosti se zmenšením nadmořské výšky a z toho vyplývající změny morfologických poměrů, hlavně však se snížením srážkových úhrnů 600-900 mm (povodí Olšava a Velička) a zvýšením průměrných ročních teplot 6-9 °C (povodí Olšava a Velička). Vůbec nejnižší základní odtok v celém flyšovém pásmu byl zjištěn v Chříbském a Ždánickém lese s maximálními nadmořskými výškami 400-600 m n. m., průměrným ročním srážkovým úhrnem 550-700 mm a průměrnou roční teplotou 8-9 °C, a to v Kyjovce (Kyjov) 1,3 l.s⁻¹.km⁻² a Trkmance (Bořetice) 0,9 l.s⁻¹.km⁻².

6. Provedené práce

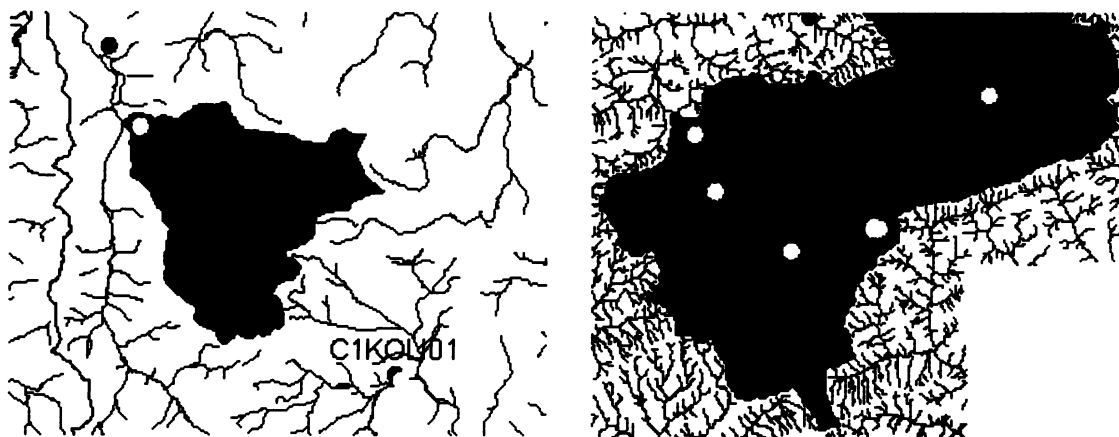
6.1. Příprava a úprava dat

Základem zpracování této práce se stal počítačový program ArcView 3.2, pomocí jehož byla připravena data pro další statistická vyhodnocení. Vybrání povodí vhodných pro další zpracování bylo založeno na použití těchto vrstev: Cr_rozv.shp, Cr_vtoky.shp, Nadr200.shp, Klim 2000.shp, Obj_pov.shp, Zrnitost.shp, Pudy.shp, Geologie.shp, Vrstev.shp (obr. 3.1.-3.9., tab. 3.1.- 3.9.).

Data průměrných měsíčních srážek a denních průtoků poskytl Český hydrometeorologický ústav. Časové řady nebyly vždy úplné, což ovlivnilo i následný výběr povodí.

Pokud jde o časové řady průměrných měsíčních srážek, byla chybějící data dopočítávána, a to konkrétně pomocí mediánu. Dupočtení pomocí mediánů (nikoli průměrů) bylo zvoleno k vyloučení vlivu extrémních hodnot.

Takto byly doplněny pouze hodnoty průměrných měsíčních srážek, u denních průtoků byly vybírány pouze kompletní řady. Domnívám se totiž, že chyba vzniklá dupočtením chybějící hodnoty srážek není nijak velká, a to hned ze dvou důvodů. Za prvé přesnost měření v horských oblastech není větší než 80 % (vyplývá to ze ztížených možností měření horizontálních srážek- Kessler 2005, ústní sdělení), za druhé byly hodnoty srážek dupočítávány do celé plochy povodí pomocí gridovací metody doporučené ČHMÚ (Šercl, Lett 2002), tudíž nastává zkreslení hodnot už použitím této metody. Tato metoda řeší problém, kdy v daném povodí není žádná srážkoměrná stanice, nebo naopak v jednom povodí bylo je stanic hned několik (obr. 6.1.) a bylo by otázkou, jak tato data zpracovávat..



Obr. 6.1.- Možný výskyt klimatických stanic v povodí (světle modrá barva). Červené body jsou klimatické stanice, žluté body jsou vodoměrné stanice.

Pokud jde o časové řady denních průtoků, bylo důležité vybrat vhodné období tak, aby časové řady byly kompletní. Nakonec jsem se rozhodla pro výpočet základních odtoků použít Killeho metodu. Toto rozhodnutí je odůvodněno v kapitole 6.3.1.. Pro vyhodnocení základního odtoku Killeho metodou je nutné zpracovávat alespoň desetiletí, což byla v poskytnutých datech nejvyšší možná doba, aby nemusely být chybějící hodnoty statisticky dopočítávány. Jako reprezentativní desetiletí jsem vybrala rok 1985 -1995, pracovala jsem s kalendářním rokem, ne s hydrologickým z důvodu delší časové řady. U několika povodí se na začátku hydrologického roku 1985 neměřilo, musel by být proto celý hydrologický rok vynechán, zatím co na začátku kalendářního roku se již měřilo, takže mohla být tato povodí v kalendářním roce zpracována. Období 1985 -1995 jsem vybrala z důvodu, aby byly přibližně stejné srážkové úhrny a výsledky nebyly ovlivněné extrémními povodněmi v Čechách a na Moravě, které byly v různém období (na Moravě 1997, v Čechách 2002). Také data v tomto období byla nejúplnější: před rokem 1985 ještě nebyly některé stanice sledovány, naopak po roce 1995 bylo mnoho vodoměrných stanic mimo provoz v důsledku poškození povodněmi.

6.2. Výběr povodí

6.2.1. Způsob výběru povodí

S ohledem na cíl diplomové práce se výběr orientoval na povodí ležící v krystalinických oblastech a ve flyšové zóně.

Základní myšlenkou výběru bylo nalézt v různých regionech co nejvíc společných klimatických a hypsometrických charakteristik, jako jsou nadmořská výška, srážkové úhrny, plochy a sklony povodí. Pokud by se v takto vybraných povodích vyskytly větší změny v základních odtocích v jednotlivých oblastech, zabývala bych se pak konkrétním vlivem.

Setkala jsem se s problémem, kdy v Beskydech (flyšová zóna) s nejvyšší horou Lysou Horou ve 1323 m leží vrcholová povodí v průměrné výšce 700-800m, nad touto výškou jsou povodí s existujícími údaji jen ojedinělá. Naopak v Krkonoších, v Jeseníkách a na Šumavě (krystalinické oblasti) jsou povodí s disponibilními daty ve výškách větších. Z toho vyplývá, že pokud jsou povodí vybírána ve stejných nadmořských výškách, dochází k tomu, že mají povodí v krystalinických oblastech větší plochu a menší skony. Tudíž nemohly být vybrány povodí ve všech ohledech srovnatelných podmínkách; abych tedy mohla porovnat velikost odtoku ve flyšových a krystalinických oblastech, rozhodla jsem se pro hlavní kritérium - nadmořskou výšku vzhledem k předpokladu, že srážkové úhrny jsou závislé na nadmořské výšce a že hodnoty základních odtoků jsou závislé na srážkových úhrnech.

6.2.2. Vybraná povodí

Vytvořila jsem „Hlavní soubor“; ten je tvořen povodími v krystalinických a flyšových oblastech, která se nacházejí v nadmořské výšce 700 – 800 m n. m. Do Hlavního souboru se dostala všechna povodí, která splňovala podmínku nadmořské výšky, velikosti plochy, úplnosti časové řady celkového odtoku a příslušnosti k oblasti tvořené flyšovými nebo krystalinickými horninami (tab. 6.1, obr. 6.2.). Je nutné uvést, že povodí 0235 není měřené v celém období 1985- 1995, ale pouze v období 1990- 1995. I přesto bylo použito z důvodu širšího porovnání krystalinika (kapitola 6.3.3). Na Hlavním souboru byla diplomová práce zadána.

Tab. 6.1.- Povodí v Hlavním souboru.

Beskydy	2790	Čeladná - Čeladenka	Flyšová zóna
	2810	Uspolka - Morávka	
	2820	Uspolka - Nytrová	
	2830	Slavič – Slavič	
	2850	Raškovice - Mohelnice	
	3850	Solanec – potok Leští	

	2961	Horní Lomná - Lomná	
Šumava	1390	Kolinec - Ostružná	Krystalinikum
Jeseníky	3420	St. město p. Sněž. - Telčský potok	
	3070	Žulová - Stříbrný potok	
	2581	Mnichov - Černá opava	
	2690	Rýmařov - Podolský potok	
Krkonoše	3220	Bílý potok - Smědá	
Orlické hory	0235	Orlické Záhoří - Divoká Orlice	

Z práce (Krásný et al. 1982) vyplývá, že hodnoty základního odtoku v prostředí hydrogeologického masívu jsou závislé na nadmořské výšce, a že vliv hornin v dané geologické oblasti je minimální. Proto jsem výběr povodí rozšířila i do nižších či vyšších nadmořských výšek, abych dostala větší rozptyl srážek a abych mohla potvrdit či vyloučit zásadní vliv srážek na základní odtok. Vznikl tak „Rozšířený soubor“, ve kterém jsou právě povodí i v jiných nadmořských výškách. Do Rozšířeného souboru se dostala všechna povodí, která splňovala podmínku příslušnosti k oblasti budované flyšovými nebo krystalinickými horninami a úplnost časové řady (tab. 6.2., obr. 6.3.). I zde je nutno uvést, že povodí 1816 a 1827 nejsou měřena v celém sledovaném období, konkrétně v případě povodí 1816 od 1.11.1985, v případě povodí 1827 od 1.11.1988.

Tab. 6.2.- Povodí v Rozšířeném souboru.

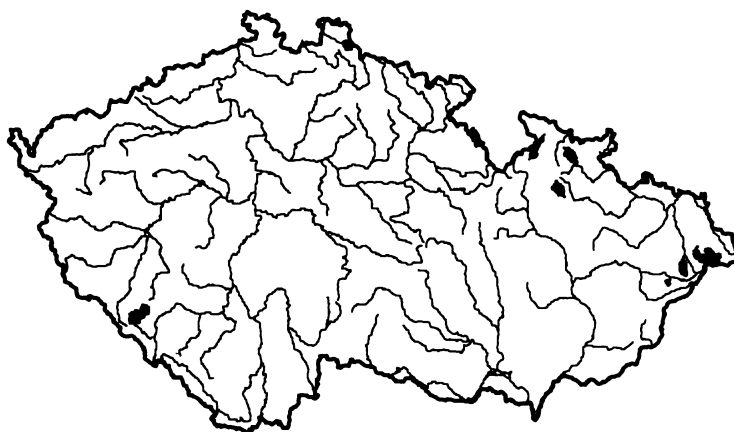
Beskydy	2790	Čeladná - Čeladenka	
	2810	Uspolka – Morávka	
	2820	Uspolka – Nytrová	
	2830	Slavič – Slavič	
	2850	Raškovice - Mohelnice	
	3850	Solanec - potok Leští	
	2961	Horní Lomná - Lomná	
	2500	Šenov - Nový Jičín - Jičínka	
	2905	Horní Domaslavice - Lučina	
	2960	Jablunkov – Olše	
	2980	Jablunkov – Lomná	
	2990	Český Těšín – Baliny - Olše	
	3001	Řeka – Ropičanka	
	3700	Velké Karlovice - Vsetínská Bečva	
	3740	Kychová – Kychovka	
	3760	Zděchov – Zděchovka	
	3790	Vsetín - Vsetínská Bečva	

	3790	Vsetín - Vsetínská Bečva	
	3860	Rožnov pod Radhoštěm- Rožnovská Bečva	
	3870	Krásno - Rožnovská Bečva	
	3880	Kelč – Juhyně	
Orl. Hory	0235	Orlické Záhoří - Divoká Orlice	Krystalinikum
	0240	Klášteřec nad Orlicí - Divoká Orlice	
	0300	Rychnov nad Kněžnou - Kněžná	
Krkonoše	3220	Bílý potok - Smědá	
	3230	Frýdlant v Čechách - Smědá	
	3231	Frýdlant v Čechách - Řásnice	
	3250	Předlánce - Bulovský potok	
Šumava	1390	Kolinec - Ostružná	
	1413	Sudslavice - Volyňka	
	1417	Bohumilice - Spůtka	
	1809	Stará Lhota - Úhlava	
	1816	Sobětice - Mochtínský potok	
	1820	Klatovy - Úhlava	
	1827	Slavíkovice - Poleňka	
Jeseníky	2612	Karlovice - Opava	
	3041	Zlaté Hory - Zlatý potok	
	3070	Žulová - Stříbrný potok	
	3420	Staré město pod Sněžníkem- Telčský potok	
	3430	Habartice - Krupá	
	2581	Mnichov - Černá Opava	
	2690	Rýmařov - Podolský potok	

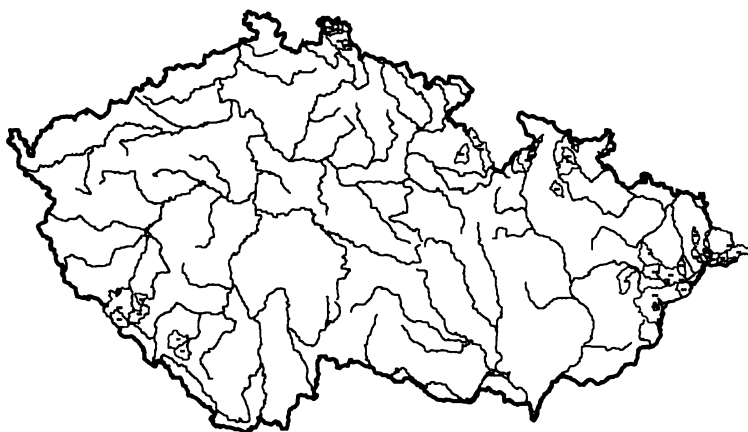
V předchozích 2 skupinách není zohledněn sklon povodí. Vlivem sklonu jsem se zabývala z přesvědčení, že má vliv na velikost infiltrované srážkové vody. Jiná infiltrace bude na rovné ploše, kde bude infiltrace srážkové vody značně převládat nad odtokem vody po povrchu, jiná infiltrace bude na skloněné ploše, kde bude převládat odtok vody po povrchu nad její infiltrací. Pro toto posouzení byla vybrána nová povodí s průměrným sklonem na povodí v rozmezí 10-15°. Průměrný sklon povodí byl získán pomocí programu Arc View 3.2., konkrétně z vrstvy Vrstevnice.shp. Pro toto posuzování jsem musela vybrat nový soubor povodí „Soubor - sklony“. Do „Souboru-sklony“ se dostala všechna povodí, která splňovala podmínku příslušnosti k oblasti budované flyšovými nebo krystalinickými horninami, úplnosti časové řady a sklonu oblasti (tab. 6.3., obr. 6.4.).

Tab. 6.3.- Povodí v Souboru – sklony.

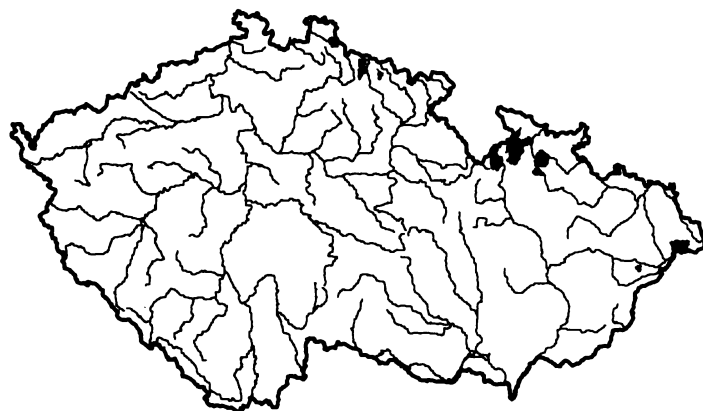
Jeseníky	3440	Jindřichov - Branná	Krystalinikum
	3120	Lipová Lázně - Staříč	
	2600	Ludvíkov - Bílá Opava	
	3070	Žulová - Stříbrný potok	
	2670	Karlov - Moravice	
	2590	Železná - Střední Opava	
	3420	Staré město pod Sněžníkem- Telčský potok	
Orlické hory	3410	Vlaské - Morava	
Krkonoše	3220	Bílý potok - Smědá	Flyšová zóna
	0031	Černý důl - Čistá	
	0850	Dolní Štěpanice - Jizerka	
Beskydy	3850	Solanec - potok Leští	
	2810	Uspolka - Morávka	
	2820	Uspolka - Nytrová	
	2961	Horní Lomná - Lomná	



Obr. 6.2.- Lokalizace povodí Hlavní soubor.



Obr. 6.3.- Lokalizace povodí Rozšířený soubor.



Obr. 6.4.- Lokalizace povodí Soubor- sklony.

Detailnější lokalizace zkoumaných povodí v rámci České republiky jsou zobrazeny na obr. 6.17.- 6.20. v příloze. Popis říční a urbanistické sítě a ve zkoumaných povodích je uveden v textové příloze 6.1..

Hydrografické charakteristiky toků, povodí a říční sítě vybraných povodí:

V následujících tabulkách (tab. 6.4.- 6.6.) jsou popisné údaje k všem zpracovávaným povodím.

Tab. 6.4.- Geomorfologické, klimatologické a geometrické charakteristiky povodí v Hlavním souboru.

oblast	č. stanice	výška (m n.m.)	sklon	srážky (mm/rok)	délka toků (km)	plocha (km ²)
flyš (křída)	2790	777.962	13.8858	1103.9257	48.2520	31.11
	2810	768.6999	12.4687	1192.9796	45.8831	22.1
	2820	781.8848	14.9254	1189.2559	31.7275	18.96
	2830	801.5425	17.47	1170.6294	13.6132	16.26
	2850	738.2418	16.1064	1198.0969	43.4382	35.2
	2961	741.3838	14.7831	1067.6553	41.7584	19.69
flyš (terciér)	3850	704.542	12.5636	1013.7204	24.4213	10.26
krystalinikum	1390	755.7321	6.2625	926.5587	125.6443	91.16
	3420	794.6719	11.3911	1009.4486	33.2374	21.93
	3070	706.8795	12.4881	917.3596	28.2169	21.5
	2581	794.4745	9.113	917.5761	57.1219	51.46
	2690	854.7392	8.3743	838.0799	61.9830	50.67
	3220	800.4133	11.3032	1250.7683	35.2091	26.13
	0235	789.0674	6.4624	1291.7704	128.2167	45.02

Tab. 6.5.- Geomorfologické, klimatologické a geometrické charakteristiky povodí v Rozšířeném souboru- v povodích 2960 a 2990 není délka řek (červená barva) kompletní, povodí zasahuje částečně na Slovensko, které gisové vrstvy nezahrnují což může mít vliv na pozdější počítání hustoty říční sítě.

oblast	č. stanice	výška(m n.m.)	sklon	srážky(mm/rok)	délka toků(km)	plocha(km ²)
flyš (terciér)	3850	704,542	12,5421	1013,7204	24,4213	10,26
	2500	386,4951	6,1496	787,2813	121,8895	94,29
	3700	745,4058	12,2732	846,1690	139,957	68,47
	3740	633,5915	12,5158	864,4290	9,8276	4,15
	3760	596,9250	11,1754	864,2514	5,35917	4,18
	3790	592,4383	10,8860	871,3785	927,12678	505,78

	3860	630,1122	11,2458	1006,5782	283,274	159,26
	3870	559,5730	9,7545	946,1675	432,19441	253,07
	3880	443,6386	6,6716	680,0043	155,48648	86,46
flyš (křída)	2790	777,962	14,5426	1103,9257	48,2520	31,11
	2810	768,6999	13,1984	1192,9796	45,8831	22,1
	2820	781,8848	14,2142	1189,2559	31,7275	18,96
	2830	801,5425	17,5183	1170,6294	13,6132	16,26
	2850	738,2418	15,9851	1198,0969	43,4382	35,2
	2961	741,3838	14,4377	1067,6553	41,7584	19,69
	2905	398,1481	4,8861	913,5958	46,13416	26,07
	2960	582,6212	7,2426	960,9008	140,0505	92,45
	2980	671,9666	12,1265	1040,6774	135,62487	70,46
	2990	555,9442	9,3747	1018,7083	652,152	383,6
	3001	549,9651	10,9100	1016,1934	20,41989	12,12
krystalinikum	0235	789,0674	6,4631	1291,7704	128,2167	45,02
	0240	709,1134	6,6321	1129,9193	343,83093	155,15
	0300	495,2338	5,2018	918,8445	96,60618	76,39
	3220	800,4133	11,3279	1250,7683	35,2091	26,13
	3230	581,5063	7,9491	1057,4573	186,66221	132,43
	3231	385,7862	2,6755	820,2525	37,14417	30,38
	3250	343,8184	2,8986	740,8030	35,9339	39,97
	1390	755,7321	6,2423	926,5587	125,6443	91,16
	1413	882,3332	7,3972	841,3447	57,9592	79,97
	1417	808,1136	6,4250	822,4252	80,45095	103,94
	1809	821,3085	11,7136	1106,8315	114,40807	81,12
	1816	540,9200	6,7114	713,1611	35,23548	33,72
	1820	616,1600	7,2963	861,2161	436,4307	338,78
	1827	549,6686	5,6101	718,3196	5,8639	9,5
	2612	856,9372	10,9689	953,6601	156,96365	151,29
	3041	601,1428	9,8539	799,5728	23,64579	21,5
	3070	706,8795	12,4044	917,3596	28,2169	21,5
	3420	794,6719	11,3658	1009,4486	33,2374	21,93
	3430	752,5305	10,3828	992,2939	164,5065	109,49
	2581	794,4745	8,9983	917,5761	57,1219	51,46
2690	854,7392	8,3783	838,0799	61,9830	50,67	

Tab. 6.6.- Geomorfologické, klimatologické a geometrické charakteristiky povodí v Souboru-sklony.

oblast	č.stanice	výška(mn.m.)	sklon	srážky(mm/rok)	délka toků(km)	plocha(km ²)
flyš (terciér)	3850	704,5420	12,5636	1013,72	24,421	10,2600
flyš (křída)	2810	768,7578	13,2095	1192,98	45,883	22,1000
	2820	784,2301	14,2013	1189,26	31,727	18,9600
	2961	741,3838	14,4455	1067,66	41,758	19,6900
krystalinikum	3440	772,8302	10,7632	922,57	113,825	90,2800
	3120	700,6522	11,4686	915,53	41,975	34,0000
	2600	929,8723	11,7443	968,19	23,326	23,5000
	3070	706,9701	12,3919	917,36	28,216	21,5000
	2670	992,7717	13,1325	920,01	23,423	20,5900
	2590	937,0859	13,1508	1020,31	58,265	54,2800
	3420	792,9960	11,3472	1009,45	33,237	21,9300
	3410	786,0654	11,3733	962,25	121,602	96,1500
	3220	798,1641	11,3411	1250,77	35,209	26,1300
	0031	933,8083	12,5765	1288,73	16,258	6,5400
0850	833,0483	13,3583	1130,74	94,832	44,8600	

6.3. Výsledky studia

6.3.1. Odhad základního odtoku a jeho porovnání při použití různých metod

K výpočtu základního odtoku jsou v ČHMÚ užívány postupy rozčlenění hydrogramu, metoda Killeho, metoda Kliner-Kněžkova. V současné době je v ČHMÚ užíván zejména postup Kliner-Kněžkův, doplněný metodami separace hydrogramu (Kněžek, Kessler, 2000).

Tato práce je postavena na použití Killeho metody. Killeho metoda byla zvolena z důvodu, že metoda Kliner-Kněžek je podle zkušeností ČHMÚ nejspolehlivější při výběru povodí o velikosti od 100 do 300 km². Protože vybraná povodí jsou vrcholovými povodími, mají velikost od 4,15 km², většina povodí je menších než 100 km², jen několik povodí má větší rozsah (až 505 km²). Killeho metoda je vhodná pro statistické zpracování z důvodu poskytování dlouhodobých průměrných hodnot základního odtoku.

Pro zpracování základního odtoku v této práci byla použita také metoda zpracování průměrných denních průtoků v 30denní kontinuální řadě minimálních odtoků (Castany, 1970).

Tato metoda dává nižší výsledky než Killeho metoda, lze však říci, že trend v kolísání hodnot vystihuje stejně.

Dále byla použita pro stanovení základního odtoku metoda vycházející z průměrné transmisivity a morfologických charakteristik (Krásný, Kněžek 1977). Na výpočtu touto metodou jsem spolupracovala s Ing. Stanislavem Čurdou a Doc. Zbyňkem Hrkalem v rámci tvorby závěrečné zprávy grantu GAČR 205/03/0468 "Vliv geologických podmínek na dynamiku vodního režimu v povodích Českého masivu". Hlavním problémem bylo získání průměrné hodnoty transmisivity v jednotlivých povodích. Průměrné hodnoty sklonu povodí a celkové délky řek byly získány pomocí programu Arc View GIS 3.2. Pro stanovení hodnot transmisivity byly k dispozici bodové informace ze 764 vrtů, přičemž problémem se stal rozptyl hodnot, který byl v některých povodích až 5 řádů. Z těchto bodových údajů vybral Ing. Čurda reprezentativní objekty, z nichž se pak stanovil průměrný koeficient transmisivity.

Killeho metodou (tab. 6.7.-6.9.) jsou vyhodnocena povodí v Hlavním souboru, Rozšířeném souboru a Souboru- sklony. Castanyho metodou (tab. 6.7. a 6.9.) jsou vyhodnocena povodí v Hlavním souboru a v Souboru – sklony. Metodou Krásný – Kněžek (tab.6.8) jsou vyhodnocena povodí v Rozšířeném souboru. Jelikož v souborech Hlavní soubor a Soubor-Sklony nebyla použita metoda Krásný- Kněžek (spolupráce s Ing. Čurdou a Doc. Hrkalem se týkala pouze povodí z Rozšířeného souboru), byla v těchto souborech použita jako druhá (kontrolní) metoda Castanyho metoda.

Výsledky metody Killeho představují soubor dlouhodobých charakteristik. Podle některých autorů dávají nadsazené hodnoty základního odtoku, což ale pro vzájemné porovnávání nehraje roli.

Tab. 6.7.- Hodnoty základních odtoků v Hlavním souboru spočtených Killeho a Castanyho metodou.

oblast	číslo stanice	název	Kille ($l.s^{-1}.km^{-2}$)	Castany ($l.s^{-1}.km^{-2}$)	srážky (mm/rok)
flyš- křída	2790	Čeladná- Čeladenka	8.13	4.67	1103.93
flyš- křída	2810	Uspolka- Morávka	9.50	5.49	1192.98
flyš- křída	2820	Uspolka- Nytrová	8.97	5.22	1189.26
flyš- křída	2830	Slavíč- Slavíč	13.28	5.57	1170.63
flyš- křída	2850	Raškovice- Mohelnice	10.28	5.67	1198.10
flyš- křída	2961	Horní Lomná- Lomná	6.09	4.62	1067.66

flyš- terciér	3850	Solanec- potok Leští	4.39	2.72	1013.72
Orlické hory	0235	Orlické Záhoří-Divoká orlice	11.33	5.33	1291.77
Krkonoše	3220	Bílý potok- Smědá	14.35	11.26	1250.77
Šumava	1390	Kolinec- Ostružná	6.23	3.97	926.56
Jeseníky	3420	St. město p. Sněžníkem	12.04	6.64	1009.45
Jeseníky	3070	Žulová- Střibrný potok	8.51	5.25	917.36
Jeseníky	2581	Mnichov- Černá opava	10.07	6.45	917.58
Jeseníky	2690	Rýmařov- Podolský potok	9.14	5.76	838.08

Tab. 6.8.- Hodnoty základních odtoků v Rozšířeném souboru vypočítaných Killeho metodou a metodou Krásný-Kněžek.

oblast	DBC	lokalita stanice - vodní tok	odtok KK			odtok Ki	srážky
			qh_s	qh_min	qh_max	qz kille	S (mm/rok)
				(l.s ⁻¹ .km ⁻²)		(l.s ⁻¹ .km ⁻²)	
flyš -křída	2790	Čeladná - Čeladenka	7.22	5.41	19.85	8.10	1104
flyš -křída	2810	Uspolka - Morávka	8.77	6.58	24.11	9.50	1193
flyš -křída	2820	Uspolka - Nytrová	7.61	5.71	20.93	9.00	1189
flyš -křída	2830	Slavič - Slavič	4.69	3.52	12.91	13.30	1171
flyš -křída	2850	Raškovice - Mohelnice	6.31	4.73	17.36	10.30	1198
flyš -křída	2961	Horní Lomná - Lomná	2.05	1.53	5.63	6.10	1068
flyš -křída	2905	Horní Domaslavice - Lučina	2.77	2.08	7.61	7.20	914
flyš -křída	2960	Jablunkov - Olše	3.51	2.63	9.66	6.70	961
flyš -křída	2980	Jablunkov - Lomná	7.47	5.60	20.54	6.30	1041
flyš -křída	2990	Ropice - Olše	5.10	3.83	14.03	5.10	1019
flyš -křída	3001	Řeka - Ropičanka	5.88	4.41	16.18	8.60	1016
flyš -terciér	2500	Šenov - Jičinka	2.54	1.91	7.00	3.20	787
flyš -terciér	3700	Velké Karlovice - Vsetínská Bečva	2.00	1.00	5.02	3.70	846
flyš -terciér	3740	Kychová - Kychovka	2.36	1.18	5.93	2.90	864
flyš -terciér	3760	Zděchov - Zděchovka	1.14	0.57	2.87	2.60	864
flyš -terciér	3790	Vsetín - Vsetínská Bečva	1.59	0.80	3.99	3.50	871
flyš -terciér	3850	Solanec - potok Leští	3.31	1.19	5.97	4.40	1014
flyš -terciér	3860	Rožnov p. Radh. - Rožn. Bečva	2.52			4.00	1007
flyš -terciér	3870	Krásno - Rožnovská Bečva	2.10			3.20	946
flyš -terciér	3880	Kelč - Juhyně	19.20			3.50	680
Orlické hory	0235	Orlické Záhoří - Divoká Orlice	1.88	0.15	24.30	11.30	1292
Orlické hory	0240	Kláštepec nad Orlicí - Divoká Orlice	1.50	0.12	19.40	11.40	1130
Orlické hory	0300	Rychnov nad Kněžnou - Kněžná	0.67	0.05	8.68	7.20	919
Jizerské hory	3220	Bílý Potok - Smědava	9.65	0.77	15.30	14.40	1251
Jizerské hory	3230	Frydlant v Čechách - Smědava	7.09	0.56	11.23	11.10	1057
Jizerské hory	3231	Frydlant v Čechách - Řásnice	6.54	3.27	9.81	9.10	820
Jizerské hory	3250	Předlánce - Bulovský potok	5.21	2.61	7.82	8.30	741

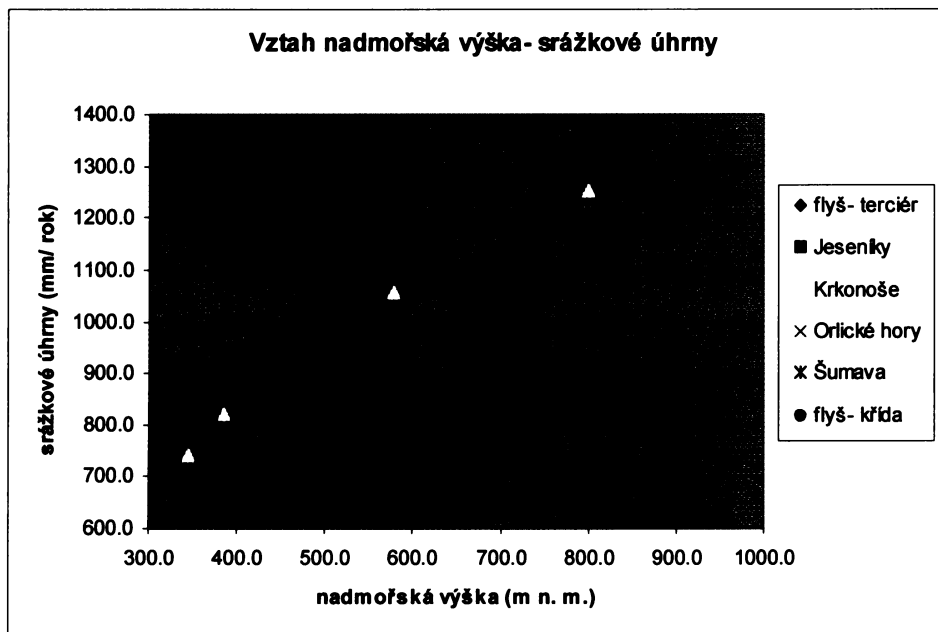
Šumava	1390	Kolinec - Ostružná	2.24	0.62	8.09	6.20	927
Šumava	1413	Sudslavice - Volyňka	1.39	0.39	5.04	5.40	841
Šumava	1417	Bohumilice - Spůlka	1.29	0.36	4.67	5.90	822
Šumava	1809	Stará Lhota - Úhlava	4.30	1.19	15.53	8.40	1107
Šumava	1816	Sobětice - Mochtínský potok	1.82	0.50	6.59	3.40	713
Šumava	1820	Klatovy - Úhlava	2.44	0.68	8.84	5.40	861
Šumava	1827	Slavkovice - Poleňka	0.90	0.25	3.26	4.40	718
Jeseníky	2612	Karlovice - Opava	1.16	0.09	15.02	10.60	954
Jeseníky	3041	Zlaté Hory - Zlatý potok	0.52	0.16	15.61	11.80	800
Jeseníky	3070	Žulová - Stříbrný potok	0.78	0.25	23.44	8.50	917
Jeseníky	3420	Staré Město p. Sněž. - Telčský p.	1.34	0.48	3.79	12.00	1009
Jeseníky	3430	Habartice - Krupá	1.22	0.44	3.43	10.40	992
Jeseníky	2581	Mnichov - Černá Opava	2.20	0.32	14.38	10.10	918
Jeseníky	2690	Rýmařov - Podolský potok	2.25	0.33	14.76	9.10	838

Tab. 6.9.- Hodnoty základních odtoků v Souboru - sklony spočtených Killeho a Castanyho metodou.

oblast	číslo stanice	název	Kille ($l.s^{-1}.km^{-2}$)	Castany ($l.s^{-1}.km^{-2}$)	srážky (mm/rok)
flyš- křída	2810	Uspolka- Morávka	9.50	5.49	1192.98
flyš- křída	2820	Uspolka- Nytrová	8.97	5.22	1189.26
flyš- křída	2961	Horní Lomná- Lomná	6.09	4.62	1067.66
flyš- terciér	3850	Solanec- potok Leští	4.39	2.72	1013.72
Orlické hory	3410	Vlaské- Morava	10.09	7.04	962.25
Krkonoše	3220	Bílý potok- Smědá	14.35	11.26	1250.77
Krkonoše	0031	Černý důl- Čistá	15.44	10.60	1288.73
Krkonoše	0850	Dolní Štěpanice- Jizerka	9.38	8.30	1130.74
Jeseníky	3440	Jindřichov- Branná	10.57	7.45	922.57
Jeseníky	3120	Lipová lázně- Staříč	13.65	7.85	915.53
Jeseníky	2600	Ludvíkov- Bílá opava	11.15	7.06	968.19
Jeseníky	3070	Žulová- Stříbrný potok	8.51	5.25	917.36
Jeseníky	2670	Karlov- Moravice	6.65	4.18	920.01
Jeseníky	2590	Železná- Střední Opava	10.87	5.67	1020.31
Jeseníky	3420	Staré město pod Sněžníkem	12.04	6.64	1009.45

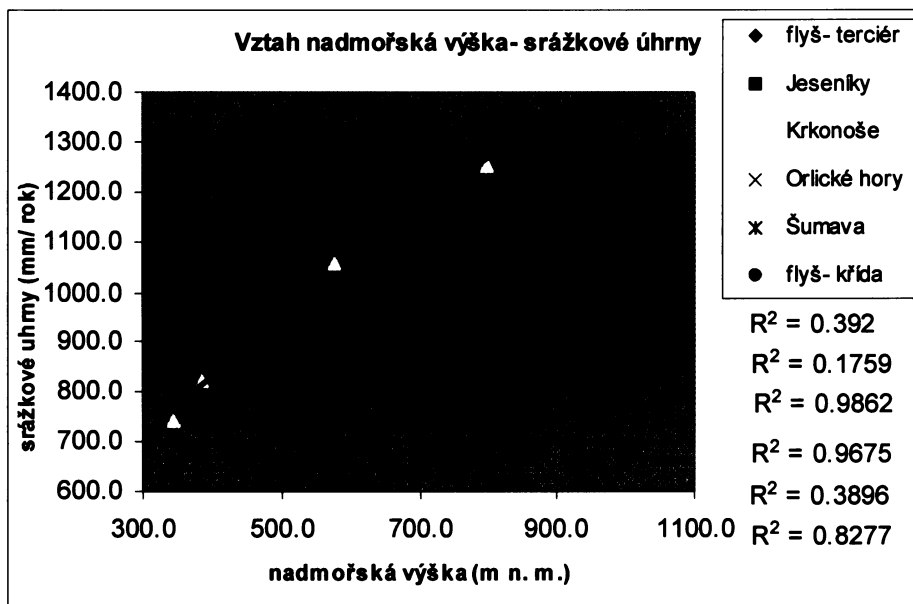
6.3.2. Výpočet základního odtoku v testovaných povodích se stejnou nadmořskou výškou a interpretace výsledků

Byla vyšetřována korelace mezi hodnotami srážkových úhrnů a nadmořskou výškou (obr. 6.5. a 6.6.). Obecně platí předpoklad, že s rostoucí nadmořskou výškou rostou hodnoty srážkových úhrnů.



Obr. 6.5.- Závislost srážkových úhrnů na nadmořské výšce (mezi všemi povodími).

Jak je z obrázku 6.5. patrné, neprokázala se těsnější korelace mezi nadmořskou výškou a hodnotami srážkových úhrnů, pokud budeme uvažovat tuto korelaci mezi všemi povodími dohromady. Koeficient korelace je v tomto případě pouze 0,2886.



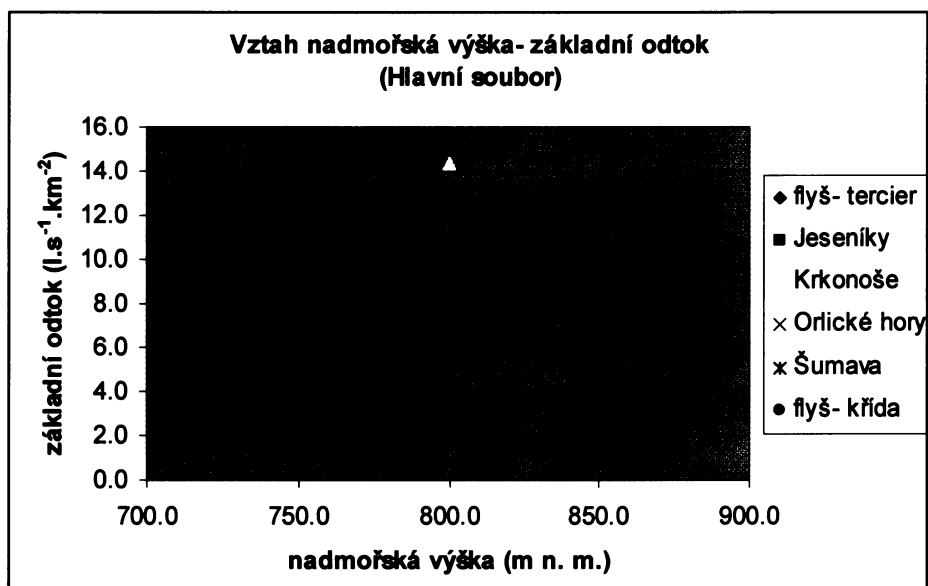
Obr. 6.6. Závislost srážkových úhrnů na nadmořské výšce v jednotlivých geomorfologických oblastech.

Z obrázku 6.6 je patrné, že pokud budeme uvažovat korelaci pouze mezi povodími ležících ve stejných geomorfologických oblastech, dostaneme korelační koeficienty v rozmezí 0,1759 – 0,9862. Variabilita korelačních koeficientů je příliš vysoká na to, aby se dalo striktně předpokládat, že vyšší nadmořská výška se rovná vyšší srážky.

Velkou roli v hodnotách ročních srážkových úhrnů hraje orientace povodí vzhledem k převládajícímu větru v České republice a tedy směru dopadu srážek. Tato orientace povodí je patrná z obrázků 6.21.-6.25.. Převládající směr proudění větru a tedy i dopadu srážek je SZ-JV, tudíž povodí, ve kterém řeky tečou na SZ, mají větší srážkové úhrny než povodí, ve kterém řeky tečou na JV.

Vzhledem k závislosti orientace povodí na srážkových úhrnech a ze zjištění takovéto variability koeficientu korelace nelze tedy obecně vyvozovat jednoznačnou závislost mezi nadmořskou výškou a srážkovými úhrny. Proto jsem v jednotlivých regionech přistoupila k hodnocení závislosti základního odtoku na hodnotách srážkových úhrnů.

Vztah mezi hodnotami základního odtoku a nadmořskou výškou je vidět na obr. 6.7. a 6.8..

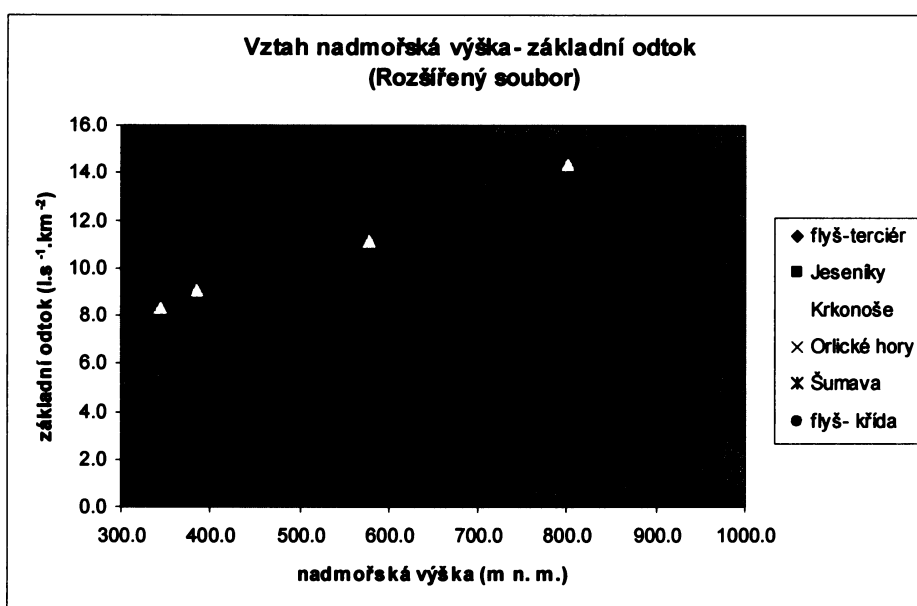


Obr. 6.7.- Závislost základního odtoku na nadmořské výšce v Hlavním souboru.

Z obrázku 6.7. je patrné, že ve stejných nadmořských výškách jsou nižší hodnoty základního odtoku z flyšových oblastí než z krystalinických.

Dále se ukazuje, že flyšovou zónu lze rozdělit na 2 oblasti dle odlišných hydrogeologických vlastností. Jednu skupinu tvoří starší, křídový flyš, který vykazuje vyšší hodnoty základního odtoku. Ve druhé skupině je mladší, terciérní flyš. Po takovém to rozdělení flyšové zóny na 2 oblasti ale ve skupině mladšího flyše zbývá v hlavním souboru jen jedno povodí, takže nelze učinit věrohodný závěr, co se týče porovnání hodnot základního odtoku.. Je to způsobeno tím, že mladší flyš leží v nižších nadmořských výškách.

Jelikož se ukázalo, že hlavní soubor nemá potřebnou vypovídací hodnotu, v dalších úvahách se pracuje pouze s Rozšířeným souborem (případně se Souborem- sklony, kapitola 6.3.4.).



Obr. 6.8.- Závislost základního odtoku na nadmořské výšce v Rozšířeném souboru.

Z obr. 6.8., znázorňujícím data rozšířeného souboru lze věrohodněji prokázat odlišné poměry v různě starých oblastech flyšové zóny, tedy celkově nižší hodnoty základního odtoku z terciérního (paleogenního) flyše vzhledem k oblastem ostatním.

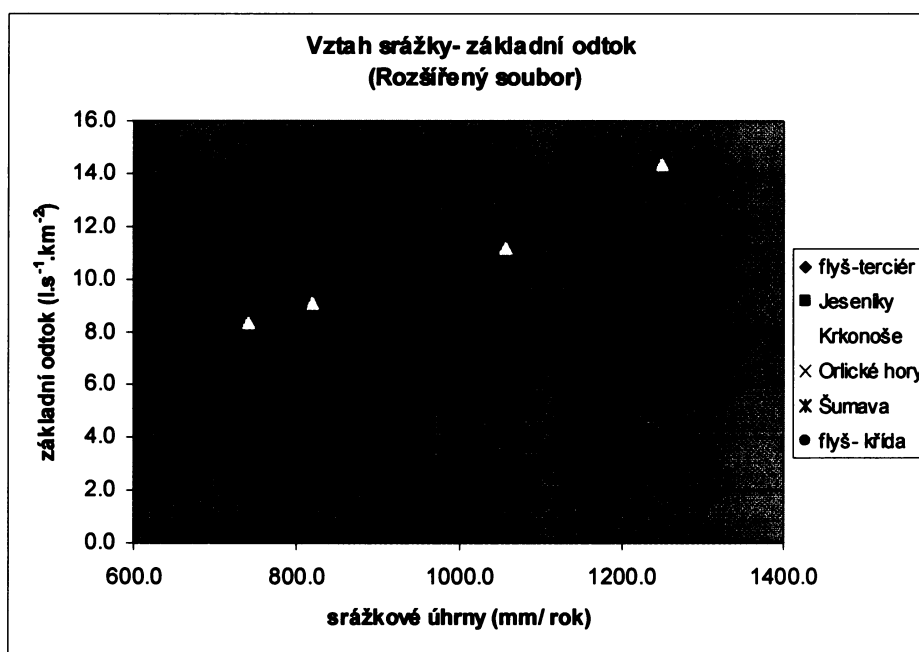
Neprojevují se zásadnější rozdíly mezi základním odtokem z krystalinických oblastí a z křídových flyšových oblastí.

Dále by se dalo usuzovat, že v terciérních flyšových oblastech není taková závislost mezi základním odtokem a nadmořskou výškou. Například u povodí v Krkonoších je patrný

rostoucí trend hodnot základního odtoku, v terciérních flyšových povodí se trend jeví spíše konstantní. Mezi povodím s průměrnou nadmořskou výškou 386 m n. m. a povodím s průměrnou nadmořskou výškou 745 m n. m. je rozdíl v základních odtocích pouze $1,75 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$.

6.3.3. Výpočet základního odtoku v testovaných povodí se stejným srážkovým úhrnem a interpretace výsledků

Vztah mezi hodnotami základního odtoku a srážkovým úhrnem je vidět na obr. 6.9. .



Obr. 6.9.- Závislost základního odtoku na srážkových úhrnech v Rozšířeném souboru.

Z grafu je patrné, že při stejné hodnotě srážek jsou hodnoty základního odtoku z terciérních flyšových oblastí nižší než z krystalinických a křídových flyšových oblastí.

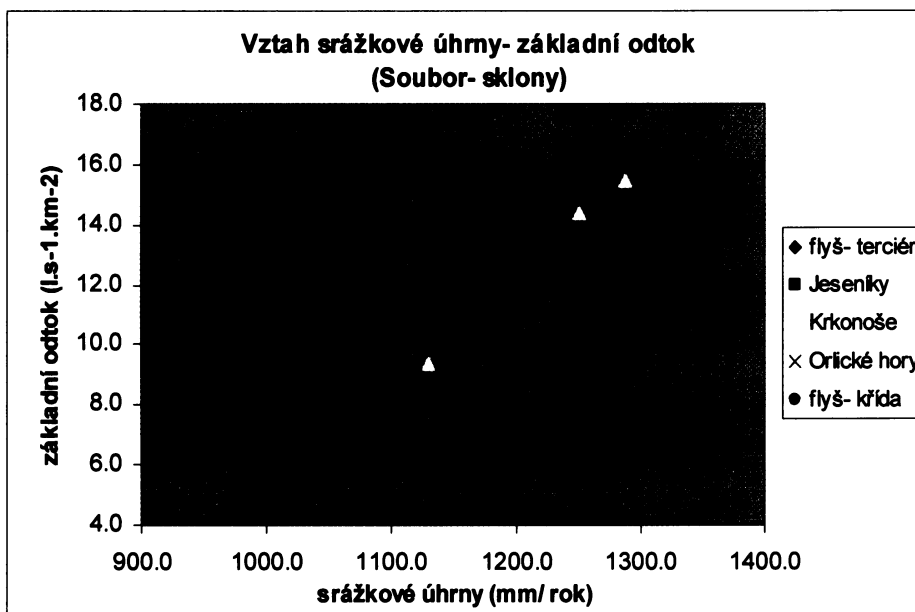
I zde je vidět, že se v terciérním flyši neprojevuje velká závislost základního odtoku na srážkových úhrnech. Naopak v povodích v ostatních oblastech se stoupající trend projevuje ještě zřetelněji.

Dále je možno v obr. 6.9. vyčlenit skupiny povodí ležících ve stejných geomorfologických oblastech. Povodí ležících např. v Jeseníkách mají mezi sebou užší vztah, než při porovnání těchto povodí např. s povodími ležících na Šumavě. Přitom povodí ležících na Šumavě mají mezi sebou opět úzký vztah. Právě z tohoto důvodu, aby bylo reprezentativně zastoupeno krystalinikum, byla začleněna i povodí, která neměřila celou sledovanou dobu (1985-1995).

Protože jsem zjistila v oblastech terciérního flyše nižší základní odtoky, zabývala jsem se příčinou tohoto jevu. Vlivy na základní odtok jsem analyzovala za pomoci modifikace Darcyho vzorce (Krásný-Kněžek 1977) $Q = T \cdot 2D \cdot S$, kde Q je základní odtok, T je transmisivita, D je délka řek a S je sklon povodí. Proto jsem dále zkoumala, jaký bude rozptyl hodnot základních odtoků v povodích se stejným sklonem a se stejnou délkou řek. Dále jsem předpokládala, že významným vlivem by mohl být půdní pokrýv.

6.3.4. Výpočet základního odtoku v testovaných povodí se stejným průměrným sklonem a interpretace výsledků

Vztah mezi hodnotami základního odtoku a srážkovým úhrnem je vidět na obr. 6.10..



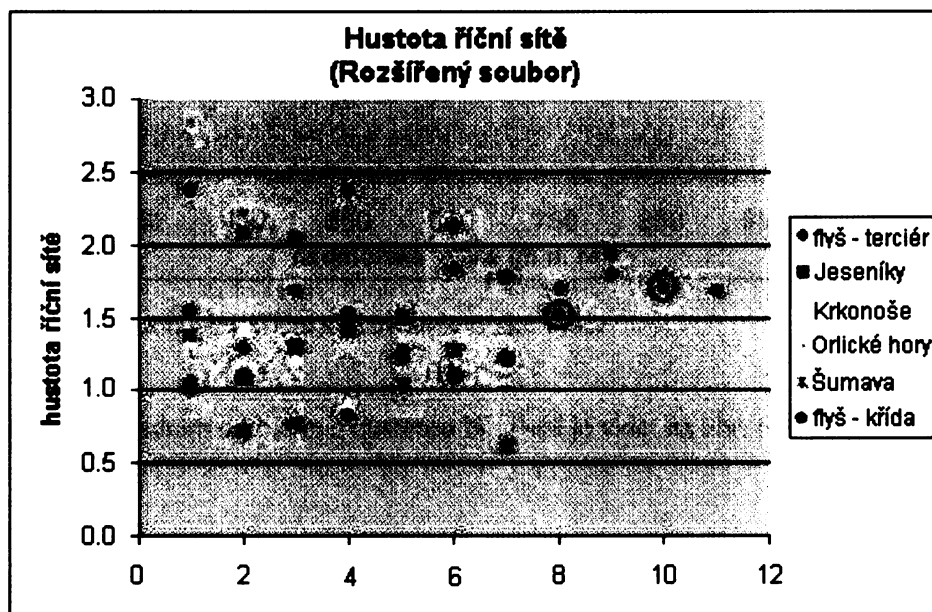
Obr. 6.10.- Závislost základního odtoku na srážkových úhrnech v Souboru- sklony.

Z grafu by se dalo usuzovat, že při stejné hodnotě srážek jsou nižší hodnoty základního odtoku z terciérních flyšových oblastí než z ostatních oblastí.

Ovšem opět se stalo, že po vyšetření základního odtoku a následném rozdělení flyšové zóny na starší a mladší část, zůstalo v terciérní části pouze jedno povodí, což je pro důvěryhodné porovnání nedostatečný počet.

6.3.5. Výpočet základního odtoku v testovaných povodí se stejnou hustotou říční sítě a interpretace výsledků

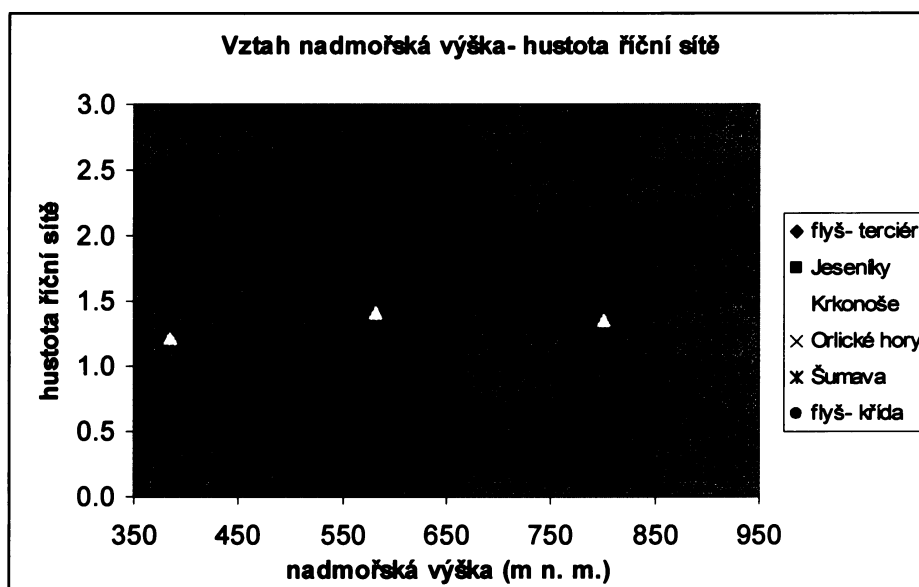
K tomuto posuzování mě přivedla má domněnka, že čím větší je plocha povodí, tím větší jsou celkové odtoky. Do řek stéká více vody povrchovým ronem. Základní odtoky se ale vyjadřují jako specifické základní odtoky, což znamená vydělení základního odtoku plochou povodí. Provádí se to z důvodu, aby byly odtoky vzájemně porovnatelné. Spíše jde o souvislost plochy a délky řek v daném povodí, z důvodu hustoty říční sítě. Vybrala jsem proto porovnatelnou veličinu, kterou je hustota říční sítě. Hustota říční sítě se spočítá jako délka řek/ plochou povodí. Z pohledu na mapu je vidět, že ve flyšových oblastech je vyšší hustota říční sítě. hustota říční sítě ve zkoumaných povodí je zobrazena na obr 6.11..



Obr. 6.11.- Hustota říční sítě v jednotlivých oblastech (Zakroužkované povodí jsou povodí, která z části nebyla pokryta vrstvou cr_vtoky.shp, tudíž délka řek není kompletní. Předpokládaná hustota v těchto povodí je proto vyšší).

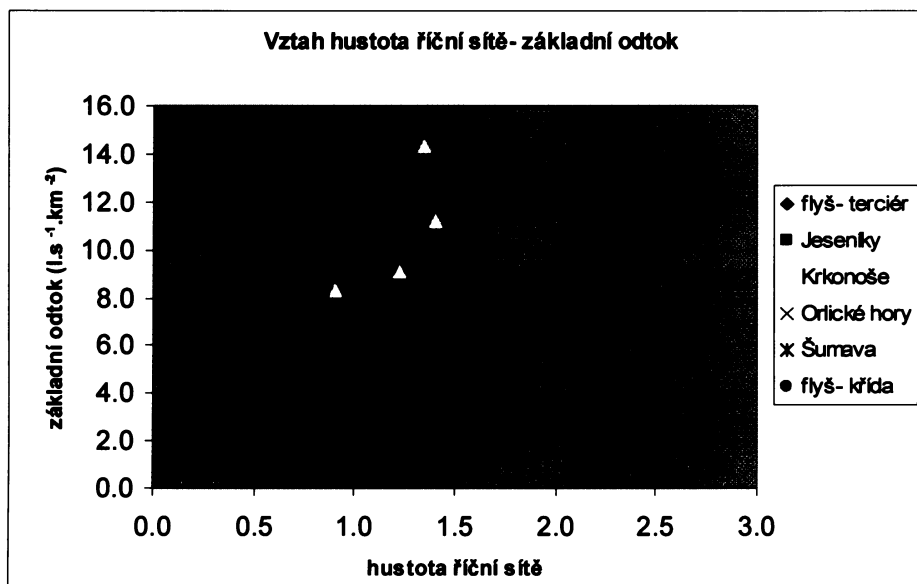
Na grafu je vidět skutečně vyšší převládající hodnota hustoty říční sítě ve flyšových oblastech (křídové i terciérní). V krystalinických oblastech, s výjimkou Orlických hor, je hustota říční sítě nižší.

Dále jsem se zabývala otázkou, jaký je vztah hustoty říční sítě a nadmořské výšky; domnívala jsem se totiž, že ve vyšších nadmořských výškách bude vyšší hodnota hustoty říční sítě vzhledem k menší ploše povodí a začínající tvorbě řek formou malých potůčků. Nějaká striktní závislost, která by potvrzovala moji domněnku, se neukázala, zato se tu potvrdilo předcházející tvrzení, že ve flyši je říční síť hustší. Závislost hustoty říční sítě na nadmořské výšce je zobrazena na obr. 6.12..



Obr. 6.12.- Závislost hustoty říční sítě na nadmořské výšce

Závislost mezi základním odtokem a hustotou říční sítě je vidět na obr. 6.13..



Obr. 6.13.- Závislost základního odtoku a hustoty říční sítě

Z obrázku 6.13. lze vidět, že základní odtok nezávisí na hustotě říční sítě.

Vyšší hustota říční sítě v terciérních flyšových oblastech by mohla být vysvětlena menší propustností půdy (kapitola 6.3.6), kdy srážková voda se nestíhá zasáknout a odtéká povrchovým ronem do říčních koryt. Další vysvětlení by mohla poskytnout výraznější morfologie Karpat (jsou mladšího stáří), jelikož vyšší hustotu říční sítě vykazují jak povodí v terciérním flyši, tak povodí v křídovém flyši.

6.3.6. Vliv půdního pokryvu

Půdním pokryvem jsem se rozhodla zabývat z důvodu, že infiltrující voda je nejprve ve styku s půdním pokryvem, pak až se samotnou horninou. Zároveň je typ matečné horniny základním půdotvorným faktorem (Jůva et al.,1975).

Z vrstvy zrnitost.shp bylo spočítáno zastoupení jednotlivých tříd (viz tab. 5.1.) v jednotlivých povodích. S rostoucím číslem zrnitostní třídy narůstá podíl jemných částic pod 0,01 mm a tím se snižuje propustnost půdy.

Setkala jsem se problémem, kdy malé části gisové vrstvy zrnitost.shp nejsou pokryté půdou zrnitostní třídou, ale jedná se buď o zastavěné plochy a vodní plochy nebo o rašeliniště.

Jelikož ale tyto plochy byly pouze v 1 případě (povodí 2581) větší než 5 % z celkové plochy, rozhodla jsem se je pro další hodnocení zanedbat.

Podíl jednotlivých tříd v daných povodích je vidět v tab. 6.10..

Tab. 6.10.- Procentuelní zastoupení zrnitostních tříd, případně chybějících ploch v jednotlivých povodích.

oblast	povodí	třída (%)	1třída (%)	2třída (%)	3třída (%)	4třída (%)	5třída (%)	základní odtok (l.s-1.km-2)	srážky (mm/rok)
Skupina 1									
Krkonoše	3220	0.00	97.56	1.96	0.00	0.00	0.48	14.35	1250.77
flyš- křída	2830	0.00	99.42	0.00	0.00	0.00	0.58	13.28	1170.63
Orl. Hory	0235	5.08	65.78	29.14	0.00	0.00	0.00	11.33	1291.77
flyš- křída	2850	0.00	94.78	5.22	0.00	0.00	0.00	10.28	1198.10
flyš- křída	2810	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.50	1192.98
flyš- křída	2820	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.97	1189.26
Skupina 2									
Jeseníky	3420	0.00	34.77	65.23	0.00	0.00	0.00	12.04	1009.45
Orl. Hory	0240	5.39	65.14	29.18	0.00	0.00	0.28	11.43	1129.92
Krkonoše	3230	0.00	76.25	23.40	0.00	0.00	0.35	11.14	1057.46
Jeseníky	3430	0.00	32.31	67.65	0.00	0.00	0.04	10.39	992.29
flyš- křída	3001	0.00	47.27	50.10	2.62	0.00	0.00	8.58	1016.19
Šumava	1809	0.00	55.83	42.08	0.00	0.00	2.09	8.44	1106.83
flyš- křída	2790	0.00	79.40	18.84	0.00	0.00	1.76	8.13	1103.93
flyš- křída	2980	0.00	20.88	79.12	0.00	0.00	0.00	6.26	1040.68
flyš- křída	2961	0.00	95.60	4.40	0.00	0.00	0.00	6.09	1067.66
flyš- křída	2990	0.03	56.86	41.83	1.27	0.00	0.00	5.13	1018.71
flyš	3850	0.00	24.45	3.20	72.35	0.00	0.00	4.39	1013.72
flyš	3860	0.00	51.72	14.48	33.81	0.00	0.00	3.96	1006.58
Skupina 3									
Jeseníky	2612	0.00	24.43	71.48	0.00	0.00	4.08	10.57	953.66
Jeseníky	2581	0.00	28.33	61.53	0.00	0.00	10.14	10.07	917.58
Jeseníky	2690	0.00	0.40	96.29	0.00	0.00	3.31	9.14	838.08
Jeseníky	3070	0.00	27.91	72.09	0.00	0.00	0.00	8.51	917.36
flyš- křída	2905	0.00	24.93	65.90	5.73	0.00	3.43	7.21	913.60
Orl. Hory	0300	0.87	59.81	39.32	0.00	0.00	0.00	7.19	918.84
flyš- křída	2960	0.30	59.99	39.71	0.00	0.00	0.00	6.65	960.90

Šumava	1390	0.00	79.58	19.73	0.00	0.00	0.69	6.23	926.56
Šumava	1820	0.00	45.16	54.24	0.00	0.00	0.60	5.44	861.22
Šumava	1413	0.00	81.15	18.85	0.00	0.00	0.00	5.44	841.34
flyš	3700	0.00	0.00	17.86	82.14	0.00	0.00	3.74	846.17
flyš	3790	0.00	0.33	25.74	73.83	0.00	0.10	3.46	871.38
flyš	3870	0.00	52.39	20.02	27.59	0.00	0.00	3.20	946.17
flyš	3740	0.00	0.00	13.75	86.25	0.00	0.00	2.89	864.43
flyš	3760	0.00	0.00	3.55	96.45	0.00	0.00	2.63	864.25
Skupina 4									
Jeseníky	3041	0.00	54.45	45.55	0.00	0.00	0.00	11.77	799.57
Krkonoše	3231	0.00	33.27	66.73	0.00	0.00	0.00	9.05	820.25
Krkonoše	3250	0.00	28.59	71.41	0.00	0.00	0.00	8.28	740.80
Šumava	1417	0.00	63.01	36.99	0.00	0.00	0.00	5.94	822.43
Šumava	1827	0.00	0.01	79.28	20.71	0.00	0.00	4.42	718.32
flyš	3880	0.00	0.20	71.11	28.69	0.00	0.00	3.46	680.00
Šumava	1816	0.00	76.90	23.10	0.00	0.00	0.00	3.44	713.16
flyš	2500	0.00	19.38	53.80	26.81	0.00	0.00	3.23	787.28

Pro vyhodnocení vlivu půdního pokryvu na hodnoty základního odtoku byl rozdělen Rozšířený soubor do 4 skupin podle hodnot srážek. V jednotlivých skupinách je rozptýl srážek max. 150 mm/ rok. Ve skupině jsou povodí seřazena dle velikosti základního odtoku. Z tabulky 6.10. by se dalo usuzovat, že s rostoucím podílem skupiny 4 klesají hodnoty základního odtoku.

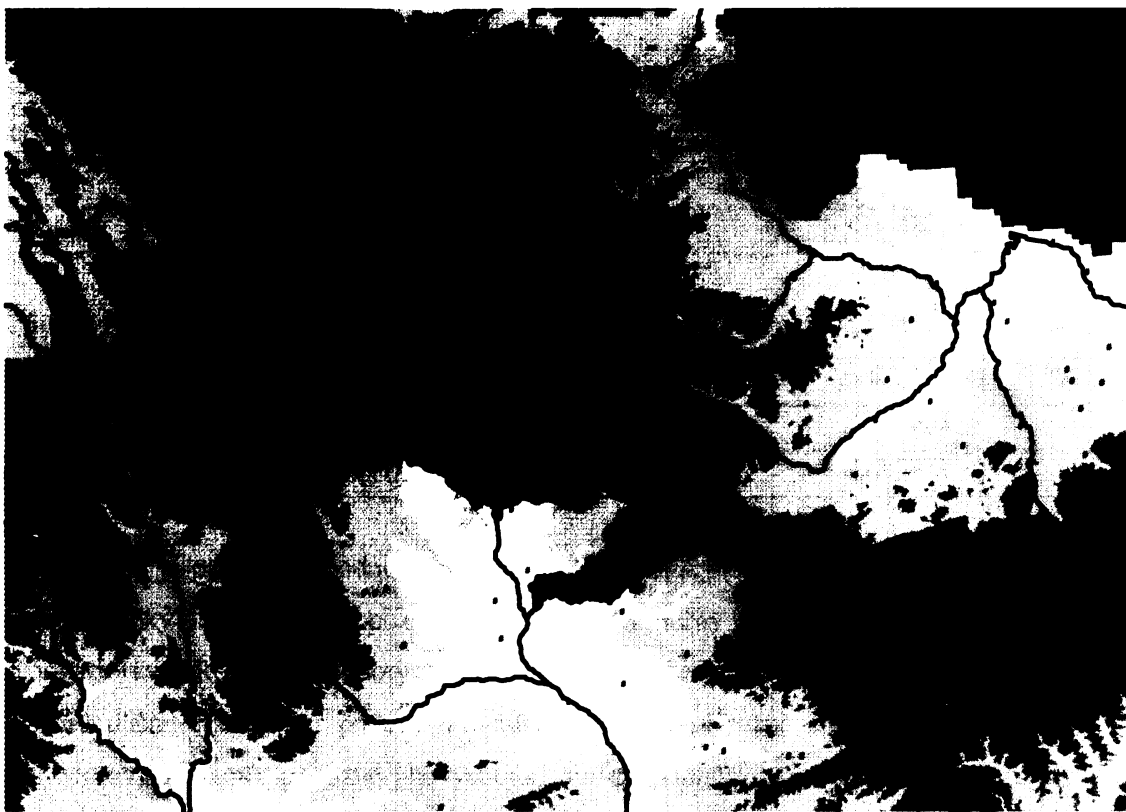
S rostoucím podílem skupiny 4 (těžší střední půda) narůstá podíl jemných částic pod 0,01 mm a tím se snižuje propustnost půdy.

Ve skupině 1 (srážkové úhrny 1251- 1171 mm/rok) se nenachází žádné povodí zastupující terciérní část flyšové zóny. Ve skupinách 2 (srážkové úhrny 1130- 992 mm/rok), 3 (srážkové úhrny 961- 838 mm/rok) a 4 (srážkové úhrny 822- 680 mm/rok) se tyto povodí vyskytují vždy na konci skupiny, přičemž obsahují v porovnání s povodními v ostatních oblastech více těžší střední půdy.

6.3.7. Porovnání povrchových průtoků v povodích Moravy a Bečvy a posouzení retenčních schopností posuzovaných prostředí

Vlivem podloží na tvorbu povodní se zabývám z důvodu domněnky Doc. Krásného, že při povodních v roce 1997 na Moravě byl větší příspěvek vody z povodí Bečvy, než z povodí Moravy. Pro potvrzení nebo vyvrácení této domněnky byly porovnávány povrchové odtoky v jednotlivých vodoměrných stanicích.

Byla vybrána pro toto porovnání dvě povodí - povodí Bečvy, která odvodňuje flyšovou (terciární) oblast Beskyd a dílčí povodí Moravy (před soutokem Moravy a Bečvy), které odvodňuje krystalinickou oblast Jeseníků. Průtok v koncové části těchto povodí měří vodoměrné stanice 3670 (Morava) a 3900 (Bečva). V rámci těchto koncových povodí lze vymezit další dílčí povodí. Lokalizace povodí je vidět na obr. 6.14..



Obr. 6.14.- Lokalizace povodí vybraných pro posouzení retenčních schopností.

Aby mohly být porovnávány povrchové odtoky, musí se vzít v úvahu skutečnost, že povodí Moravy v místě poslední stanice je téměř dvojnásobné, stejně jako se liší jednotlivé plochy

dílčích povodí. Pro srovnání byl tedy použit specifický povrchový odtok, který je definován jako povrchový odtok dělený plochou povodí (analogie ze základního odtoku).

Na obr. 6.37. a 6.38. jsou vidět průběhy průměrných ročních srážkových úhrnů v povodí Bečvy a Moravy v roce 1997, na obr. 6.39. a 6.40. jsou znázorněny průběhy specifických odtoků v totožných povodích v roce 1997. Rok 1997 byl vybrán kvůli porovnání příspěvku jednotlivých povodí na tvorbu povodní v oblasti Moravy.

Grid srážkových úhrnů byl vygenerován z bodových údajů vztažených k plošné hodnotě nadmořské výšky. Hustota bodových údajů použitých k vygenerování gridu je vidět na obr. 6.26..

Průměrné nadmořské výšky a průměrné roční srážkové úhrny ve vybraných povodích jsou zobrazeny v tab. 6.11 a 6.12..

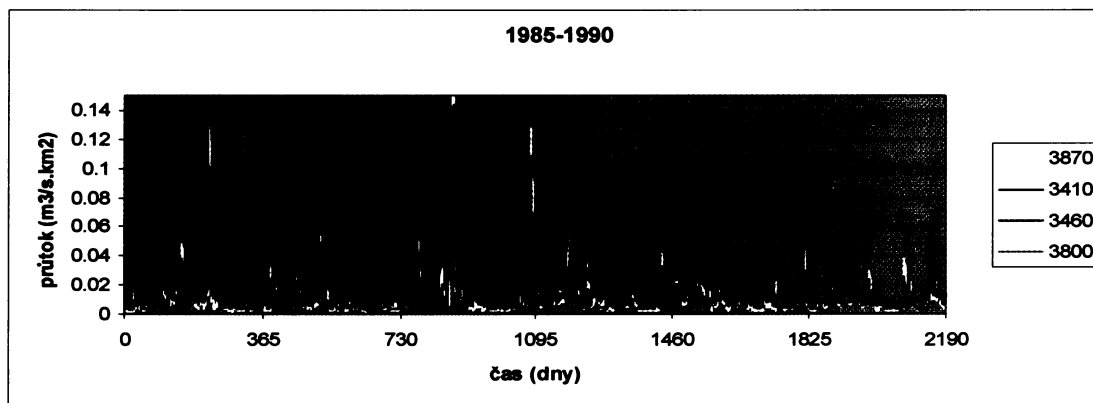
Tab. 6.11.- Porovnání nadmořských výšek v povodích 3670 (Morava) a 3900 (Bečva).

jednotka	MIN (m n. m.)	MAX (m n. m.)	RANGE (m n. m.)	MEAN (m n. m.)
flyš	198.0000	1104.0000	906.0000	484.4633
krystalinikum	209.0000	1460.0000	1251.0000	479.8293

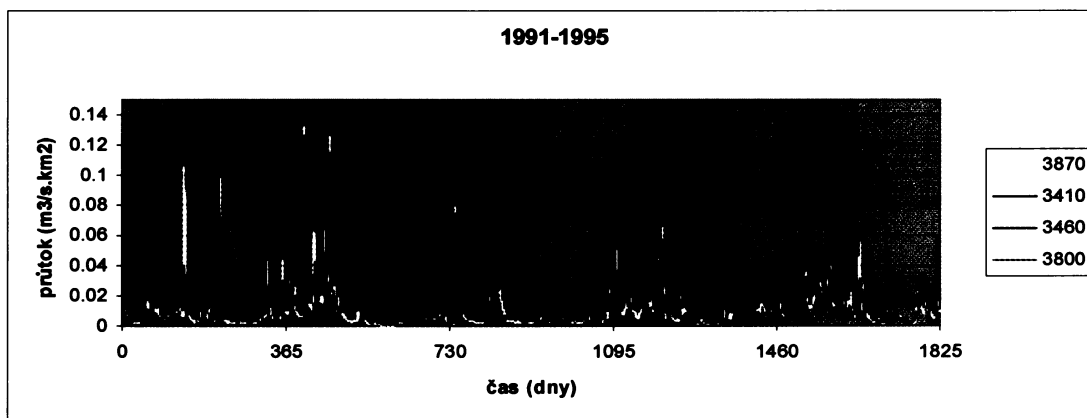
Tab. 6.12.- Porovnání srážkových úhrnů v povodích 3670 (Morava) a 3900 (Bečva).

jednotka	MIN (mm)	MAX (mm)	RANGE (mm)	MEAN (mm)
flyš	554.0368	1250.9739	696.9371	825.3328
krystalinikum	536.9102	1179.9198	643.0096	713.3472

Z tabulky 6.11. je patrné, že hodnoty průměrných nadmořských výšek jsou prakticky stejné, zatímco z tabulky 6.12. je možné pozorovat, že srážkové úhrny v povodí Bečvy jsou větší než v povodí Moravy. Rozdílné hodnoty srážek při stejných hodnotách nadmořské výšky opět vysvětlují odlišnou orientací povodí. Povodí Bečvy má přibližně směr západní, zatímco povodí Moravy má směr přibližně jihovýchodní, tudíž vhodnější orientací pro dopad srážek má povodí Bečvy. Z tohoto důvodu byly v rámci každého povodí vyčleněna dílčí povodí, ve kterých byly spočítány průměrné srážkové úhrny. Poté byly porovnávány průtoky v těchto dílčích povodích, ve kterých jsou stejné srážkové úhrny. Porovnání průtoků je vidět na obr. 6.15., 6.16.v textu a 6.27.- 6.36. v příloze.



Obr. 6.15.- Průběh průtoků na stanicích 3870, 3800 (Bečva) a 3410, 3460 (Morava) v letech 1985 – 1990.



Obr. 6.16.- Průběh průtoků na stanicích 3870, 3800 (Bečva) a 3410, 3460 (Morava) v letech 1991 – 1995.

Z obr. 6.15., 6.16. a 6.27.- 6.36. je patrné, že při nízkých stavech jsou větší průtoky v krystalinických oblastech, než v oblastech flyšových. Při vyšších srážkových úhrnech projevují průtoky ve flyšových oblastech větší rozkolísanost a dostávají se nad hodnoty průtoků z krystalinických oblastí.

Průběhy povrchových průtoků potvrzují pro flyšové oblasti jak nižší základní odtoky (předpokládáme-li, že při minimálních srážkových úhrnech je průtok v toku tvořen příronem podzemní vody), tak domněnku Doc. Krásného, že tyto oblasti mají nižší retenční schopnosti při vyšších srážkových úhrnech

7. Diskuse

Věrohodnost dat

Data za zpracovávané minimálně desetileté období byla převzata z Českého hydrometeorologického ústavu. Před jejich analýzou bylo nutno údaje z některých stanic ze souboru vyloučit pro zřejmě nesmyslný režim na nich zaznamenaných průtoků.

Porovnání hodnot základního odtoku získaných různými metodami:

Při porovnání výsledků získaných Killeho metodou a Castanyho metodou je možno pozorovat nižší hodnoty základního odtoku získaných Castanyho metodou. Trend v kolísání hodnot je však podobný.

Při porovnání výsledků získaných Killeho metodou a metodou krásný- Kněžek je patrné, že Killeho metoda dává poněkud vyšší hodnoty základního odtoku. Avšak je nutné zdůraznit, že velmi záleží na výběru koeficientu transmisivity. Pokud dochází k situaci, že v jednom povodí je rozptýl koeficientů transmisivity, získaných z čerpacích zkoušek, až 5 řádů, je nutné pečlivě vybírat reprezentativní objekty, z nichž se pak stanovuje průměrná koeficient transmisivity.

Množství vody podílející se na tvorbě základního odtoku - nejistoty

Při výběru povodí byl kladen hlavní důraz na stejné hodnoty srážkových úhrnů. Předpokladem bylo, že srážky, které na vymezené území spadnou, se všechny rovnoměrně zasáknou. Tento předpoklad nebere v úvahu odlišné využívání krajiny, odlišný typ zalesnění, odlišný půdní pokryv. Pokud by toto mělo být zohledněno, musely by být řešeny otázky jako jsou: 1) kolik vody dopadne na zem a kolik se jí může případně zasáknout (přebytek odeče jako povrchový odtok), 2) kolik vody dopadne na zem a je spotřebováno vegetací a 3) kolik vody dopadne na vegetační pokryv (a později se odpaří). Po zodpovězení těchto otázek bychom obdrželi skutečné množství vody, které se na celkovém odtoku může podílet.

1) Kolik vody dopadne na zem a kolik se jí může případně zasáknout

V průběhu vypracování diplomové práce jsem přemýšlela o provedení infiltračních zkoušek. Chtěla jsem vypočítat maximální možné množství, které je schopno se za určitý čas při určitém sklonu povodí infiltrovat. Veškerá voda nad tento maximální objem by musela odtéct nebo být využita jinak a na tvorbě podzemní vody by se nepodílela.

K tomu bylo zamýšleno provést infiltrační zkoušky, kde bych měřila ve dvou reprezentativních povodích (jednom ve flyši, druhém v krystaliniku) vertikální nasycenou hydraulickou vodivost.

Problémem je fakt, že pokud bych chtěla zkoumat, kolik srážek se infiltruje, musela by být uvažována infiltrační srážek do nesaturované zóny. Nasycená a nenasycená hydraulická vodivost se liší v závislosti na vlhkosti prostředí. Čím je prostředí vlhčí, tím více si tyto hydraulické vodivosti více odpovídají.

Pokud bych ovšem ve stejné zkoušce chtěla pokračovat na totožném území, dostanu po ukončení zkoušky nižší hydraulickou vodivost vinou uzavřeného vzduchu (Císlarová, Vogel, 1998). Protože jsem nebyla schopna zajistit stejné vlhkostní podmínky v oblasti Jeseníků a v oblasti Moravskoslezských Beskyd v rozmezí několika dnů, rozhodla jsem se infiltrační zkoušky neprovádět.

2) Kolik vody dopadne na zem a je spotřebováno vegetací

Voda, která dopadla na zemský povrch a je schopna infiltrace ještě nemusí přejít do podzemní vody, ale může být spotřebována k biologickým procesům. Jiné bude využívání v zalesněné oblasti, jiné na obhospodařovaném poli a jiné na neobhospodařovaném poli. Analýza této skutečnosti jednak přesahuje zadání diplomové práce, jednak ji nejsem schopna na takto velkém území zohlednit.

3) Kolik vody dopadne na vegetační pokryv (a později se odpaří).

Z hodnot srážkových úhrnů je dále nutno vydělit vodu, která dopadne na povrchy stromů a která se postupně odpaří. Z tohoto pohledu musím odlišit oblasti zalesněné jehličnany od oblastí zalesněnými listnatými lesy. Tento fakt nejsem schopna na takto velkém území zohlednit.

Po zohlednění těchto faktorů by bylo otázkou, do jaké míry jsou rozhodujícím faktorem pro tvorbu základního odtoku srážkové úhrny.

Závislost mezi hodnotami základního odtoku a ovlivňujícími faktory:

Výsledky popsané v kapitole 6. se shodují s předpoklady v dříve publikovaných pracích popsaných v kapitolách 5.7.1. a 5.7.2..

Problémem se stává rozdělení flyšové zóny v Hlavním souboru a v Souboru- sklony, kdy je flyšová zóna (terciérní část) charakterizována pouze jedním povodím. Tato povodí vystihují všeobecný závěr- nižší hodnoty základního odtoku z flyšové zóny terciérního stáří, avšak pro vyřknutí jistého závěru představuje jedno povodí nedostatečný počet.

V Rozšířeném souboru je závěr o nižších odtocích z terciérní části flyšové zóny dokázán dostatečně věrohodně.

Vliv půdního pokryvu na tvorbu základního odtoku:

Z tab. 6.10. se dá usuzovat, že s rostoucím podílem skupiny 4 klesají hodnoty základního odtoku. S rostoucím podílem skupiny 4 (těžší střední půda) narůstá podíl jemných částic pod 0,01 mm a tím se snižuje propustnost půdy.

Ve skupině 1 (srážkové úhrny 1251- 1171 mm/rok) se nenachází žádné povodí zastupující terciérní část flyšové zóny. Ve skupinách 2 (srážkové úhrny 1130- 992 mm/rok), 3 (srážkové úhrny 961- 838 mm/rok) a 4 (srážkové úhrny 822- 680 mm/rok) se tyto povodí vyskytují vždy na konci skupiny, přičemž obsahují v porovnání s povodními v ostatních oblastech mnohem více těžší střední půdy.

Ve 4. skupině se na jejím konci vyskytuje jedno povodí reprezentující krystalinikum (Šumava), přestože neobsahuje žádné plochy, kde by se vyskytovala těžší střední půda. Přesto bych si troufla tvrdit, že půdní pokryv má vliv na tvorbu základního odtoku a to takový, že s přibýváním obsahu jemnějších částic klesají hodnoty základního odtoku.

Míra retenčních schopností posuzovaných oblastí:

Z obr. 6.15., 6.16. a 6.27.- 6.36. je patrné, že při nízkých stavech jsou větší průtoky v krystalinických oblastech, než v flyšových oblastech terciérního stáří. Při vyšších srážkových úhrnech projevují průtoky ve flyšových oblastech terciérního stáří větší rozkolísanost a dostávají se nad hodnoty průtoků z krystalinických oblastí. Průběhy povrchových průtoků potvrzují jak nižší základní odtoky (předpokládáme-li, že při minimálních srážkových úhrnech je průtok v toku tvořen příronem podzemní vody), tak domněnku Doc. Krásného, že oblasti budované flyšovými horninami mají nižší retenční schopnosti při vyšších srážkových úhrnech.

8. Závěry a doporučení

Z analýzy a porovnání odtokových poměrů ve vybraných povodích budovaných krystalinickými horninami Českého masívu (Šumava, Krkonoše, Orlické hory, Jeseníky) a flyšové zóny Karpat (Beskydy) lze vyvodit následující závěry:

- 1.) Křídová a terciérní část flyšové zóny se liší odtokovými poměry.
- 2.) Základní odtoky v terciérních flyšových oblastech jsou nižší než v oblastech krystalinických. Křídový flyš se neodlišuje od oblastí krystalinických. Tím se potvrdily závěry předchozích prací (Krásný et al., 1982), že základní odtoky jsou při srovnatelných klimatických a hypsometrických podmínkách z flyšových oblastí nižší než z krystalinických.
- 3.) Povrchové odtoky ve flyšových oblastech vykazují větší rozkolísanost, průtoky jsou v suchších obdobích menší než v krystalinických oblastech, ve vlhčích obdobích jsou výrazně vyšší. Flyšové oblasti tak vykazují nižší retenční schopnosti než krystalinické.
- 4.) Základní odtok v terciérních oblastech flyšové zóny je méně závislý na velikosti srážkových úhrnů. Při vyšších srážkových úhrnech stoupá povrchový odtok, nikoli základní.
- 5.) Velkou roli v hodnotách ročních srážkových úhrnů hraje orientace povodí vzhledem k převládajícímu větru v České republice a tedy směru dopadu srážek. Převládající směr proudění větru a tedy i dopadu srážek je SZ-JV, tudíž povodí, ve kterém řeky tečou k SZ mají větší srážkové úhrny, než povodí, ve kterém řeky tečou na JV.
- 6.) V terciérní části flyšové zóny převládají půdy s větším podílem jemnozrnné složky. S přibývajícím zastoupením těžší střední půdy na úkor půd lehčích, klesá základní odtok. V krystalinických oblastech a v křídové části flyšové zóny se těžší střední půdy téměř nevyskytují, převažují lehčí půdy a lehčí střední půdy.
- 7.) Nebyl prokázán vliv sklonu povodí na tvorbu základního odtoku.
- 8.) Nebyl prokázán vliv hustoty říční sítě na tvorbu základního odtoku.

9) Závěry práce jsou důležité pro odhad velikosti infiltrace podzemních vod a velikosti tvorby přírodních zdrojů podzemních vod v příslušných celcích.

10) Odlišné retenční schopnosti flyšových a krystalinických oblastí jsou důležité pro úvahy o možném vlivu různých horninových prostředí na zmírnění povodní.

Míra jistoty mých závěrů je založena na předpokladu, že data jsou 100% správná. Vzhledem k časovému odstupu, se kterým převzatá data používám, nemůže být jejich přesnost nijak zkontrolována.

Pro další dokázání hodnověrnosti výsledků, konkrétně správného výběru povodí doporučuji:

1. Zhodnocení vlivu využívání krajiny na celkovou vodní bilanci, zvláště na rozdíly v infiltraci a evapotranspiraci..

2. Podrobnější studium vlivu nesaturované zóny na určení zasakovaného množství srážkové vody, včetně provedení infiltračních zkoušek současně s měřením vlhkosti a kapilárních tlakových výšek a určením nesaturované hydraulické vodivosti.

9. Seznam literatury

Buchtele J., 1999: Hydrologické modely, okolnosti uplatnění, Postgraduální seminář Stavební fakulty ČVUT/ ČZU, Praha, 22. s

Castany G. et al., 1970: Evaluation rapide de ressources en eaux d'une région, Atti Convegno Internaz. sulle acque sotterranee

Císlarová M., Vogel T., 1998: Transportní procesy, Vydavatelství ČVUT, Praha, 182 s.

Demek J. et al., 1987: Zeměpisný lexikon ČSR- Hory a nížiny, Academia, Praha, 584 s.

Hazdrová M. et al., 1980: Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1: 200 000, list 02 Ústí nad Labem, Ústřední ústav geologický, 120 s.

Hazdrová M. et al., 1984: Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1: 200 000, list 22 Strakonice, Ústřední ústav geologický, 132 s.

Hazdrová M. et al., 1985: Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1: 200 000, list 21 Klatovy, Ústřední ústav geologický, 92 s.

Chlupáč I. et al., 2002: Geologická minulost České republiky, Academia, Praha, 436 s.

Jetel J. et al., 1986: Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1: 200 000, list 03 Liberec, list 04 Náchod (část), Ústřední ústav geologický, 157 s.

Jetel J. et al., 1988: Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1: 200 000, list 25 Gottwaldov, Ústřední ústav geologický, 157 s.

Jůva K., Klečka A., Zachar D et al., 1975: Půdní fond ČSSR, Academia nakladatelství ČSAV Praha, 480 s.

Jonáš F., Peroutková K., 1997: Skripta k cvičení z předmětu kultivace a rekultivace, Katedra biotechnických úprav krajiny LF- ČZU, Praha, 62 s.

Kille K., 1970: Das Verfahren MoMnQ, ein Beitrag zur Berechnung der mittleren langjährigen Grundwasserneubildung mit Hilfe der monatlichen Niedrigwasserabflüsse, Zeitung Deutsche geologische Gesellschaft, s. 89-95

Kněžek M., 1988: Podzemní složka odtoku, Práce a studie Výzkumného ústavu vodohospodářského, sešit 171, VÚV Praha, 61 s.

Kněžek M., Kessler J. 2000: Metody výpočtu základního odtoku, Hydrologické dny- Nové podněty a vize pro příští století, 1. díl, Plzeň, s. 337-346

Krásný J., 2000 : Geologic factors influencing distribution of hardrock transmissivity, Groundwater: Past Achievements and Future Challenges, Sillio et al. (eds), Rotterdam

Krásný J., 2002: Quantitative hardrock hydrogeology in a regional scale, Norges geologiske undersøkelse Bulletin 439, s. 7-14. Trondheim

Krásný J., Kněžek M., 1977: Regional estimate of groundwater run-off from fractured rockson using transmissivity coefficient and geomorphologic characteristics, J. Hydrol. Sci., 4, č. 2, s. 149- 159

Krásný J. et al., 1982: Odtok podzemní vody na území Československa, ČHMÚ Praha, 50 s.

Kudelin B. I., 1960: Principy regional'noj ocenki estestvennykh resurov podzemnykh vod , Izdat. Moskovskogo univ. 1960, Moskva

Kullman E., Petráš I., 1979: Výtokové pomery prameňov a ich vzťah k horninóvemu prostrediu, Práce a štúdie Hydrogeologického ústavu, 13, Bratislava

Makarenko F. A., 1948: O podzemnom pitanii rek., Trudy Lab. gidrogeol. Problem AN SSSR 1, Moskva, s. 67- 72

Mísař Z et al., 1983 :Regionální geologie ČSSR I.- Český masív, SPN Praha, 336 s.

Quitt E., 1971: Klimatické oblasti Československa, Studia Geographica 16, ČSAV, Brno, 73 s.

Šercl P., Lett P., 2002: Výpočet rastru srážek v prostředí GIS, uživatelská příručka pro ČHMU

<http://chmi.cz/meteo/ok/nsrz6190.jpg>

<http://chmi.cz/meteo/ok/tr6190w.jpg>

10. Přílohová část:

A. Obrázky:

Cr_rozv.shp



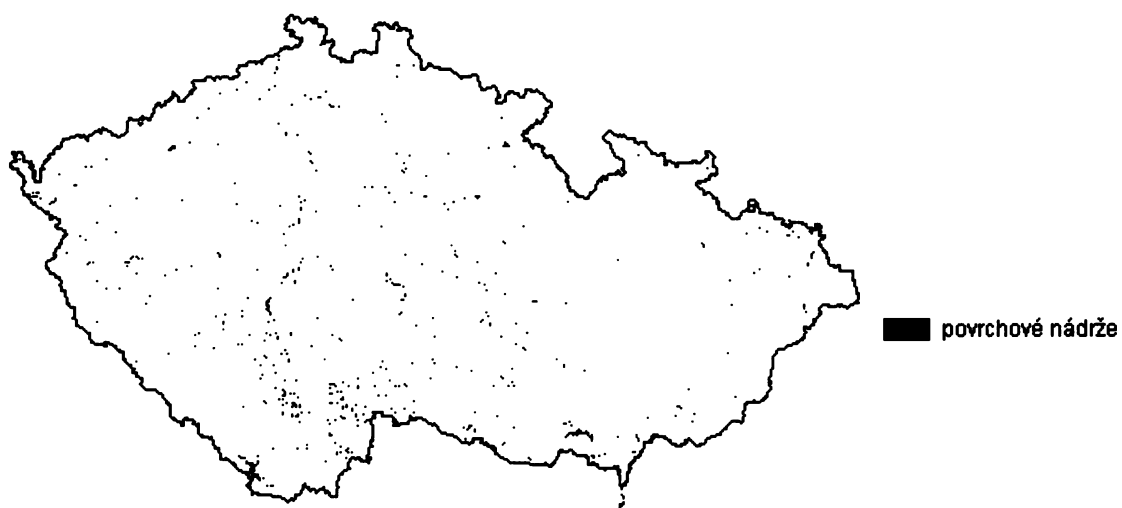
Obr. 3.1.- Vrstva Cr_rozv.shp.

Cr_vtoky.shp



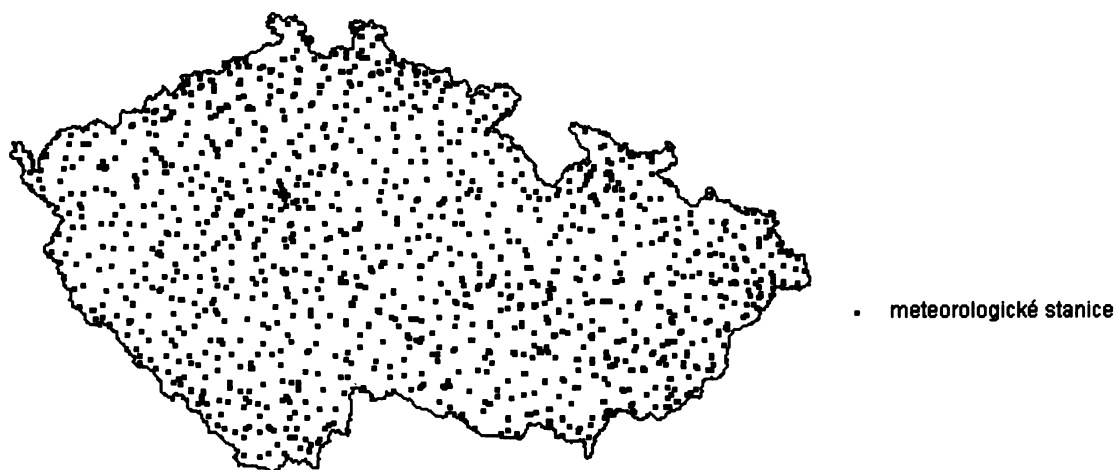
Obr. 3.2.- Vrstva Cr_vtoky.shp.

Nadr200.shp



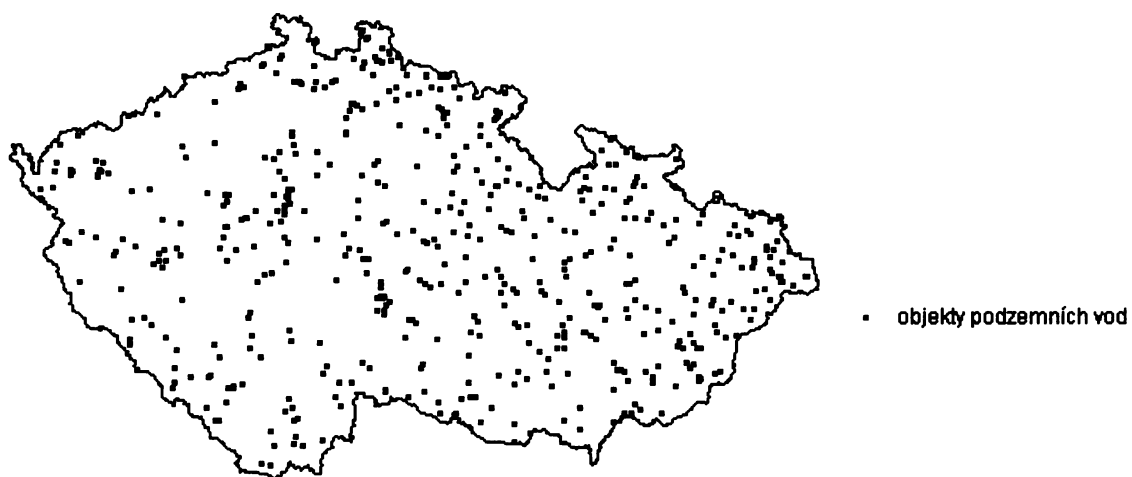
Obr. 3.3.- Vrstva Nadr200.shp.

Klim2000.shp



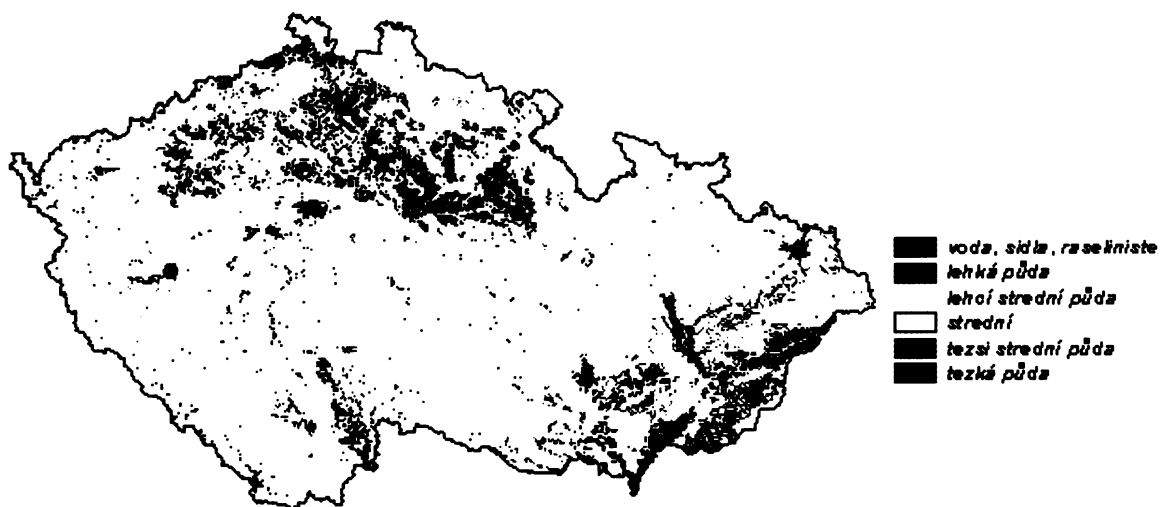
Obr. 3.4.- Vrstva Klim2000.shp.

Obj_pov.shp



Obr. 3.5.- Vrstva Obj_pov.shp.

Zrnitost.shp



Obr. 3.6.- Vrstva Zrnitost.shp.

Půdy.shp



- /// Litozem
- Regozem
- Ranker
- Rendzina
- Pararendzina
- Sm onica
- Černozem
- Černice
- Šedozem
- Hnědozem
- Luvisem
- Kambizem
- Podzol
- Pseudoglej
- Glej
- Organozem
- Fluvisem
- Kuřizem
- Výsypka
- Lož. povrchový důl
- velká města
- velké vodní plochy

Obr. 3.7.- Vrstva Půdy.shp.

Geologie.shp



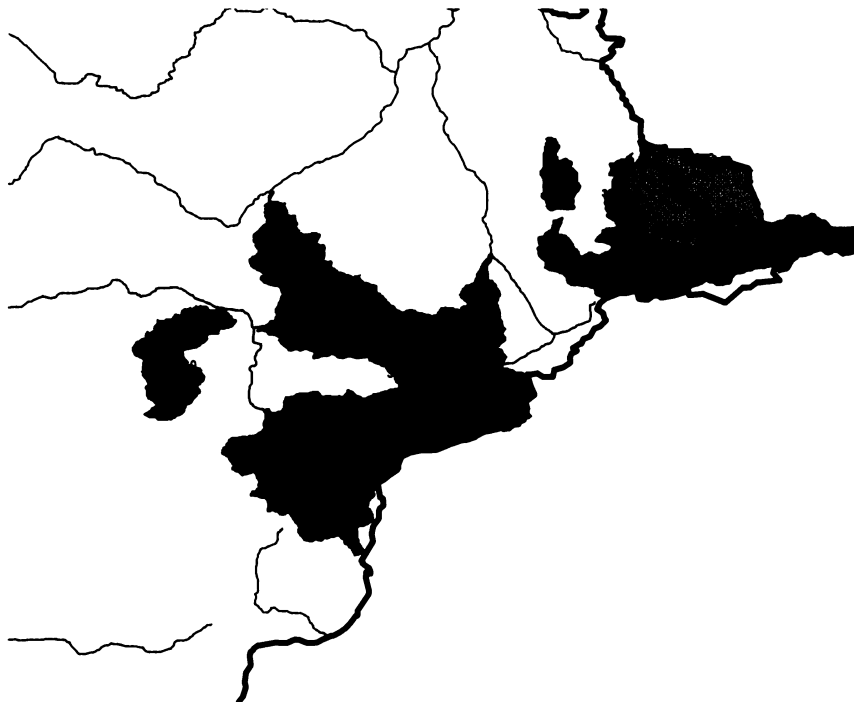
- diority a gabra assyntské a variácie
- granoidy assyntské (zuly, granodiority)
- granodiority az diority (tonalitová rada)
- kvartér (hliny, sprase, piesky, sterky)
- mezozoické horniny (pieskovce, jilovce)
- terciérni horniny (piesky, jily)
- ultrabazity v oľdianubiku a proterozoiku
- zuly (granitová rada)
- jednotvarná serie a oľdianubika
- (svorové ruly, pararuly az migmatity)
- mezozoické horniny alpsky zvrstvené (pieskovce, bridlice)
- terciérni horniny alpsky zvrstvené (pieskovce, bridlice)
- ortoruly, granulity a veľa pokrocie a migmatity v oľdianubiku a proterozoiku
- perm okarbonské horniny (pieskovce, sliepenec, jilovce)
- bazaltové granodiority, syenity (durbachitová rada)
- ulkanické horniny terciérni (tedice, tonality, tufy)
- paleozoické horniny zvrstvené a metamorfované (fylity, svory)
- paleozoické horniny zvrstvené, ne metamorfované (bridlice, drobý kramence, vapence)
- pestrá serie a oľdianubika (svorové ruly, pararuly az migmatity s vlozkami vapencou, aršanu, kvarcitu, grafitu a sm šibolitu)
- proterozoické horniny assyntsky zvrstvené, s ruzne silny variakym prepracovanim (bridlice fylity, svory az pararuly)
- ulkanické horniny zosati a metamorfované, proterozoické a paleozoické (sm šibolity, diabasny a elafyry porfiry)

Obr. 3.8.- Vrstva Geologie.shp.

Vrstev.shp



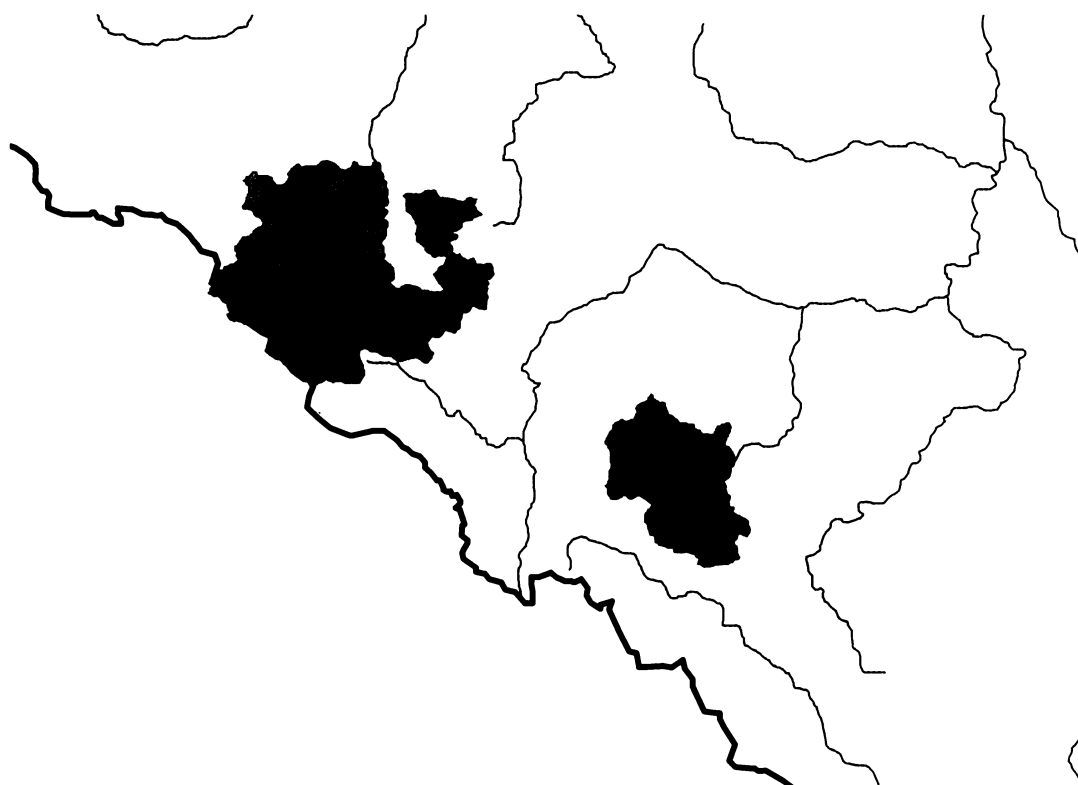
Obr. 3.9.- Vrstva Vrstev.shp.



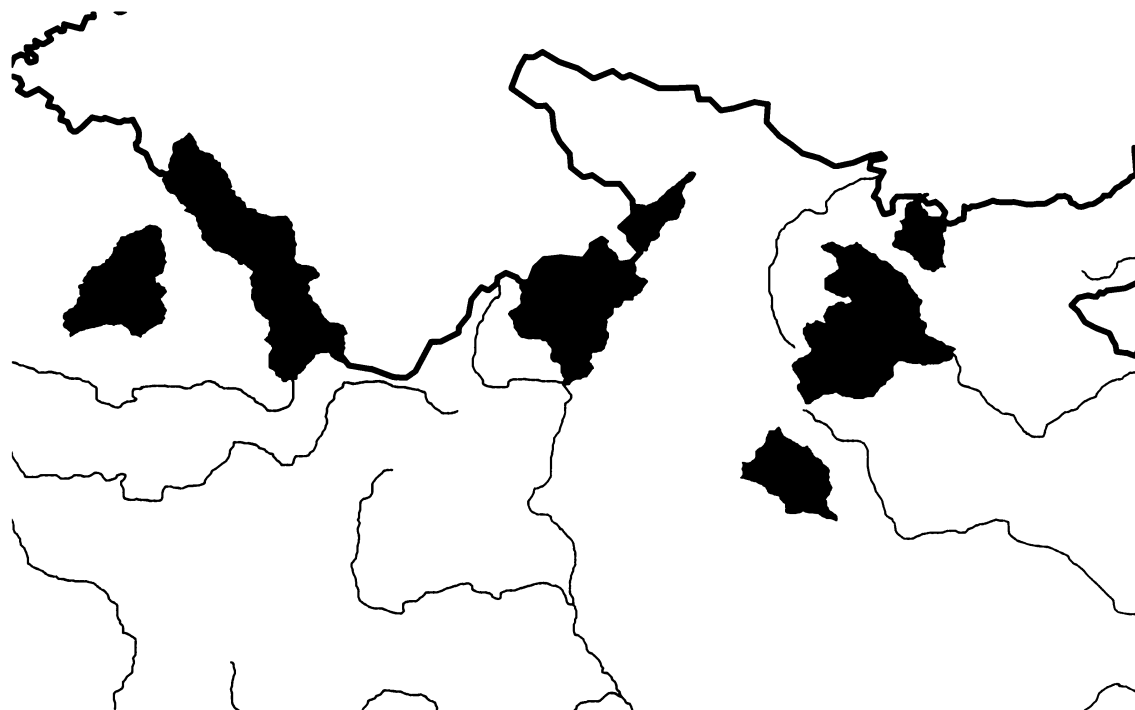
Obr. 6.17.- Povodí ve flyši (různé barvy jednotlivých povodí nemají žádný význam, rozdíly v barvách vznikly z důvodu větší přehlednosti při práci s nimi v programu Arc View 3.2, platí pro obr. 6.17. – 6.25.)



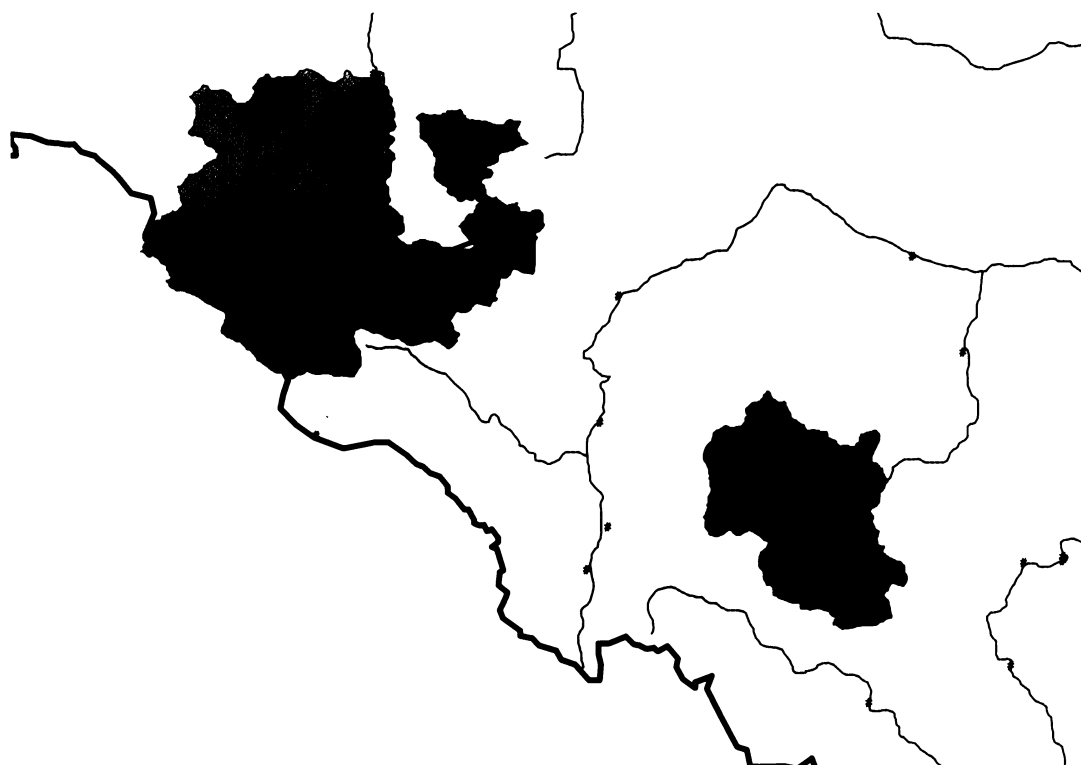
Obr. 6.18.- Povodí v krystaliniku- Krkonoše



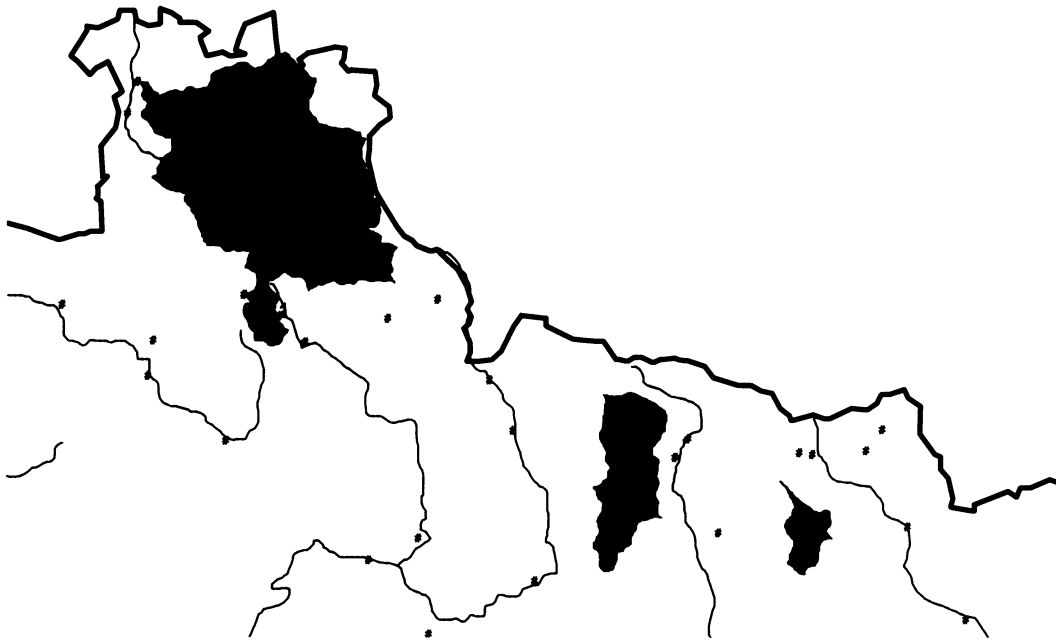
Obr. 6.19.- Povodí v krystaliniku- Šumava



Obr. 6.20.- Povodí v krystaliniku- Orlické hory a Jeseníky



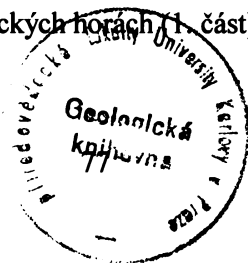
Obr. 6.21.- Orientace povodí na Šumavě

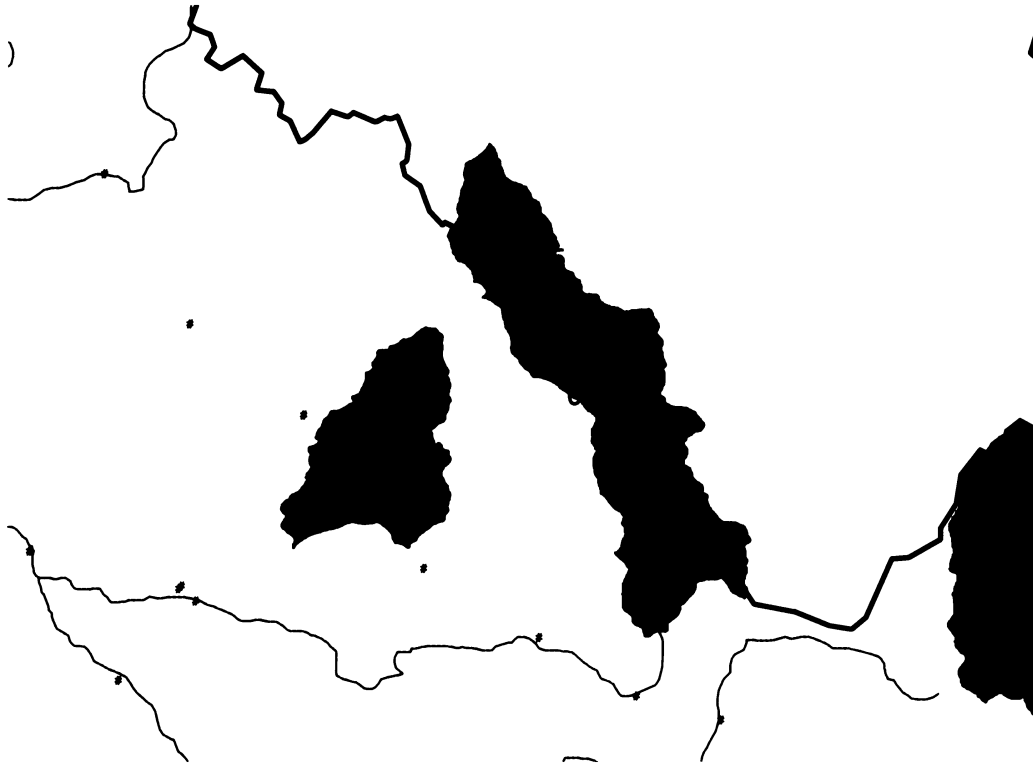


Obr. 6.22.- Orientace povodí v Krkonoších

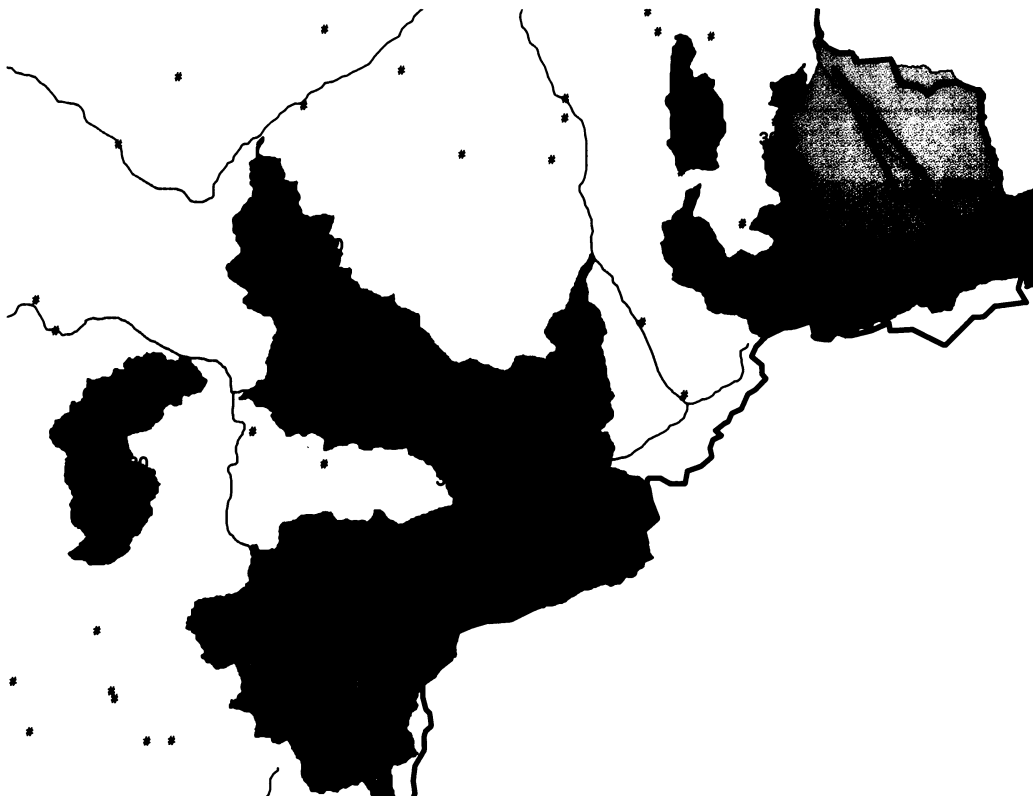


Obr. 6.23.- Orientace povodí v Orlických horách (1. část) a Jeseníkách

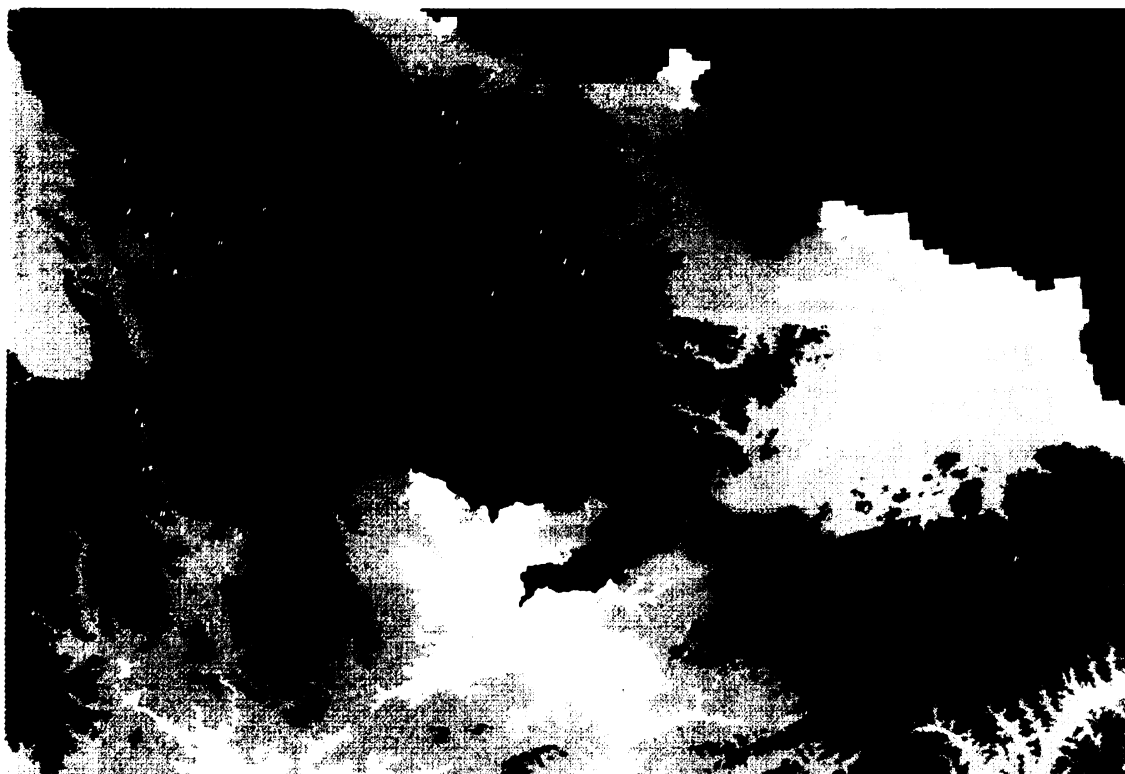




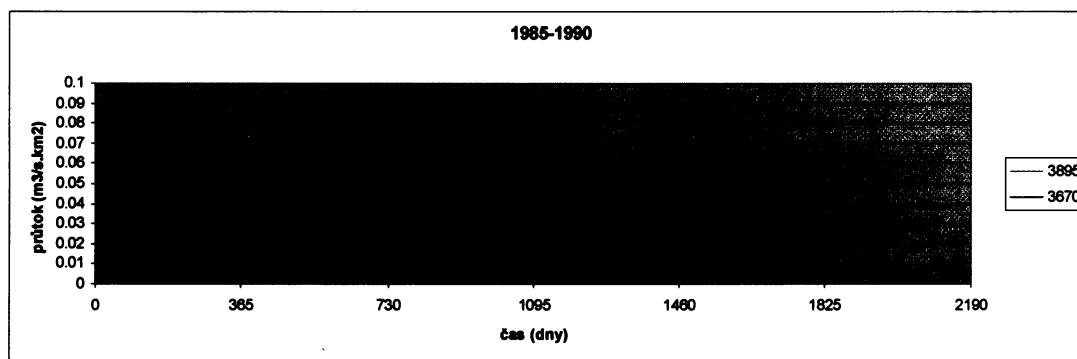
Obr. 6.24.- Orientace povodí v Orlických horách (2.část)



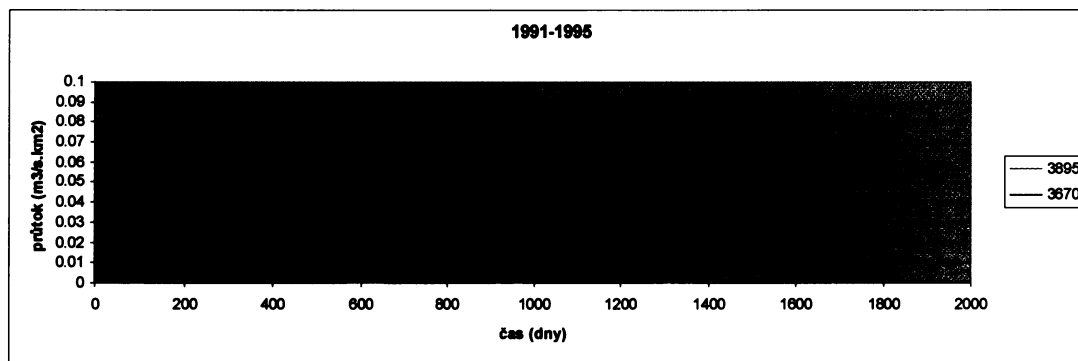
Obr. 6.25.- Orientace povodí v Moravskoslezských Beskydech



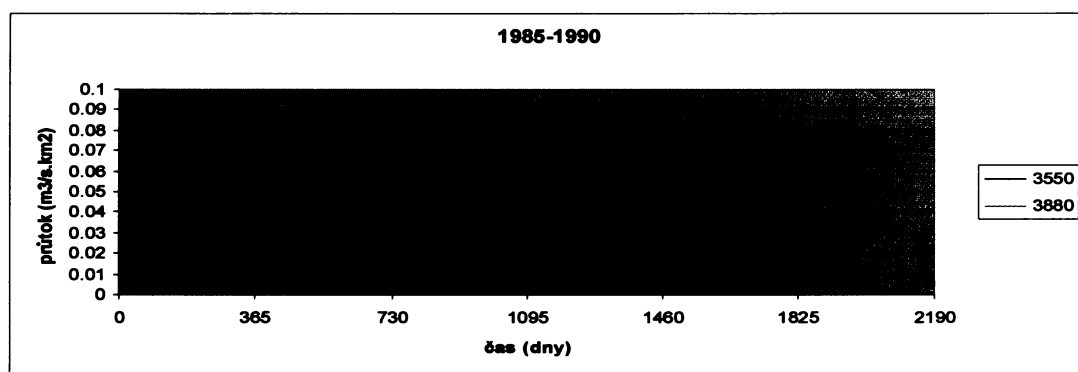
Obr. 6.26.- Hustota bodových údajů použitých k vygenerování gridu srážek v povodích 3670 (Morava) a 3900 (Bečva)



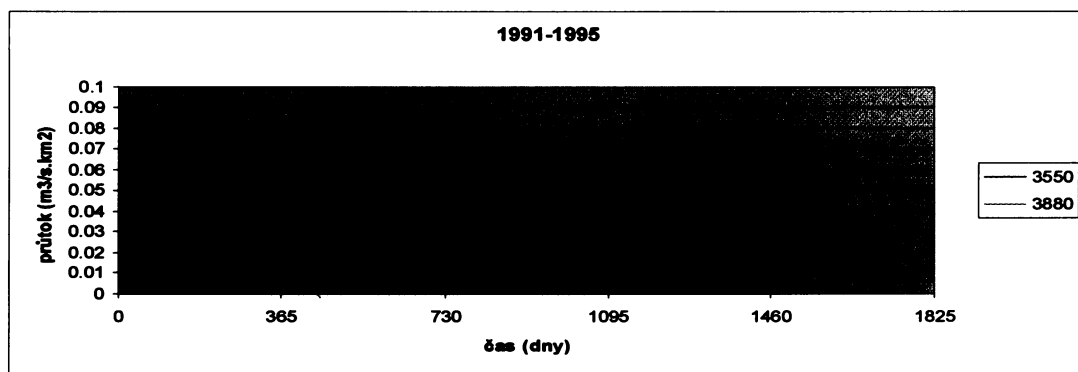
Obr. 6.27.- Průběh průtoků na stanicích 3895 (Bečva) a 3670 (Morava) v letech 1985 - 1990



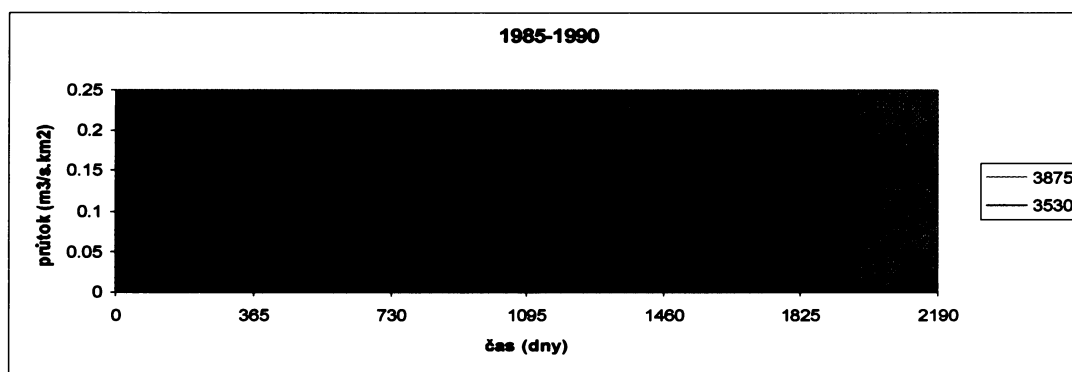
Obr. 6.28.- Průběh průtoků na stanicích 3895 (Bečva) a 3670 (Morava) v letech 1991 - 1995



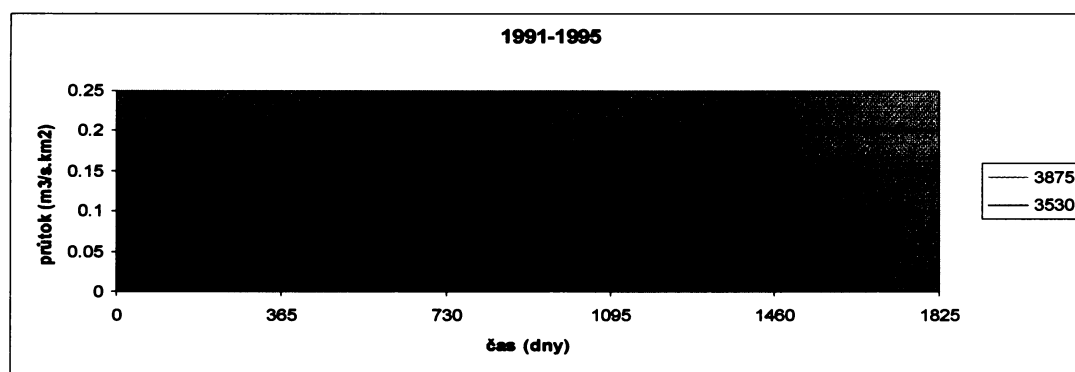
Obr. 6.29.- Průběh průtoků na stanicích 3880 (Bečva) a 3550 (Morava) v letech 1985 – 1990



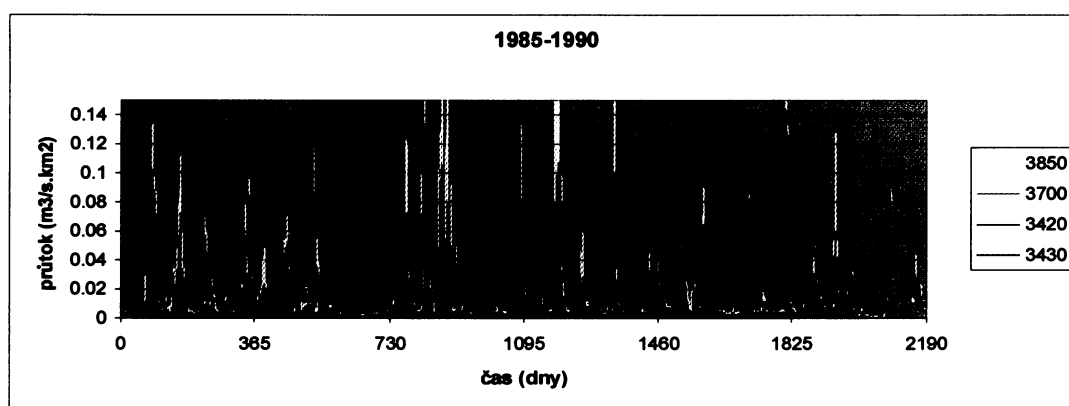
Obr. 6.30.- Průběh průtoků na stanicích 3880 (Bečva) a 3550 (Morava) v letech 1991 – 1995



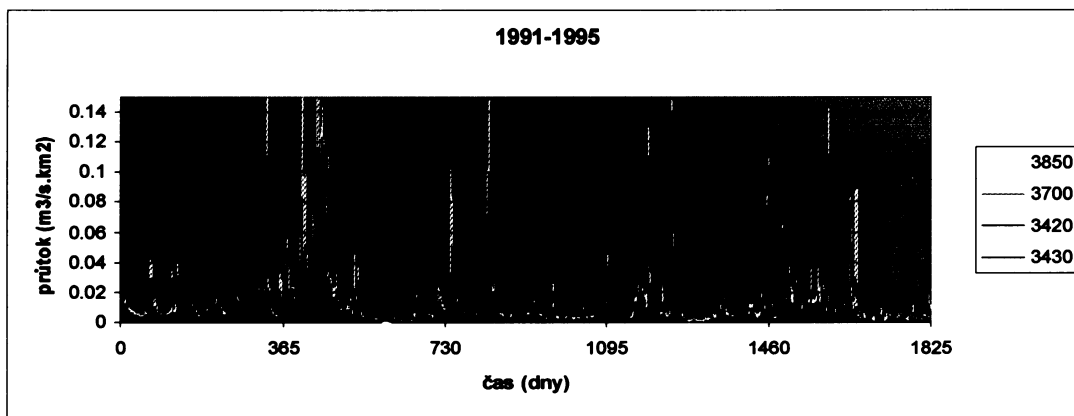
Obr. 6.31.- Průběh průtoků na stanicích 3875 (Bečva) a 3530 (Morava) v letech 1985 – 1990



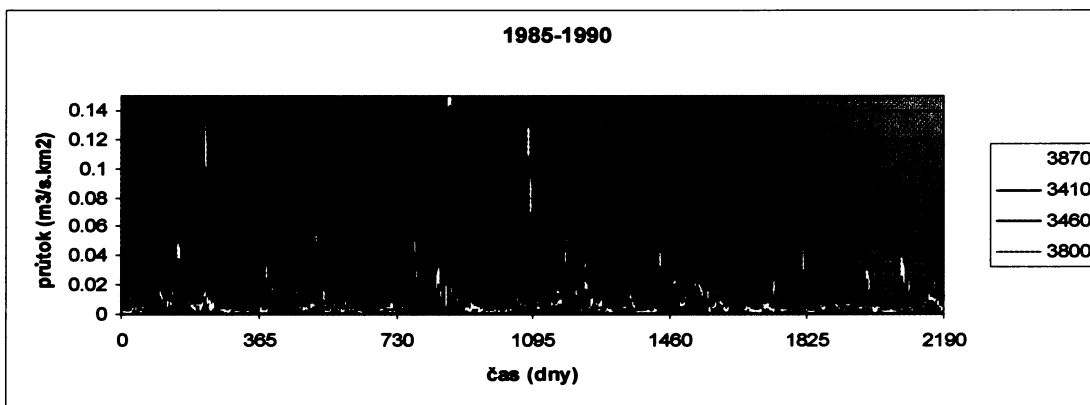
Obr. 6.32.- Průběh průtoků na stanicích 3875 (Bečva) a 3530 (Morava) v letech 1991 – 1995



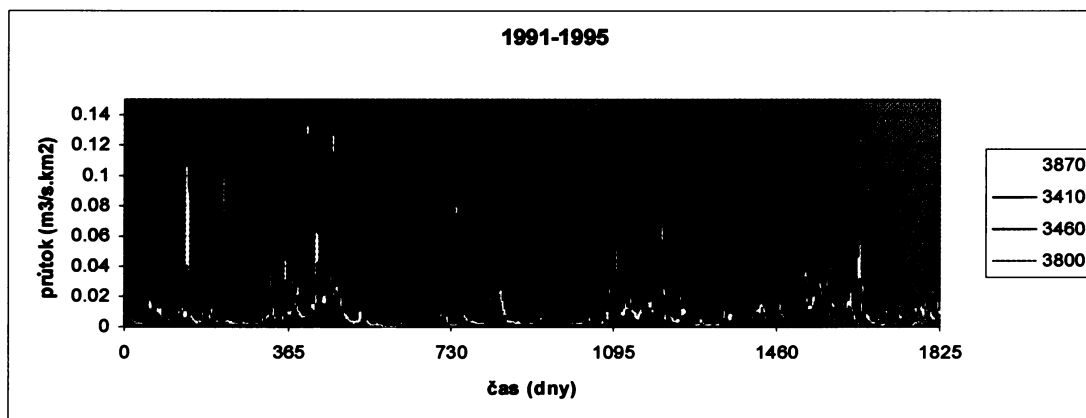
Obr. 6.33.- Průběh průtoků na stanicích 3850, 3700 (Bečva) a 3420, 3430 (Morava) v letech 1985 – 1990



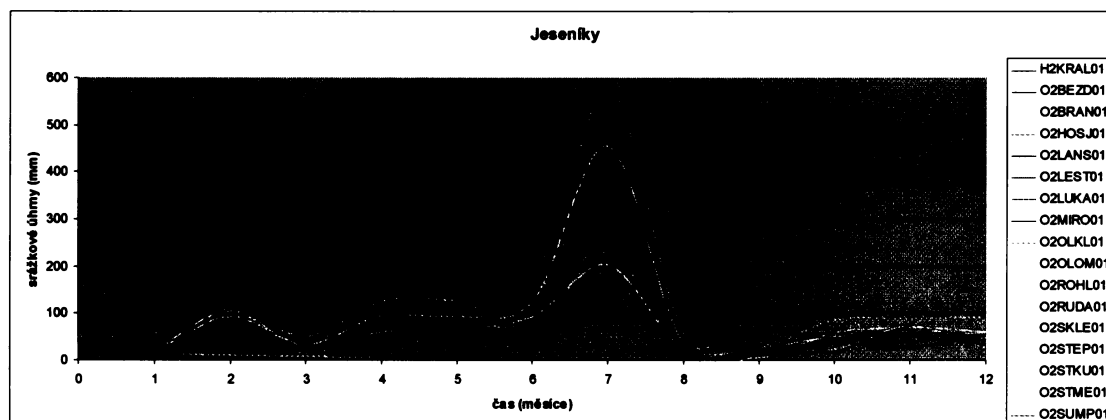
Obr. 6.34.- Průběh průtoků na stanicích 3850, 3700 (Bečva) a 3420, 3430 (Morava) v letech 1991 – 1995



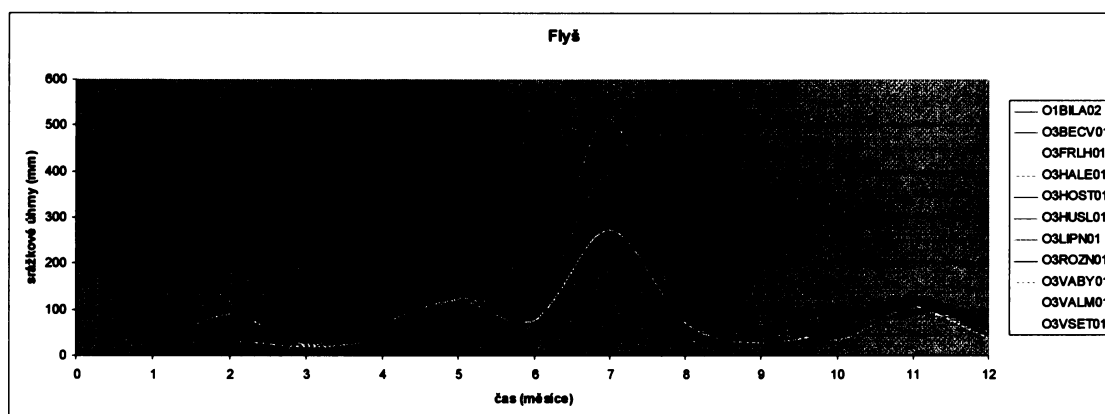
Obr. 6.35.- Průběh průtoků na stanicích 3870, 3800 (Bečva) a 3410, 3460 (Morava) v letech 1985 – 1990



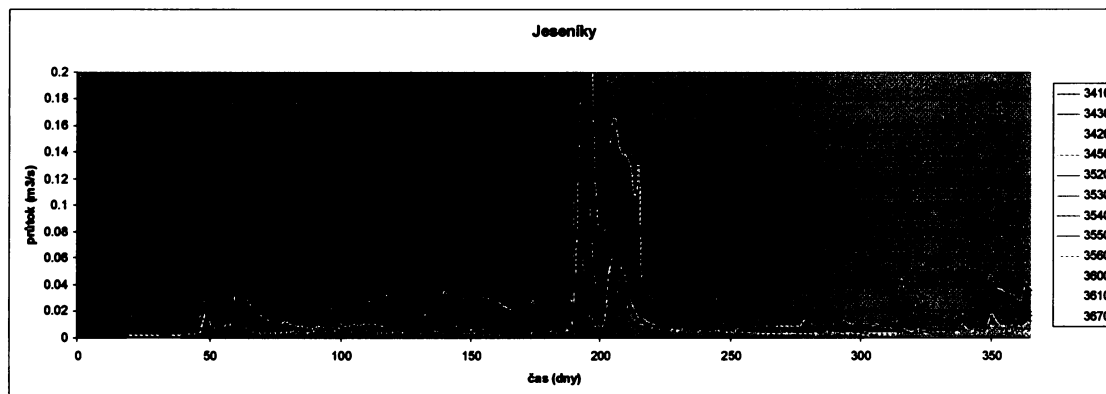
Obr. 6.36.- Průběh průtoků na stanicích 3870, 3800 (Bečva) a 3410, 3460 (Morava) v letech 1991 – 1995



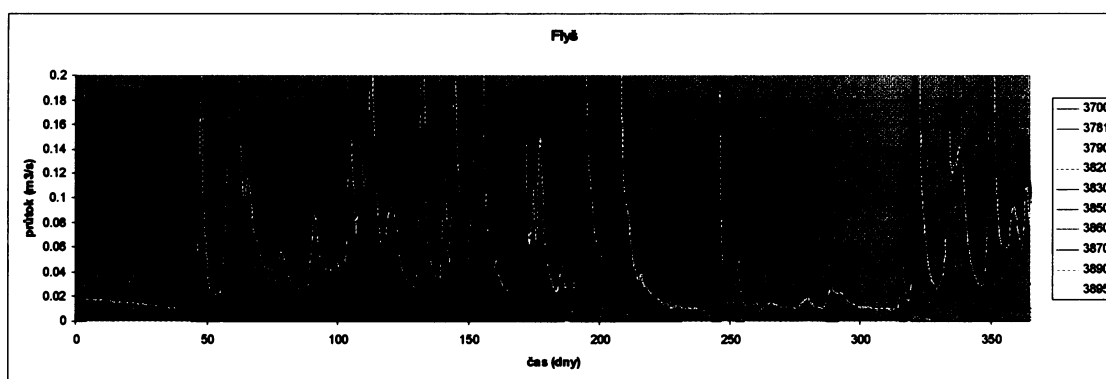
Obr. 6.37.- Průběh srážek v klimatických stanicích v roce 1997 v povodí Moravy



Obr. 6.38.- Průběh srážek v klimatických stanicích v roce 1997 v povodí Bečvy



Obr. 6.39.- Průběh průtoků na vodoměrných stanicích v roce 1997 v povodí Moravy



Obr. 6.40.- Průběh průtoků na vodoměrných stanicích v roce 1997 v povodí Bečvy

B. Tabulky:

Tab. 3.1.- Údaje k vrstvě Cr_rozv.shp.

AREA	PERIMETER	CHP	KODC	CHP_5
17216852.22995	17718.59257	1-01-01-0010	hk	1-01-01
20608459.50316	23249.10821	1-01-01-0020	hk	1-01-01
2826561.75490	7593.11699	1-01-01-0030	hk	1-01-01
11968835.27026	16111.97018	1-01-01-0040	hk	1-01-01
40802445.24622	39726.88798	1-01-01-0050	hk	1-01-01
6935770.71005	13877.63757	1-01-01-0060	hk	1-01-01
2805345.73783	9992.55088	1-01-01-0070	hk	1-01-01

Tab. 3.2.- Údaje k vrstvě Cr_vtoky.shp.

LENGTH	NAZEV
221.03660	Žubrinovský potok
1516.46677	Žubrinovský potok
322.95518	Žopka
241.56056	Žopka
126.09460	Žopka
300.03981	Žlutý potok
1558.42469	Žlutý potok

Tab. 3.3.- Údaje k vrstvě Nadr200.shp.

AREA	PERIMETER	VOD_P_	VOD_P_ID	CISOBJ_N	STYP_N
473962.063	3264.970	2	2	2730177	2210
233552.375	3026.220	3	1	2730176	2210
487751.750	3015.772	4	3	2730175	2210
375131.313	3426.207	5	4	2730174	2210
632410.188	7359.784	6	5	2730178	2210
463883.063	2727.472	7	46	2740065	2210
77062.063	1632.416	8	47	2730188	2210

Tab. 3.4.- Údaje k vrstvě Klim2000.shp.

ID	STATION_ID	BEGIN_DATE	END_DATE	LOCAL_ID	STN_NAME	OKRES	POVODI	ELEV	CHP	CHP_5
1	B1BLAT01	19610101	19821231	41320131	Blatnice p.sv.Antonínkem	Hodonín	Morava	225.0	4-13-02-0150	4-13-02
2	B1BLAT01	19830101	99991231	41320131	Blatnice p.sv.Antonínkem	Hodonín	Morava	211.0	4-13-02-0150	4-13-02
3	B1BOJK01	19610101	19710215	41310881	Bojkovice	Uherské Hradiště	Oiřava	271.0	4-13-01-0910	4-13-01
4	B1BOJK01	19710216	19840131	41310881	Bojkovice	Uherské Hradiště	Oiřava	275.0	4-13-01-0880	4-13-01
5	B1BOJK01	19840323	99991231	41310881	Bojkovice	Uherské Hradiště	Oiřava	281.0	4-13-01-0880	4-13-01
6	B1BRBY01	19610101	19830731	42180741	Brumov-Bylnice, Bylnice	Zlín	Vlára	304.0	4-21-08-0650	4-21-08
7	B1BRBY01	19630801	19940630	42180701	Brumov-Bylnice, Brumov	Zlín	Vlára	350.0	4-21-08-0660	4-21-08

Tab. 3.5.- Údaje k vrstvě Obj_pov.shp.

DTB	X	Y	NAZEV	TOK	HLGP	PLOCHA	POBOCKA	BREH
0010	3542400	5621600	Špindlerův Mlýn	Labe	1-1-01-01-005-01	52.92	HK	L
0020	3541450	5620150	Labská	Labe	1-1-01-01-005-02	60.68	HK	P
0025	3544540	5614300	Kamenný Mlýn	Malé Labe	1-1-01-01-014-01	12.20	HK	L
0030	3549350	5602625	Prosečné	Malé Labe	1-1-01-01-024-01	72.43	HK	L
0031	3550550	5613475	Černý Důl	Čistá	1-1-01-01-026-01	6.54	HK	L
0040	3551550	5601500	Hostinné	Čistá	1-1-01-01-032-01	77.73	HK	P
0041	3554300	5599225	Chotěvice	Pilníkovský potok	1-1-01-01-050-01	103.54	HK	L

Tab. 3.6.- Údaje k vrstvě Zrnitost.shp.

AREA	PERIMETER	SYNTPUDA_	SYNTPUDA_I	DOM3
24382910.000000	52020.840000	2	1	2
3677468.000000	32348.310000	3	2	3
11820200.000000	35229.700000	4	3	2
3067466.000000	13288.990000	5	4	2
164657.700000	1657.356000	6	5	3
5892417.000000	54631.270000	7	6	3
8818370.000000	21786.240000	8	7	2

Tab. 3.7.- Údaje k vrstvě Pudy.shp.

AREA	PERIMETER	SYNTPUDA_	SYNTPUDA_I	DOM1	MKSP	KPP	FAO	SUM
24382910.00	52020.84	2	1	40	Kambizem (typická) varieta kyselá	Hnědá půda kyselá	Dystric Cambisol	52Y3
3677468.00	32348.31	3	2	56	Glej (typický)	Glejevá půda	Eutric Gleysol	56Y3
11820200.00	35229.70	4	3	40	Kambizem (typická) varieta kyselá	Hnědá půda kyselá	Dystric Cambisol	40a2
3067466.00	13288.99	5	4	40	Kambizem (typická) varieta kyselá	Hnědá půda kyselá	Dystric Cambisol	52Y3
164657.70	1657.36	6	5	52	Pseudoglej primární	Oglejená půda	Dystric Planosol	52Y3
5892417.00	54631.27	7	6	56	Glej (typický)	Glejevá půda	Eutric Gleysol	56Y3
8818370.00	21786.24	8	7	40	Kambizem (typická) varieta kyselá	Hnědá půda kyselá	Dystric Cambisol	40a2

Tab. 3.8.- Údaje k vrstvě Geologie.shp.

AREA	PERIMETER	S42GEOL_	S42GEOL ID	COLOR	HORNINY
239929500.00	159945.90	2	1	15	granitoidy assytske (zuly, granodiority)
287270.40	2562.89	3	2	22	diority a gabra,assytske a variske
347265.10	2550.73	4	3	22	diority a gabra,assytske a variske
204839.10	3257.42	5	4	22	diority a gabra,assytske a variske
141000.30	1437.56	6	6	28	vulkanicke horniny terciemi (cedice, fonolity, tufy)
350757.80	3251.72	7	8	22	diority a gabra,assytske a variske
421031.50	2431.56	8	12	28	vulkanicke horniny terciemi (cedice, fonolity, tufy)
342011.20	3807.28	9	15	22	diority a gabra,assytske a variske

Tab. 3.9.- Údaje k vrstvě Vrstev.shp.

LENGTH	VRSTEV_	VRSTEV_ID	VYSKA
2598.332	1	450	450
527.198	2	400	400
459.164	3	450	450
1127.316	4	450	450
1114.726	5	450	450
2794.517	6	450	450
868.030	7	450	450
4334.090	8	400	400

C. Textové přílohy:

Příloha 5.1.- Charakteristika jednotlivých klimatických jednotek (Quitt, 1971):

CH 4	Léto velmi krátké, chladné, velmi vlhké, přechodné období velmi dlouhé s velmi chladným jarem a chladným podzimem, zima je zde velmi dlouhá, velmi chladná a velmi vlhká s velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky.
CH 6	Léto je velmi krátké až krátké, mírně chladné a vlhké až velmi vlhké, přechodné období je dlouhé s chladným jarem a mírně chladným podzimem. Zima je velmi dlouhá, mírně chladná s dlouhým trváním sněhové pokrývky.
CH 7	Léto je krátké až velmi krátké, mírně chladné a vlhké, přechodné období je dlouhé, mírně chladné jaro a mírný podzim. Zima je dlouhá, mírná, mírně vlhká s dlouhou sněhovou pokrývkou.
MT 2	Léto je krátké, mírné až mírně chladné, mírně vlhké, přechodné období krátké s mírným jarem a mírným podzimem, zima je normálně dlouhá s mírnými teplotami, suchá s normálně dlouhou sněhovou pokrývkou.
MT 5	Normální až dlouhé léto, mírné, mírně vlhké, suché až mírně suché, přechodné období normální až dlouhé, s mírným jarem a mírným podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně chladná, suchá až mírně suchá s normální až krátkou sněhovou pokrývkou.
MT 9	Léto je dlouhé, teplé, suché až mírně suché, přechodné období krátké s mírným až mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, krátká zima, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Příloha 5.2.- Detailní geologický popis (Mísař, 1983):

Moldanubikum Šumavy a jižních Čech:

Hranici oblasti tvoří středočeský hlubinný zlom na SZ, Bavorský křemenný val na JZ, Příbyslavský hlubinný zlom na V a ratajská svorová zóna na S (odděluje tuto část Moldanubika od Kutnohorského krystalinika).

Z petrografického hlediska zde převažuje jednotvárná skupina (biotit-plagioklasové, sillimanit-biotitové pararuly), je zde zastoupena i pestrá skupina, která se vyskytuje ve dvou pruzích.:

1) Sušicko-votický pruh - zde jsou hojné a mocné vložky vápenců, dále zde byl prokázán výskyt erlánů .

2) Krumlovský pruh - vyskytují se zde granulity, grafity, eklogity, jsou zde přítomny vločky kvarcitů, krystalických vápenců, dolomitů a skarnů. Dalšími významnými členy moldanubického komplexu jsou horniny ortorulového typu (mají hlubinný charakter) - rozčleněny do gföhlské, bechyňské, blanické skupiny.

Regionální metamorfóza proběhla ve dvou stádiích:

- 1) dalradského typu - tato metamorfóza je časově starší (kadomská)
- 2) typ Abukuma - tato metamorfóza je časově mladší (hercynská)

Oblast leží mezi Středočeským plutonem a Moldanubickým plutonem, dále se zde vyskytují drobná tělesa durchbachytů v pruhu SSV kolem Písku, žilné horniny kolem Českého Krumlova a granulitové masívy - granulit Blanenského lesa, Křišťanovský granulit, Prachatický granulit.

Bavarikum:

Z větší části se vyskytuje v Německu a v Rakousku, na území ČR zasahuje JZ od Klatov v oblasti Královského hvozdu. Z geografického hlediska je oblast tvořena Hornofalckým a Bavorským lesem na území Německa a oblastí Mühlviertel a Schauwald na území Rakouska. Vymezení hranice je problematické, SZ hranice se klade na linii řeky Luhe, JV hranici tvoří Rodelská linie. Hlubinnými zlomy je rozděleno Bavarikum na tři oblasti:

- 1) zóna Českého lesa - severní část, hranice leží na Bavorském křemenném valu, jsou zde hojné relikt starší stavby SSV-JJZ a SV-JZ
- 2) zóna řeky Mühl - mezi Bavorským křemenným valem a dunajským zlomem, relikt starší stavby se zde vyskytují pouze ojediněle.
- 3) zóna Schauwaldu - jižně od dunajského zlomu, vyskytují se zde migmatity a anatektické granity.

Z petrografického hlediska převládá monotónní skupina (migmatity, biotiticko-sillimanitové pararuly), relikt pestré skupiny jsou zachovány západně od Rodelské linie v Herzogsdorfu a v Bavorsku u Passova.

Stupeň metamorfózy stoupá od S k J, oblast kolem Královského hvozdu je metamorfována nejméně. Intruze granitoidových těles byla ovlivněná přítomností zlomů - starší intruze jsou

protáženy ve směru zlomů, mladší intruze jsou na průběhu zlomů nezávislé. Nejznámější intruze jsou Weinsberský granit, Schardinský granit a granit typu Eisgarn .

Krkonoško-jizerské krystalinikum:

Hranice oblasti je tvořena stykem s permokarbonem na J a V a státní hranicí na S (dále pokračuje mimo ČR k vnitřnímu zlomu lugika). V této oblasti se vyskytuje kadomské, částečně kaledonské a téměř úplné hercynské strukturní patro. Soubor ordovicko-silursko-spodnodevonského stáří (kaledonské patro) se vyznačuje maximálním stupeň metamorfózy ve fáci zelených břidlic ne vyšší. Svrchnodevsko-spodnokarbonské patro se vykazuje nižší intenzitou deformace proti předchozím patřům při stejné intenzitě metamorfózy. Podle zastoupení jednotlivých strukturních pater rozdělujeme krystalinikum na následující úseky:

1) Jizerské krystalinikum - nachází se mezi Lužickým plutonem a Krkonoško-jizerským plutonem, střídají se zde ortoruly s vložkami svorů a fylitů, vyskytují se zde i polohy amfibolů a erlánů.

2) Krkonošské krystalinikum - oblast leží jižně od Krkonoško-jizerského plutonu, na J je obklopena železnobrodským krystalinikem a na JV rýchorským krystalinikem. Krkonošské krystalinikum je tvořeno dvěma příkrovy - sudetským a subsudetským. Velká část krkonošského krystalinika patří ke kadomskému strukturnímu patru.

Z petrografického hlediska můžeme rozdělit území na dvě části:

a) jižní část (oblast podél styku s Krkonoško-jizerským plutonem) - vyskytují se zde krkonošské ortoruly (v ČR nazývány jako ruly malé Úpy) obsahující K- živec, muskovit, albit, některé přecházejí do albitických svorů.

b) severní část - nachází se zde albitické svory a fylity, vložky vápenců, erlánů a grafitických svorů. Metamorfóza zde proběhla ve dvou fázích, jednak ve fázi starší, při které vzniká facie albit-epidot-amfibol a jednak ve fázi mladší, při které vzniká asociace křemen-albit-chlorit-muskovit. Na styku s Krkonoško-jizerským plutonem vzniká úzká zóna biotitických rohovců s cordieritem a andaluzitem.

3) Železnobrodské krystalinikum - východní hranice mezi Železnobrodským krystalinikem a Rýchorským krystalinikem tvoří poloha karbonátů mezi Peklem a Černým Dolem, na J přes krystalinikum transgreduje limnický permokarbon, v jehož podloží pokračuje až do oblasti ČKP (křída ho zakrývá).

Z petrografického hlediska se zde jedná o grafitické fylity s polohami metabazitů, hojně jsou i výskyty karbonátů.

4) Ještědské krystalinikum - v této oblasti je zachováno i nejmladší strukturní patro stáří svrchní devon-spodní karbon. Hranice oblasti je tvořena Lužickým zlomem na JZ (odděluje úsek od ČKP), Krkonoško-jizerským plutonem na SV a Lužickým zlomem a Jizerským krystalinikem na Z. Kadomské patro je stejné jako v Krkonošském a Železnobrodském krystaliniku, patro stáří ordovik-silur-spodní devon (kaledonské) tvoří podstatnou část ještědského krystalinika.

Z hornin se zde vyskytují především seritické fylity a kvarcity ordovického stáří, dále jsou zde karbonátové komplexy s dolomity. Stratigraficky zde chybí část spodního a středního devonu. Svrchnodevonské-spodnokarbonské strukturní patro je zde zastoupeno vulkanity svrchnodevonského stáří a spodnokarbonskými sedimenty. Klastika jsou součástí výplně mořského průlivu z Labského břidličného pohoří k JV do slezské oblasti.

5) Rýchorské krystalinikum - hranice oblasti je tvořena Železnobrodským krystalinikem na S, dále ortorulami Krkonošského krystalinika na S, pruhem vápenců SV od Vrchlabí a transgredujícím permokarbonem Dolnoslezské pánve na J a V.

Rýchorské krystalinikum je litologicky i stratigraficky podobné s Železnobrodským krystalinikem. Nachází se zde grafitické fylity, metamorfované karbonáty a porfyroidy.

6) Leszenické krystalinikum - je pokračováním Rýchorského krystalinika, ale na rozdíl od něj náleží ke kadomskému strukturnímu patru. Hranice oblasti je tvořena tektonickým oddělením od krkonošského krystalinika a na V se noří pod Dolnoslezskou pánev.

Z petrografického hlediska se zde jedná o svory a fylity, hlavní součástí jsou metamorfované bazické vulkanity.

Stupeň metamorfózy je nízký až střední, vulkanity jsou metamorfovány ve facii zelených břidlic, případně v amfibolitové facii.

Orlicko-kladské krystalinikum:

Z geografického hlediska je oblast tvořena Orlickými horami, Kralickým Sněžníkem a západní částí Rychlebských hor. Hranice je tvořena přesunutím krystalinika přes Novoměstské krystalinikum podél Olešnicko-uhřínovského nasunutí na JZ; na SZ krystalinikum se noří pod Českou křídovou pánev. Jako celek je Orlicko-kladské krystalinikum zařazováno k proterozoiku, hlavní minerální metamorfní asociace vznikly při kadomské orogenezi.

Rozlišujeme dvě horninové skupiny:

1) sněžnická skupina - tvoří ji ruly, migmatity, žuloruly, ortoruly, křemcovo-živcové ruly s muskovitem, dále se zde vyskytují horniny eklogitového a granulitového složení.

2) stróňská skupina - leží v nadloží sněžnické skupiny, podél olešnicko – uhřínovského nasunutí je oddělena od novoměstského krystalinika. Z petrografického hlediska je oblast tvořena dvojslídnyými svory, lepidoblastickými rulami, vyskytují se zde polohy mramorů, kvarcitů a grafitických hornin. V západní části Orlických hor rozlišujeme dva oddíly stóňské skupiny:

1) spodní oddíl šedých svorů

2) svrch. oddíl zelených svorů

Metamorfóza proběhla v amfibolitové facii, směrem do centra oblasti se objevuje kyanit a staurolit. Ve sněžnické skupině se vyskytují horniny eklogitového a granulitového složení. Na hranici Orlicko-kladského krystalinika a Novoměstského krystalinika intrudoval Kudovsko-olešnický granit, bazická tělesa jsou vzácná. Metabazity se vyskytují pouze ve střední části stróňské skupiny, jinak jsou jejich výskyty ojedinělé.

Novoměstské krystalinikum:

Severovýchodní omezení oblasti tvoří Olešnicko-uhřínovské nasunutí (oddělení od Orlicko-kladského krystalinika) a Zábřežské krystalinikum na JZ. Se Zábřežským krystalinikem je oblast podobná v litologickém, stratigrafickém i metamorfním režimu.

Z petrografického hlediska zde vymezujeme dvě souvrství:

- 1) spodní souvrství - horninové složení je monotónní, střídají se muskoviticko-biotitové a chloriticko-muskovitové fylity
- 2) svrchní souvrství - zde se vyskytují páskované metadroby a metapelity.

V obou souvrstvích je mocný bazický vulkanismus, vyskytují se zde epidotické amfibolity.

Stupeň metamorfózy je až granátové zóny, běžnější asociace jsou chlorit. a biotit, stupeň metamorfózy směrem k SZ klesá do podloží ČKP.

V této oblasti se nachází orogenní až postorogenní granitoidní masívy, např. masív Novohrádecký, Olešnický a Litický. Bazické horniny mají zastoupení v gabru Špičáku u Deštné a gabru u Pěčína, kde se jedná (u Pěčína) o granodiority, diority a gabroamfibolity.

Ze struktuně-tektonického hlediska se jedná o jednoduchou vrásovou stavbu, kdy v západní části má osa směr V-Z a směrem k J se osa stáčí do směru SZ-JV.

Staroměstské krystalinikum:

Oblast je svrchnoproterozoického stáří, na V se podél Ramzovského a Nýznerovského nasunutí stýká se Silezikem moravskoslezské oblasti. Jižní hranici představuje bušínský zlom (kde se stýká se Zábřežským krystalinikem), severní hranici pak tvoří okrajový zlom lugika. Na V je Staroměstské krystalinikum přesunuto přes Silezikum, na Z je v podloží Orlicko-kladského krystalinika .

Horninové složení je podobné Letovickému a Zábřežskému krystaliniku, rozlišujeme dvě skupiny:

- 1) skupina Hraničné - lemuje styk s Orlicko-kladským krystalinikem, vyskytují se zde biotitické a dvojslídne ruly, vložky krystalických vápenců, erlánů a grafitických břidlic.
- 2) ofiolitová skupina - nachází se na V od skupiny Hraničné, od okrajového zlomu Lugika na S až k bušínskému zlomu na J. Z petrografického hlediska jsou zde metamorfované kyselé, bazické i ultrabazické horniny, dále amfibolity bohaté živcem.

Stupeň metamorfózy je maximálně do amfibolitové facie.

Do této oblasti také intrudovalo těleso tonalitu.

Příloha 6.1. - Popis říční a urbanistické sítě a ve zkoumaných povodích:

Číslo XXXX je dokumentačním číslem vodoměrné stanice používaným v ČHMÚ. Následující slovní popis se vztahuje pouze k povodím v hlavním souboru (tab. 6.1), údaje o všech zpracovávaných povodích jsou uvedena v tab. 6.4. až 6.6.

Orlické hory:

0235 (Orlické Záhoří - Divoká Orlice)

Toky: Divoká Orlice, Černý potok, Kamionka, Orlica, Potoczek, Walowice, Wolowiec, Twarde Źródlo

Obec: Orlické Záhoří

0240 (Kláštrec nad Orlicí - Divoká Orlice)

Toky: Divoká Orlice, Glejnik, Potoczek, Hadinec, Bartošovický potok, Jelonik, Černý potok, Pastviny, Orlica, Twarde Źródlo, Wolowiec, Walowice, Kamionka, Tartaczny potok,

Obec: Orlické Záhoří, Bartošovice v Orlických horách a Kláštrec nad Orlicí. Osady Bedřichovka, Trčka, Zelenka

0300 (Rychnov nad Kněžnou- Kněžná)

Toky: Liberský potok, Bělský potok, Kněžná, Javornický potok

Okresní město Rychnov nad Kněžnou

3410 (Vlaské - Morava)

Toky: Morava, Kopřivák, Hluboký potok, Zelený potok, Kamenitý potok, Malá Morava, Mlýnský potok, Vysoký potok, Zlatý potok

Obec: Dolní Morava, Malá Morava, Sklené, Vysoká, Červený potok, Vojtíškov, Křivá voda a Vysoký Potok

3420 (St. město p. Sněž. - Telčský potok)

Toky: Vrbenský potok, Telčava a Bystřina

Obec: Malé Vrbno, Velké Vrbno

Šumava:

1390 (Kolinec – Ostružná)

Toky: Ostružná, Bradenský potok, Čeletický potok, Kunkovický potok, Šukačka a Hájský, Zámecký a Mlýnský rybník (toky ležících u rybníků)

Obec: Hlavoňovice, Kolinec, Čarchov, Velhartice, dále řada menších vesnic. Z toků se zde nachází, což jsou toky ležící u rybníků.

V povodí se nachází dva rybníky o plochách 0,09 km² a 0,11 km². Jelikož tyto rybníky ovlivňují jen malou větev toků, rozhodla jsem se toto povodí použít pro další zpracování i přes přítomnost manipulačních nádrží.

1413 (Sudslavice - Volyňka)

Toky: Arnoštský potok, Volyňka, Medvědí potok, Pravětínský potok, Křesanovský potok,

Město: Vimperk

Obec: Vnarovy, Sudslavice, Modlenice, Cejsice, Klášterec, Lipka, Michlova Huť, Korkusova Huť

1417 (Bohumilice - Spůtka)

Toky: Horský potok, Mladíkovský potok, Spůlka, Košínský potok, Zdíkovský potok, Stašský potok

Obec: Nicov, Stachy, Zdíkov, Lhota nad Rohanovem, Benešova Hora, Úbislav, Mladíkov, Horosedly, Onšice, Putkov, Zdíkovec, Žírec

1809 (Stará Lhota - Úhlava)

Toky: Úhlava, Nýrsko, Lomnice, Zelenský potok, Ostrý potok, Bílý potok, Černý potok,

Obec: Hamry, Hojsova Stráž, Stará Lhota, Zelená Lhota

1816 (Sobětice - Mochtínský potok)

Toky: Mochtínský potok, Srbický potok

Obec: Chlístov, Mochtín, Nový Čestín, Zdebořice, Kocurov, Tržek, Těšetiny, U pily

1820 (Klatovy - Úhlava)

Toky: Chodská Úhlava, Chudenínský potok, Jelenka, Strážovský potok, Andělice, Úhlava, Žíznětický potok, Městišský potok, Nýrsko, Dešenitský potok, Helmbach, Lomnice, Zelenský potok, Ostrý potok, Bílý potok, Černý potok, Bezděkovský potok, Kusmoukovský potok, Novákovický potok

Město: Nýrsko

Obec: Hojsova Stráž, Bezděkov, Loučim, Chodská Lhota, Dlažkov, Javor, Chudenín, Dešenice, Hamry, Lomec, Pocinovice, Běhařov, Janovice nad Úhlavou, Týnec

Dále se zde nachází vodní nádrž Nýrsko (plocha 1,5 km²) plus dvě menší nádrže (plochy 0,18 km² a 0,12 km²)

1827 (Slavíkovice - Poleňka)

Toky: Poleňka

Obec: Libkov, Vílov, Nová Víska

Jeseníky:

2612 (Karlovice - Opava)

Toky: Černá Opava, Podzámecký potok, Slučí potok, Sokolí potok, Opava, Bílý potok, Suchý potok, Skalní potok, Střední Opava, Videlský potok, Střední Opava, Bílá Opava,

Město: Vrbno pod Pradědem

Obec: Ludvíkov a Karlova Studánka

3041 (Zlaté Hory - Zlatý potok)

Toky: Zlatý potok, Černý potok

Město: Zlaté Hory

2581 (Mnichov - Černá Opava)

Toky: Černá Opava, Rudná, Suchý potok, Slučí potok a Podzámecký potok

Obec: Rejvíz

2690 (Rýmařov - Podolský potok)

Toky: Růžový potok, Podolský potok, Stříbrný potok, Splavský potok, Slatinný potok, Janovický potok, Staroveský potok

Obec: Žďárský potok a Stará ves

3070 (Žulová - Stříbrný potok)

Toky: Stříbrný potok a Bučinský potok

Obec: Žulová, Nýznerov

3430 (Habartice - Krupá)

Toky: Vrbenský potok, Telčava, Kunčický potok, Krupá, Bystřina, Stříbrnický potok, Chrastický potok, Štěpánovský potok

Obec: Staré Město, Chrastice, Vysoké Žibřidovice, Stříbrnice, Kunčice, Nová Seninka

3120 (Lipová Lázně - Staříč)

Toky: Staříč, Vápenný potok, Ramzovský potok, Vražedný potok

Okresní město: Jeseník

Obec: Lipová Lázně

3440 (Jindřichov - Branná)

Toky: Branná, Klepáčský potok, Hučava, Novolosinský potok, Staříč, Sklená voda

Obec: Ostružná, Branná, Vikantice, Jindřichov, Nové Losiny

2590 (Železná - Střední Opava)

Toky: Bílý potok, Skalní potok, Střední Opava, Sokolí potok, Česnekovský potok

Obec: Nenachází se zde žádná obec

2600 (Ludvíkov - Bílá Opava)

Toky: Bílá Opava

Obec: Ludvíkov, Karlova Studánka

2670 (Karlov - Moravice)

Toky: Moravice, Volárka, Kotelný potok

Obec: Karlov pod Pradědem

Beskydy:

2790 (Čeladná – Čeladenka)

Toky: Frýdlantská Ondřejnice, Čeladenka, Bílý potok, Stolová, Hluboký potok, Kněhynka, Magurka a Mohula

Město: Rýmařov

Obec: Čeladná, Stará Ves

2810 (Uspolka – Morávka)

Toky: Morávka, Travný potok, Suchý potok, Kocuří potok, Myšácký potok, Lúčka, Bukovinský potok, Ježanský potok

Obec: Nevyskytují se zde žádné obce.

2820 (Uspolka – Nytrová)

Toky: Nytrová, Skalka, Kotelský potok

Obec: Nevyskytují se zde žádné obce.

2830 (Slavič – Slavič)

Toky: Blatný potok, Slavič, Morávka, Ropičný potok, Frankov potok

Obec: Nevyskytují se zde žádné obce.

2850 (Raškovice – Mohelnice)

Toky: Mohelnice, Sihelský potok, Borový potok, Medvědí potok, Polenitý potok, Jestřábí potok, Zimní potok, Suchý potok, Papežov, Travenský potok, Tošenovský potok

Obec: Krásná

2961 (Horní Lomná – Lomná)

Toky: Rusňok, Kamenitý potok, Tatinský potok, Polanský potok, Lomná, Menší potok, Stoligy, Suchý potok, Úplaz, Přelač, Jelitov, Malý Burkovský potok, Velký Burkovský potok, Kyčmol, Čertí potok

Obec: Horní Lomná

3850 (Solanec - potok Leští)

Toky: Mišna, Hutiský potok

Obec: Nevyskytují se zde žádné obce.

2500 (Senov - Nový Jičín - Jičínka)

Toky: Rakovec, Jičínka, Jičina, Ostruží potok, Zrzávka, Stranický potok, Králův potok, Křížanův potok, Papakův potok, Kacabaja, Kojetínský potok

Okresní město: Nový Jičín

Obec: Kunín, Starý Jičín, Hodslavice, Hostašovice, Mořkov, Veřovice

2905 (Horní Domaslavice - Lučina)

Toky: Říčka, Holčina, Kamenitý potok, Račok, Lučina, Tošanůvka, Šprochůvka,

Obec: Dolní Tošanovice, Vojkovice, Dobratice.

V povodí se nachází vodní nádrž o ploše 2,25 km². Vodoměrná stanice leží nad touto nádrží, to znamená, že měření není ovlivňováno (regulováno) touto nádrží.

2960 (Jablunkov - Olše)

Toky: Olecka, Potok Bystrzanski, Kotelnice, Pradowiec, Potok Jama, Potok Mlocisko, Potok Dupnianski, Olza, Hranečník, Olše, Lísky, Potok Olenica,

Obec: Písek a Bukovec.

Povodí zasahuje částečně i na Slovensko, gisová vrstva neobsahuje slovenskou část řek.

2980 (Jablunkov - Lomná)

Toky: Ošetnice, Lomná, Rusňok, Kamenitý potok, Tatínský potok, Polanský potok, Menší potok, Žabník, Stoligy, Jestřábá potok, Lačnovský potok, Úplaz, Mostřanka, Křinovský potok, Jelitov, Čertí potok, Přelač, Malý Burkovský potok, Velký Burkovský potok, Kyčmol

Obec: Dolní Lomná, Horní Lomná, Mosty u Jablunkova

2990 (Český Těšín – Baliny - Olše)

Toky: Střelma, Hluchová, Kompařov, Kostkov, Rodvanov, Rohovec, Tyrka, Olše, Javorový potok, Liderov, Kopytná, kopitnice, Olecka, Potok Bystrzanski, Kotelnice, Pradowiec, Potok Jama, Potok Mlocisko, Potok Dupnianski, Olza, Hranečník, Olše, Lísky, Potok Olenica,

Obec: Písek a Bukovec. Ošetnice, Lomná, Rusňok, Kamenitý potok, Tatínský potok, Polanský potok, Menší potok, Žabník, Stoligy, Jestřábá potok, Lačnovský potok, Úplaz, Mostřanka, Křinovský potok, Jelitov, Čertí potok, Přelač, Malý Burkovský potok, Velký Burkovský potok, Kyčmol

Město Třinec, obce Nýdek, Bystřice, Hrádek, Košařiska, Milíkov, Bocanovice, Písek, Gruníček, Dolní Lomná, Horní Lomná Bukovec, Mosty u Jablunkova

3001 (Řeka - Ropičanka)

Toky: Ropičanka

Obec: Řeka

3700 (Velké Karlovice - Vsetínská Bečva)

Toky: Vsetínská (Horní) Bečva, Kolečná, Miloňovský potok, Lopušanka, Tíšavský potok

Obec: Velké Karlovice

3740 (Kychová - Kychovka)

Toky: Kychová

Žádné město ani obec.

3760 (Zděchov - Zděchovka)

Toky: Zděchovka

Obec: Zděchov

3790 (Vsetín - Vsetínská Bečva)

Toky: Vsetínská Bečva, Stanovnice, Dinotice, Vranča, Břežitá, Provazný potok, Černý potok, Kýchová, Záružný potok, Hořanský potok, Petráčovský potok, Senice, Uherský potok, Snozový potok, Veřečný potok, Vápenka, Luženka, Pulčínský potok, Spina, Lačnovský potok, Kolečná, Jezerní potok, Miloňovský potok, Kžížný, Kobylská, Lušová, Rařkov, Kobylská, Lušová

Okresní město Vsetín

Obec: Velké Karlovice, Karolina, Nový Hrozenkov, Senina, Valašská Polanka, Zděchov, Střelná, Valašská Senice a další

V horních částech povodí se nachází nádrž 0,49 km².

3860 (Rožnov pod Radhoštěm - Rožnovská Bečva)

Toky: Kněhyně, Báčovský potok, Kobylská, Mečůvka, Rožnovská (Dolní) Bečva Serghač, Kyvňáčka, Lesčí, Hluboký potok, Soláněcký potok, Bučkový potok, Veřmírovský potok, Kaní potok, Sladský potok, Dolní Rozpitský potok, Házovický potok, Studený potok, Kaňůvka, Misna-Hutiský potok

Město: Rožnov pod Radhoštěm

Obec: Vigantice, Dolní Bečva, Prostřední Bečva, Horní Bečva, Hutisko - Solanec

3870 (Krásno - Rožnovská Bečva)

Toky: Zašovský potok, Srní potok, Zuberský potok, Starozuberský potok, Rožnovská (Dolní) Bečva, Maretká, Kněhyně, Báčovský potok, Kobylská, Mečůvka, Rožnovská (Dolní) Bečva Serghač, Kyvňáčka, Lesčí, Hluboký potok, Soláněcký potok, Bučkový potok, Veřmírovský

potok, Kaní potok, Sladský potok, Dolní Rozpitský potok, Házovický potok, Studený potok, Kaňůvka, MisnaHutiský potok

Město: Rožnov pod Radhoštěm, Valašské Meziříčí

Obec: Vigantice, Dolní Bečva, Prostřední Bečva, Horní Bečva, Hutisko - Solanec, Vidče, Zašová

3880 (Kelč - Juhuně)

Toky: Pastevník, Hájový potok, Juhyně, Komárovický potok, Jasenov, Rosošný potok, Rychtářka, Škvořatina

Město: Kelč

Obec: Choryně, Kladeruby, Rouské, Všechnovice, Provodovice, Kunovice, Komárno, Podhradní Lhota, Rajnochovice

Krkonoše:

0031 (Černý důl - Čistá)

Toky: Stříbrný potok a Čistá

Obec: Černý důl

0850 (Dolní Štěpanice - Jizerka)

Toky: Kotelský potok, Kozelský potok, Jizerka, Boudelský potok, Kozlí strouha, Šerá strouha

Obec: Vítkovice, Křížlice, Dolní Štěpanice, Benecko, osady Horní Mísečky, Dolní Mísečky, Sklenné Hutě, Janova Hora

3220 (Bílý potok – Smědá)

Toky: Smědá, Černá Smědá, Bílá Smědá, Bílý potok, Velká Rybí voda, Malá Rybí voda a Hájený potok

Obec: Bílý potok

3230 (Frýdlant v Čechách - Smědá)

Toky: Lomnice, Smědá, Černá Smědá, Bílá Smědá, Černý potok, Bílý potok, Ztracený potok, Libverdský potok, Pekelský potok, Velká rybí voda, Malá rybí voda, Sloupský potok, Malý Sloupský potok, Černá říčka, Holubí potok, Hráz

Město: Frýdlant, Nové Město pod Smrkem, Ludvíkov pod Smrkem, Hejnice

Obec: Lázně Libverda, Bílý potok, Hajniště, Ludvíkov pod Smrkem

3231 (Frýdlant v Čechách - Řásnice)

Toky: Řásnice

Obec: Dolní Řásnice, Horní Řásnice, Krásný Les

3250 (Předlánce - Bulovský potok)

Toky: Bulovský potok, Arnolický potok

Obec: Bulovka

