



MASARYKOVA UNIVERZITA



Přírodovědecká fakulta

Geografický ústav

Ivo SVOBODA

ŘEKA JIHLAVA A JADERNÁ ELEKTRÁRNA DUKOVANY

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Kolář, CSc.

Brno 2011

Jméno a příjmení autora:	Ivo SVOBODA
Název bakalářské práce:	Řeka Jihlava a Jaderná elektrárna Dukovany
Název v angličtině:	The Jihlava river and Nuclear Power Plant Dukovany
Studijní obor:	Geografie (Fyzická geografie)
Vedoucí bakalářské práce:	RNDr. Miroslav Kolář, CSc.
Rok obhajoby:	2011

Anotace:

Práce komplexně popisuje interakci mezi řekou Jihlavou a Jadernou elektrárnou Dukovany. Zaměřuje se na charakteristiku vodních nádrží Dalešice a Mohelno jako prostředku této vazby, hodnotí požadavky elektrárny na vodní tok a věnuje se i problematice dopadů propojení, a to po stránce hydrologické a environmentální. V závěru jsou analyzována a subjektivně hodnocena možná opatření na zmírnění dopadů energetické soustavy.

Anotation:

The work describes the complex interaction between the river Jihlava and Dukovany power plant. It focuses on the characteristics of water bodies Dalešice and Mohelno as a means of binding, assesses power requirements for water flow and devotes to the issue of the impact of interconnection and in terms of hydrological and environmental. Finally, the work analyzes and subjectively assesses possible measures to mitigate impacts of energy systems.

Klíčová slova: Povodí Jihlavy – režim toku – Jaderná elektrárna Dukovany – vodní nádrže – požadavky na tok – dopady – Třebíčsko

Key words: The Jihlava river basin - flow regime – Nuclear Power Plant Dukovany – dams - flow requirements – impacts – Třebíč region



Masarykova univerzita

Přírodovědecká fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: Ivo Svoboda
Studijní program: Geografie a kartografie
Studijní obor: Geografie

Ředitel Geografického ústavu Přírodovědecké fakulty MU Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu MU určuje bakalářskou práci s tématem:

Řeka Jihlava a jaderná elektrárna Dukovany

The Jihlava river and nuclear power plant Dukovany

Zásady pro vypracování:

1. Zhodnoťte hydrologický potenciál řeky Jihlavy a jeho využití při provozu JE Dukovany.
2. Zaměřte se na interakci toku Jihlavy a jaderné elektrárny.
3. Charakterizujte dopady na hydrologický režim povrchových, resp. podzemních vod a na životní prostředí.
4. Navrhněte možná řešení stávajících problémů.
5. Práci doplňte tabelárními, grafickými a mapovými přílohami.

Rozsah grafických prací: podle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: cca 30-40 stran

Seznam odborné literatury:

BULÍČEK, Jaroslav: Povrchové vody v Československu a jejich ochrana. Praha, Academia, 1972.

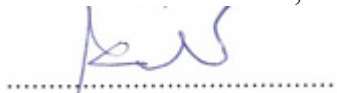
Studie vlivu energetické soustavy Dukovany Dalešice na okolní prostředí. Západosomoravské muzeum v Třebíči, 1981, 137 s. + přílohy

KOČKOVÁ, E., et al.: Jakost vody pro vodní dílo Dalešice. Kvalita vody v nádrži Mohelno ve vztahu k JE Dukovany. Výzkumná zpráva VUV T.G.M., pobočka Brno, 1995.

SPURNÝ, P., MAREŠ, J., HEDBÁVNÝ, J., SUKOP, I.: Heavy metals distribution in the ecosystems of the upper course of the Jihlava River. In.: Czech J. Anim. Sci., 2002, 47, 160-167.

Vedoucí bakalářské práce:

RNDr. Miroslav Kolář, CSc.



Podpis vedoucího práce:

Datum zadání bakalářské práce:

říjen 2010

Datum odevzdání bakalářské práce:

do 13. května 2011



RNDr. Vladimír Herber, CSc.
pedagogický zástupce ředitele ústavu

Zadání práce převzal(a): Ivo Svoboda..... dne 26. října 2010.....

Prohlašuji tímto, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Miroslava Koláře, CSc. a že jsem uvedl v seznamu literatury veškerou použitou literaturu a další zdroje.

V Brně dne 12. května 2011

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce RNDr. Miroslavu Kolářovi, CSc. za odborné vedení a cenné rady a také pánům Ing. Josefu Bláhovi a Ing. Milanu Svozilovi za poskytnutá data a vřelý přístup.

ÚVOD	9
REŠERŠE LITERATURY	10
1 ŘEKA JIHLAVA	12
1.1 Fyzickogeografické podmínky povodí toku	12
1.1.1 Geografické vymezení	12
1.1.2 Geologické a geomorfologické poměry	12
1.1.3 Půdní poměry	15
1.1.4 Klimatické poměry	16
1.1.5 Biogeografie území	19
1.2 Hydrologické charakteristiky	20
1.3 Hydrologické poměry	27
1.4 Největší přítoky	28
2 VODNÍ DÍLA DALEŠICE A MOHELNO	30
2.1 Geografická lokalizace a základní parametry	30
2.2 Historie vodních nádrží	31
2.3 Využití vodních nádrží	32
2.4 Hydrologické poměry nádrží	33
3 INTERAKCE TOKU A JADERNÉ ELEKTRÁRNY	34
3.1 Hydropotenciál řeky Jihlavy	34
3.2 Využití nádrží pro potřeby Jaderné elektrárny Dukovany	34
3.3 Odpadní vody	36
3.4 Požadavky elektrárny kladené na vodní tok a jejich možná plnitelnost	37
3.5 Nové zdroje pro potenciální pátý blok	38
4 DOPADY ENERGETICKÉ SOUSTAVY	39
4.1 Životní prostředí	39
4.1.1 Abiotické prostředí	39
4.1.2 Biotické prostředí	42
4.2 Ovlivnění povrchových a podpovrchových vod	45
4.2.1 Tepelné a biologické znečištění	45

4.2.2 Ovlivnění hydrologického režimu řeky	47
4.2.3 Ovlivnění podzemních vod	48
5 MOŽNÁ ŘEŠENÍ DOPADŮ	50
5.1 Obecné závěry	50
5.2 Subjektivní návrhy	53
ZÁVĚR	56
SEZNAM LITERATURY	57
SEZNAM PŘÍLOH	61

ÚVOD

Práce popisuje interakci řeky Jihlavy a Jaderné elektrárny Dukovany se zvláštním zřetelem na hodnocení hydrologického potenciálu řeky pro využití potřeb elektrárny a environmentální dopady propojení.

V první části práce jsou charakterizovány fyzickogeografické faktory povodí řeky Jihlavy. Důraz je kladen na komplexní souhrn základních informací geologických, geomorfologických, pedologických, hydrologických a pro doplnění úplnosti také biogeografických. Soubor fyzickogeografických charakteristik podává ucelený pohled na profil povodí řeky Jihlavy s ohledem na přírodní podmínky daného území.

Druhá část práce představuje hlavní prostředky interakce toku s elektrárnou, přečerpávací vodní nádrže Dalešice a Mohelno, a to prostřednictvím lokalizačních, historických a hydrologických faktorů. Vodní díla byla postavena jako nezbytná součást elektrárny, pro kterou představují rezervoár vody a jejich realizace postihla osídlená území vesnic podél toku. Následně se vypracování věnuje detailní charakteristice vztahu řeky a elektrárny. Cílem pasáže je zhodnotit hydropotenciál řeky Jihlavy, energetické využití obou vodních nádrží na toku, požadavky elektrárny na vodní tok a jeho schopnost je plnit. Výstavba takových velkoplošných antropogenních objektů představuje soubor rizik, dopadů a vlivů na životní prostředí v dané lokalitě. Účelem další sekce je rozpoznávat a popisovat tyto následné jevy, ať už se jedná o různé formy tepelného a biologického znečištění, nebo narušení hydrologického režimu vodního toku a ovlivnění podzemních vod. Závěrečné pojednání je kombinací existujících variant zamezení těmito vlivům a také subjektivních návrhů autora práce na řešení takových situací.

Z hlediska metodického, práce je souborem aktivního využití odborné literatury, technických podkladů antropogenních staveb spojených s tématem, poskytnutých dat příslušnými institucemi a v neposlední řadě také aktivním a intenzivním osobním mapováním a výzkumem vymezené lokality.

REŠERŠE LITERATURY

Téma výstavby jaderné elektrárny má natolik značný význam, že se mu v průběhu časových období před výstavbou, během výstavby i po jejím dokončení věnovalo velké množství prací, posudků, zpráv, ale i publikací. Kromě velkého počtu technických plánů týkajících se areálů elektráren vzniklo nepřehledné množství posudků o vlivu na životní prostředí i na hydrologický režim řeky Jihlavy. Práce byly vyhotoveny s předpokladem, že energetická soustava bude extrémní zátěží pro environmentální prostředí. Po dostavbě soustavy už mohli autoři prací a posudků operovat s konkrétními kvantifikovanými daty, a utvořit tak ucelený pohled na dopady Dukovan, Dalešic a Mohelna na okolní prostředí, popřípadě reagovat na vydané predikce před výstavbou. Během provozu elektrárny potom představují velmi důležitý zdroj informací různá průběžná pozorování, kontroly a revize, jejichž výsledky jsou prezentovány formou ročenek a dalších aktualizovaných zpráv.

Pro charakteristiku povodí řeky Jihlavy jsou nejcennějšími zdroji dat hlavně *Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, Díl I. a Díl II.* od Kolektivu autorů (1965). Pro doplnění cenných informací o tocích v povodí slouží *Vodní toky a nádrže* (1984) J. Kestřánka. K pochopení hydrologické podstaty práce je velmi vhodné využít publikace R. Netopila, zejména *Základy hydrologie povrchových a podpovrchových vod* (1970) a *Fyzická geografie I.* (1984). Klimatické podmínky nejen povodí Jihlavy charakterizuje *Atlas podnebí Česka* (2007) od R. Tolasze a kol. Grafické znázornění mnoha hydrologických a geomorfologických poměrů a charakteristik velmi přehledně poskytuje Digitální báze vodohospodářských dat DIBAVOD Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka.

O vodních nádržích stručně informuje již zmíněná publikace *Vodní toky a nádrže* (1984) J. Kestřánka. Technické parametry uvádí ve svých propagačních nebo odborných materiálech provozovatel nádrží Skupina ČEZ. Velmi užitečným průvodcem informací o vodním díle Dalešice je *Manipulační řád Vodního díla Dalešice po 4. revizi* (2004), který lze využít i pro kvantifikované hydrologické údaje o řece, které úzce korespondují s údaji Českého hydrometeorologického ústavu. Manipulační řád obsahuje dokumentace týkající se odběru vody z řeky pro potřeby Jaderné elektrárny Dukovany, technické údaje o obou přehradách, postupy při povodňových situacích apod.

Škála zpráv, posudků, publikací a článků věnující se problematice dopadů soustavy zejména na environmentální prostředí je velmi obsáhlá. Zprostředkovatelem publikace takových prací bylo obvykle Západosmoravské muzeum v Třebíči (dnes Muzeum Vysočiny Třebíč), pod jehož záštitou vznikla *Studie vlivu energetické soustavy Dukovany, Dalešice na okolní prostředí* (1981) pod Kolektivem autorů. Mnohem rozsáhlejší byl následný *Přírodovědný sborník Západosmoravského muzea v Třebíči* (1996-1998) vydaný početným Kolektivem autorů. Čítá 38 svazků, přičemž problematice vlivů energetické soustavy se věnují svazky 21 až 38. Průběžný monitoring dopadů soustavy hlavně hydrologické povahy má dlouhodobě (až do dnes) na starosti Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, který například publikoval prostřednictvím H. Hudcové *Vliv jaderné elektrárny Dukovany na životní prostředí, toky a nádrže* (2007). Specializované pracoviště na ochranu životního prostředí se nachází přímo v areálu jaderné elektrárny a pravidelně publikuje ročenku, ve které dokládá plnění norem a limitů kvantifikovanými údaji a komentáři. Pro mou práci je aktuální ročenka za rok 2009, v plném znění *Zpráva o ochraně životního prostředí za rok 2009* (2010) vydaná R. Dobrovolným a M. Svozilem.

Zmíněné základní publikace doplňují mapové podklady Národního geoportálu INSPIRE, všeobecná data Povodí Moravy, s.p., Českého hydrometeorologického ústavu, Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka a Skupiny ČEZ.

1 ŘEKA JIHLAVA

1.1 Fyzickogeografické podmínky povodí toku

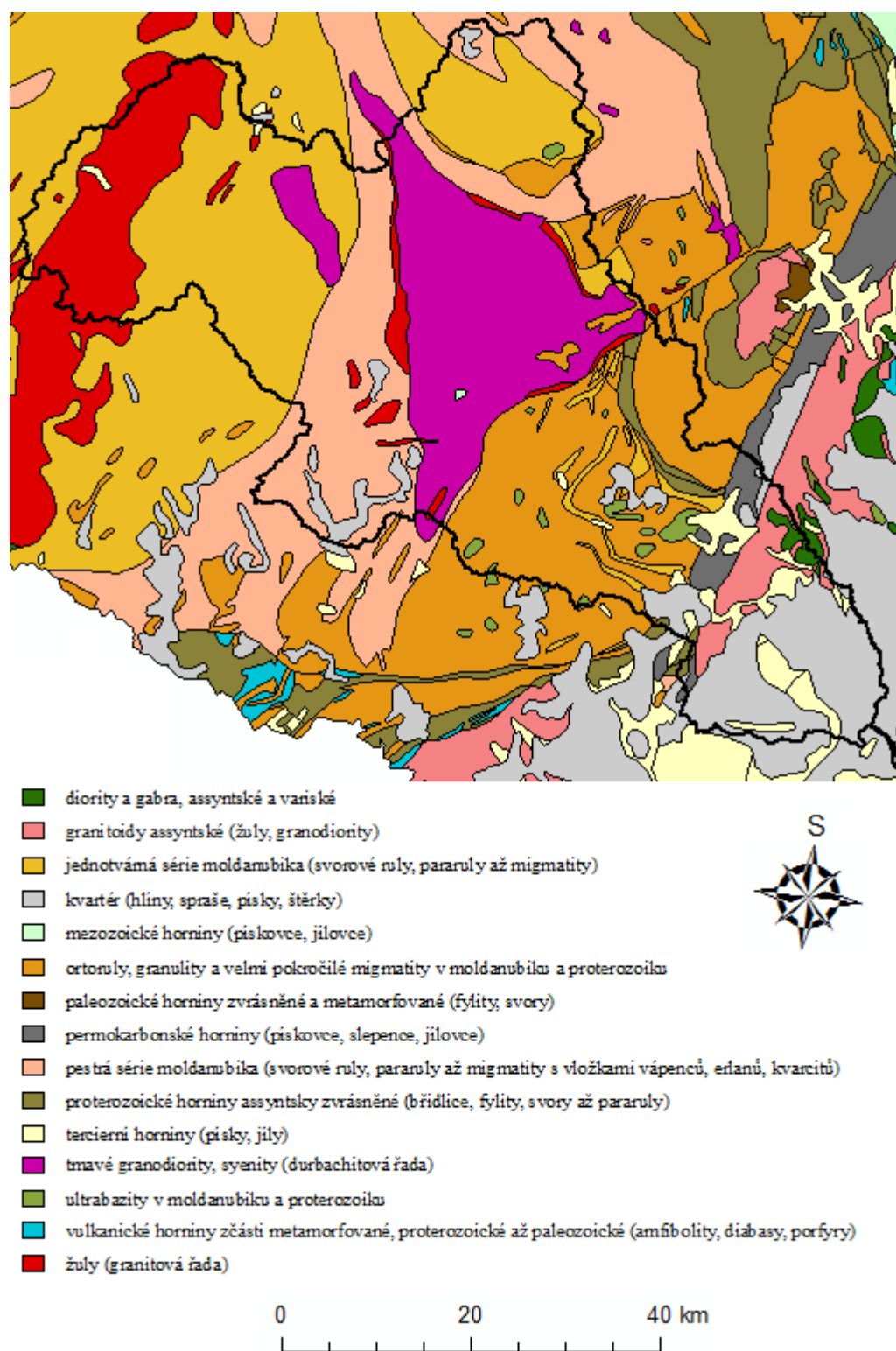
1.1.1 Geografické vymezení

Celé povodí řeky Jihlavy se nachází na území České republiky a náleží úmoří Černého moře. Pouze nepatrná část horního povodí toku leží v historickém území Čech, zbytek se rozprostírá na Moravě. Jihlava pramení v Jihlavských vrších pod kopcem Lísek (759 m n.m.) v nadmořské výšce 666 m n.m. Přibližné souřadnice pramene činí 49°15'51" s.š. 15°16'53" v.d. Oblast pramene náleží kraji Vysočina a v těsné blízkosti se nachází obec Jihlávka. Přestože na horním toku převládá jeho severovýchodní směr, na středním a dolním toku se již řeka vyznačuje převážně jihovýchodní orientací. 183,2 kilometrů dlouhý tok řeky postupně přibírá vody mimo jiné také několika větších přítoků: Třešťského potoka, Jihlávky, Brtnice, Oslavy a Rokytne. Končí soutokem se Svratkou v Dyjsko-svrateckém úvalu v nadmořské výšce 169 m n.m. Souřadnice soutoku činí 48°54'46" s.š., 16°36'19" v.d. Zmiňovaný soutok leží v Jihomoravském kraji a nejbližšími obcemi jsou Pouzdřany a Ivaň. Řeka Jihlava protéká krajským městem Vysočiny Jihlavou a bývalým okresním městem Třebíčí.

1.1.2 Geologické a geomorfologické poměry

Geologie

Většina povodí (od pramene až po oblast Dolních Kounic na Brněnsku) zkoumaného toku řeky Jihlavy leží v geologickém celku Českého masívu, který byl formován hercynským vrásněním pravděpodobně před 300 až 380 miliony let. Zájmové území leží v Moldanubické oblasti Českého masívu, která je tvořena převážně horninami prekambriického a paleozoického stáří. Nepatrně podrobnější členění území Moldanubické oblasti protékané řekou Jihlavou hovoří ještě o jednotlivých varijských magmatitech (Centrální moldanubický pluton, Třebíčský masív a Brněnský masív). Odlišná geologická stavba hornin navazuje na Český masív u zmiňovaných Dolních Kounic, kde již území spadá pod geologický celek Západních Karpat. Horniny celku původem alpinského vrásnění byly k hranicím Českého masívu nasunuty až během mladšího terciéru – miocénu – přibližně před 15 až 25 miliony let. Flyšové podloží je zde zakryto neogenními mořskými a sladkovodními sedimenty. (zdroj: Geologická stavba a nerostné suroviny České republiky [online]. WWW: http://www.herber.kvalitne.cz/FG_CR/geologie.html)



Obr. 1. Geologická stavba povodí řeky Jihlavy. (převzato: Geologická mapa [online]. WWW: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>)

Geomorfologie

Základní geomorfologické členění území povodí řeky Jihlavy je do určité míry analogií ke geologickému. Tentokrát rozlišujeme podle Boháče (1996) dvě hlavní geomorfologické provincie, Českou vysočinu a Západní Karpaty, jejichž hranice protíná řeku opět v blízkosti města Dolní Kounice.

Tab. 1. Geomorfologické členění území povodí řeky Jihlavy. (zdroj: BOHÁČ, 1996)

Provincie	Subprovincie	Oblast	Celek
Česká vysočina	Česko-moravská subprovincie	Českomoravská vrchovina	Křemešnická vrch.
			Křižanovská pahor.
			Hornosázavská pahor.
			Jevišovická pahor.
		Brněnská vrchovina	Boskovická brázda
			Bobravská vrchovina
Západní Karpaty	Vněkarpatské sníženiny	Západní vněkarpatské sníženiny	Dyjsko-svratecký úval

Samotné tvary zemského povrchu jsou v povodí Jihlavy různorodé. Oblast Českomoravské vrchoviny má charakter vyvýšené plošiny, ve které nejsou výškové rozdíly příliš vysoké (zpravidla nepřesahují ve čtverci 4×4 km 150 výškových metrů). Právě řeka Jihlava však tvoří v tomto smyslu patrnou výjimku, neboť se zařezává velmi hluboko do skalního podloží a vytváří výrazné údolí podél svého toku, které může být hluboké až 200 metrů. Vyskytují se průlomová údolí. Díky zahlubování toku vznikají na březích četné skalní útvary a směrem po toku se zvětšuje údolní niva. Hustota meandrů je spíše nízká. Velmi charakteristický geomorfologický útvar pro povodí řeky jsou říční terasy indikující nerovnoměrný historický vývoj klimatu, zahlubování a další faktory ovlivňující odtok. Z oblasti Českomoravské vrchoviny Jihlava vtéká do Boskovické brázdy, kde protéká městy Oslavany a Ivančice. V Boskovické brázdě dochází k soutoku Jihlavy s jejími největšími přítoky Oslavou a Rokytnou, a to v těsné blízkosti Ivančic. V brázdě se hloubka údolí snižuje. Po průtoku Boskovickou brázdou se řeka Jihlava opět ostře zařezává do Bobravské vrchoviny a ojediněle vytváří výškový rozdíl mezi hladinou a okolními kopci až 200 metrů. Z Bobravské vrchoviny již tok pokračuje rovinnatým Dyjsko-svrateckým úvalem až po své ústí do řeky Svratky těsně před Novomlýnskými vodními nádržemi.

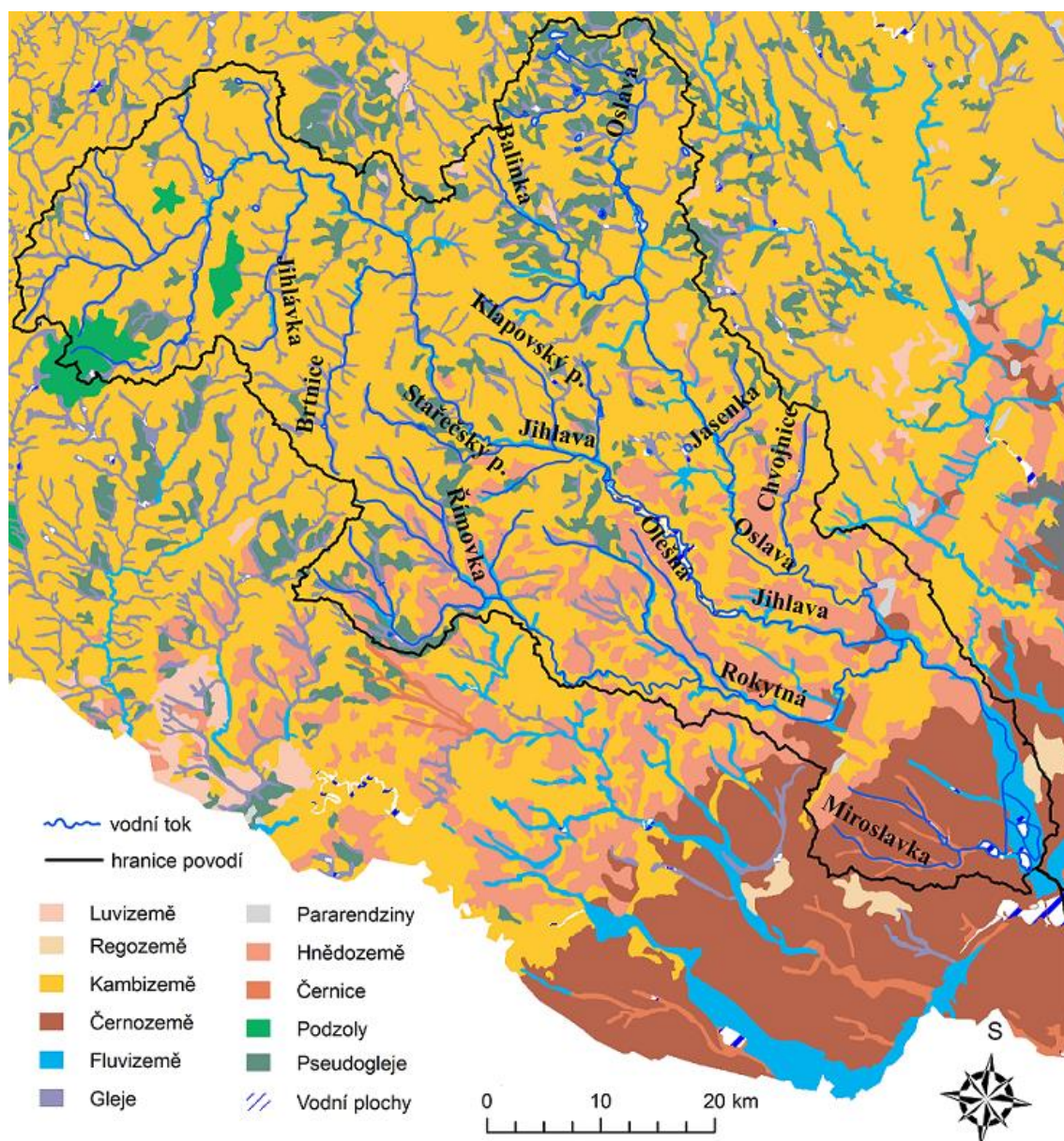
Tab. 2. Orientační nadmořské výšky strategických a významných bodů, měst a lokalit na řece Jihlavě.

Lokalita	Přibližná nadmořská výška [m n.m.]
pramen toku	666
krajské město Jihlava	475
město Třebíč	400
vodní nádrž Dalešice (hladina)	380
vodní nádrž Mohelno (hladina)	300
město Ivančice	205
město Pohořelice	180
ústí do řeky Svratky	169

1.1.3 Půdní poměry

Půdní pokryv zemského povrchu je podle obecných definic tvořen biotickou a abiotickou složkou, které jsou prostoupeny vodou a vzduchem. Vzniká procesem pedogeneze pod vlivem vnějších faktorů a času a je produktem přeměn minerálních a organických látek. Půda poskytuje životní prostředí a zdroj živin rostlinám, živočichům a člověku. Fyzikální vlastnosti půdy jako textura, struktura nebo vlhkost ovlivňují infiltraci i odtok z povodí. Povaha povrchové vrstvy půdy zásadním způsobem ovlivňuje charakter odtoku vody z území nebo odolnost půdních složek proti dopadu větších dešťových kapek.

Na Českomoravské vrchovině se vyskytují v povodí řeky Jihlavy převážně kambizemě, v nejvyšších partiích dokonce na menší ploše i podzoly. Údolní dna vyplňují gleje a méně často pseudogleje. Přibližně 20 kilometrů po toku od pramene řeky Jihlavy se vyskytují v údolní nivě první fluvizemě. S klesající nadmořskou výškou se v průběhu povodí zvolna začínají objevovat hnědé půdy (přibližně od okolí Třebíče), kterých hojně přibývá s dalším poklesem nadmořské výšky. V Boskovické brázdě, přesněji v těsné blízkosti města Ivančic, se vyskytují první nepatrné ostrůvky černozemí, které následně mizí v Bobravské vrchovině. U Ivančic se také nachází v menší míře pararendziny. V Dyjsko-svrateckém úvalu jsou již černozemě dominantním půdním typem, výrazně se také rozšiřuje pás fluvizemí podél toku. Z půdních druhů mají v povodí Jihlavy nejvyšší procentuální zastoupení půdy hlinitopísčité, písčitohlinité a hlinité.



Obr. 2. Půdní poměry povodí Jihlavy. (převzato: Klasifikace půdních typů podle TKSP a WRB [online]. WWW: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>)

1.1.4 Klimatické poměry

Podle klimatické klasifikace Quitta (1971) se povodí nachází v sedmi rozdílných klimatických oblastech. Zasahují sem teplé oblasti T 2 a T 4, mírně teplé oblasti MT 3, MT 5, MT 9, MT 11 a chladná oblast CH 7. Základní charakteristiky jednotlivých klimatických oblastí jsou rozepsány v tab. 3.

Tab. 3. Charakteristiky klimatických oblastí v povodí Jihlavy. (zdroj: QUITT, 1971)

	CH 7	MT 3	MT 5	MT 9	MT 11	T 2	T 4
LetD	10-30	20-30	30-40	40-50	40-50	50-60	60-70
HVO	120-140	120-140	140-160	140-160	140-160	160-170	170-180
MD	140-160	130-160	130-140	110-130	110-130	100-110	100-110
LD	50-60	40-50	40-50	30-40	30-40	30-40	30-40
°C I	-3 - -4	-3 - -4	-4 - -5	-3 - -4	-2 - -3	-2 - -3	-2 - -3
°C IV	4-6	6-7	6-7	6-7	7-8	8-9	9-10
°C VII	15-16	16-17	16-17	17-18	17-18	18-19	19-20
°C X	6-7	6-7	6-7	7-8	7-8	7-9	9-10
s ³ 1mm	120-130	110-120	100-120	100-120	90-100	90-100	80-90
s VO	500-600	350-450	350-450	400-450	350-400	350-400	300-350
s VZ	350-400	250-300	250-300	250-300	200-250	200-300	200-300
sp	100-120	60-100	60-100	60-80	50-60	40-50	40-50
o>0,8	150-160	120-150	120-150	120-150	120-150	120-140	110-120
o<0,2	40-50	40-50	50-60	40-50	40-50	40-50	50-60

Seznam použitých zkratk v tab. 3:

LetD	...	Počet letních dnů
HVO	...	Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více
MD	...	Počet mrazových dnů
LD	...	Počet ledových dnů
°C I	...	Průměrná teplota v lednu [°C]
°C IV	...	Průměrná teplota v červenci [°C]
°C VII	...	Průměrná teplota v dubnu [°C]
°C X	...	Průměrná teplota v říjnu [°C]
s ³ 1mm	...	Průměrný počet dnů se srážkami 1mm a více
s VO	...	Srážkový úhrn ve vegetačním období [mm]
s VZ	...	Srážkový úhrn v zimním období [mm]
sp	...	Počet dnů se sněhovou pokrývkou
o>0,8	...	Počet dnů zamračených
o<0,2	...	Počet dnů jasných

Teplota vzduchu

Tolasz a kol. (2007) uvádí průměrnou roční teplotu vzduchu za období 1961 - 2000 v povodí řeky Jihlavy od 4°C do 10°C. Nejnížší průměrné teploty zaznamenávají oblasti kolem pramene řeky, nejvyšší naopak oblasti v místě ústí řeky. Teploty jsou analogické k nadmořské výšce s výjimkou inverzních situací. Průměr ročních minim teploty vzduchu se pohybuje v povodí toku v rozmezí od -21°C po -16°C a průměr maxim teploty vzduchu od 29°C do 34°C. Charakteristickým jevem pro povodí Jihlavy jsou výrazné teplotní inverzní situace. Zejména v údolích jsou zaznamenávána velmi nízká ranní teplotní minima v důsledku negativní radiační bilance v průběhu noci.

Srážky

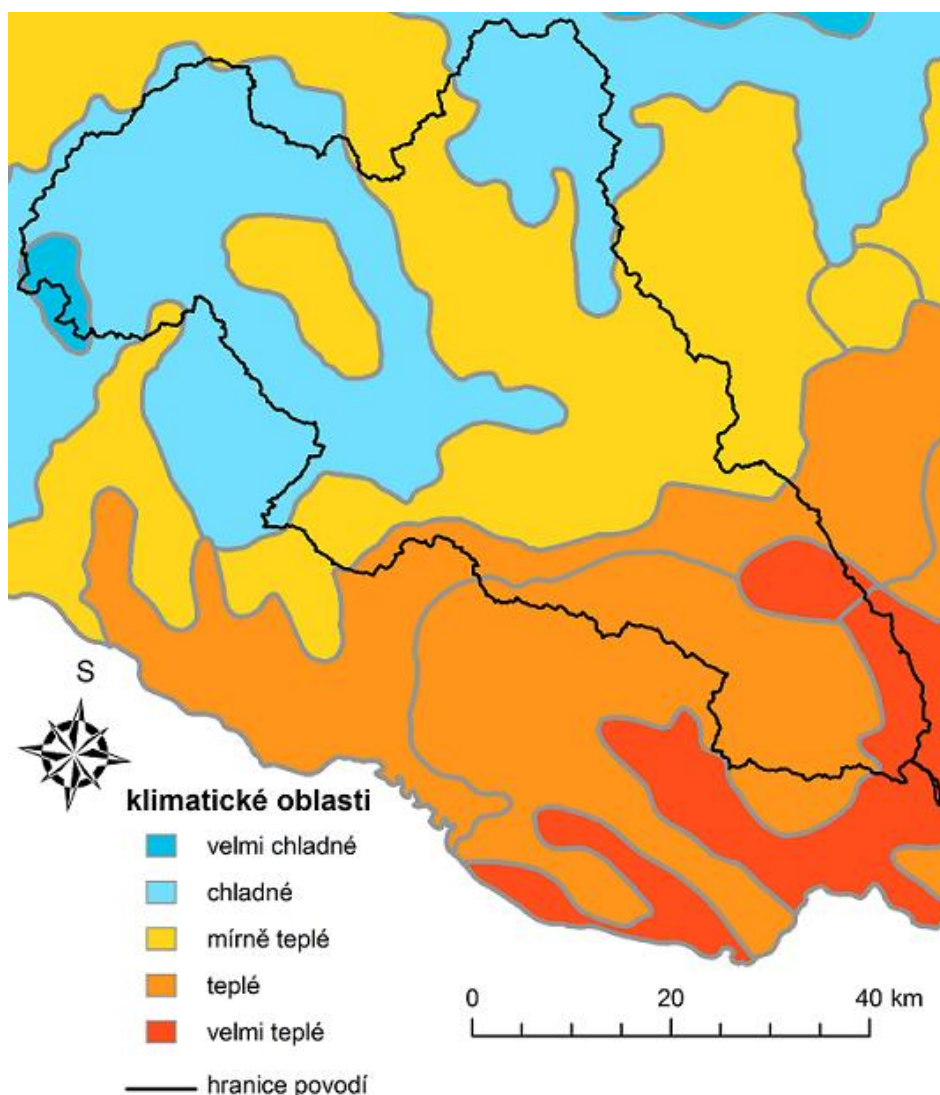
Podle Tolasze a kol. (2007) činí průměrný roční úhrn srážek za období 1961 - 2000 v povodí řeky Jihlavy 450 až 700 mm. Nejvyšší srážkové úhrny jsou lokalizovány kolem pramene toku (zejména severozápadně) a nejnižší při ústí řeky. Analogie srážek k nadmořské výšce je v povodí mírně narušována srážkovým stínem Českomoravské vrchoviny, který se projevuje zejména v oblasti od výtoku řeky z Brtnické vrchoviny do Jevišovické pahorkatiny, kde nadmořská výška okolního terénu klesá z 650 m n.m. na necelých 500 m n.m., až po ústí řeky do Svratky. Nejvyšší úhrn srážek v povodí je zaznamenáván v létě (méně jak 200 až 300 mm) a nejnižší v zimě (méně jak 100 až 150 mm). Povodí ojediněle postihují srážkové extremity převážně konvektivního charakteru.

Sluneční záření

V povodí řeky Jihlavy dopadá podle Tolasze a kol. (2007) nejvíce slunečního záření do oblasti kolem ústí toku, a to více než 4000 MJ·m⁻², a nejméně do lokalit kolem pramene, v rozmezí 3800 – 3900 MJ·m⁻².

Tlak a proudění vzduchu

Průměrná roční hodnota tlaku vzduchu redukovaného na hladinu moře uváděná Tolaszem a kol. (2007) se v povodí Jihlavy pohybuje v rozmezí 1017,0 hPa až více jak 1017,5 hPa. Citelnější difference se objevují v průměrné roční rychlosti větru, která se pohybuje od 2 m·s⁻¹ po 5 m·s⁻¹.



Obr. 3. Půdní poměry povodí Jihlavy. (převzato: Klimatické oblasti ČR [online]. WWW: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>)

1.1.5 Biogeografie území

Z hlediska fytogeografického členění České republiky podle Skalického (1988) zasahují na území povodí řeky Jihlavy dvě základní fytogeografické oblasti. Většina povodí spadá do mezofytika, pouze dolní povodí náleží termofytiku. V oblasti mezofytika se objevují druhy charakteristické pro listnaté a smíšené lesy Evropy. V zájmovém území povodí Jihlavy nám mezofytikum, převážně jeho suprakolinní (kopcovinný) stupeň, odpovídá oblasti Českomoravské vrchoviny a mírně teplé klimatické oblasti. Termofytikum v oblasti je osídlováno převážně teplomilnými druhy rostlin a v povodí hrubě odpovídá Dyjsko-svrateckému úvalu a teplé klimatické oblasti.

Tab. 4. Fytogeografické okresy zasahující na území povodí řeky Jihlavy. (zdroj: SKALICKÝ, 1988)

Číslo fytogeografického okresu	Název fytogeografického okresu
16	Znojemsko-Brněnská pahorkatina
17	Mikulovská pahorkatina
67	Českomoravská vrchovina
68	Moravské podhůří Vysočiny

Druhý ucelený pohled na biogeografickou typizaci podává Culek (1995), podle jehož biogeografického členění České republiky povodí Jihlavy spadá do šesti bioregionů v Hercynské a Severopanonské podprovincii. Bioregiony Hercynské podprovincie jsou 1.23 Jevišovický bioregion, 1.46 Pelhřimovský bioregion, 1.48 Havlíčkobrodský bioregion, 1.50 Velkomeziříčský bioregion a bioregiony Severopanonské 4.1a Lechovický bioregion a 4.2 Mikulovský bioregion. Největší plochu povodí zabírají bioregiony Jevišovický a Velkomeziříčský.

Jak uvádí Zlatník (1978), povodí Jihlavy spadá do 1. až 5. vegetačního stupně (1. dubový, 2. bukodubový, 3. dubobukový, 4. bukový, 5. jedlobukový). Typologie je odvozena podle přirozeného zastoupení charakteristických dřevinných druhů.

1.2 Hydrologické charakteristiky

Představují souhrn základních veličin, které se vztahují k povodí daného toku a výrazným způsobem modifikují odtok vody. Zejména je nutné zmínit se o tvaru povodí, hustotě říční sítě, sklonu povodí a expozici svahů. V průběhu delší časové periody takové údaje podléhají drobným změnám, které jsou způsobeny vývojem krajiny vlivem endogenních a exogenních sil. Základní charakteristiky povodí řeky Jihlavy podle Kolektivu autorů (1965) jsou shrnuty v tab. 5.

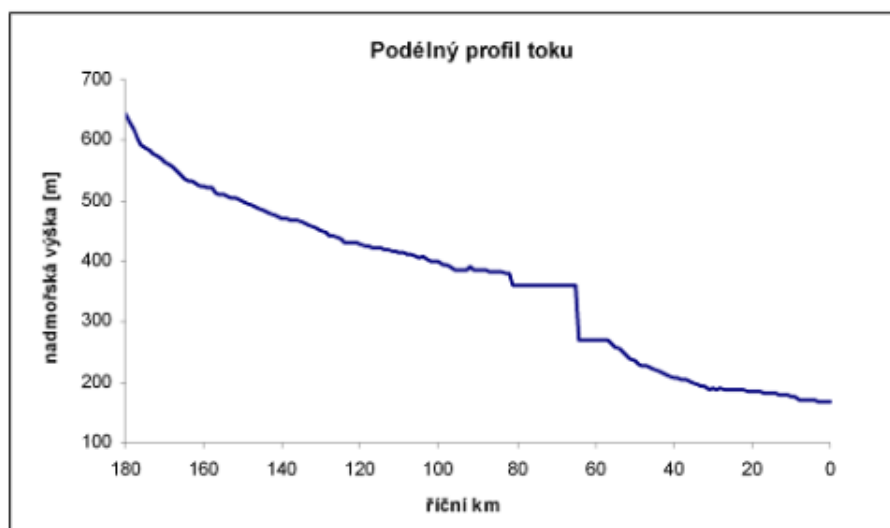
Tab. 5. Základní hydrologické charakteristiky povodí řeky Jihlavy. (podle: KOLEKTIV AUTORŮ, 1965)

Charakteristika	Hodnota
Hydrologické pořadí	4-16-01-001/0 až 4-16-04-025/0
Řád toku	V.
Plocha povodí P [km ²]	3 116,996
Délka toku L [km]	183,2
Maximální nadmořská výška v povodí [m n.m.]	790,94
Minimální nadmořská výška v povodí [m n.m.]	167,79
Vodní plochy v povodí	2666
Průměrná sklonitost povodí [‰]	11,38
Průměrná sklonitost toku [‰]	2,75
Koeficient tvaru povodí α	0,09
Lesnatost [%]	30

Podélný profil řeky

Spád toku řeky vnímáme jako rozdíl nadmořských výšek dvou bodů stanovených na toku, výsledný podélný profil nám podává obrázek o propojení velkého množství takových bodů do křivky směrem od pramene po ústí.

Řeka Jihlava dosahuje nejvyššího přirozeného spádu ihned po svém pramenu. Taková situace je velmi běžná, neboť toky pramenící ve vrchovinách (hornatinách) rychle a prudce opouští silně členitý terén těchto oblastí. Na středním toku Jihlavy je spád poměrně rovnoměrný a pozvolný. Výjimku tvoří velmi silné antropogenní narušení profilu způsobené vodními díly Dalešice a Mohelno. Vodní nádrž Dalešice má údajně druhou nejvyšší sypanou hráz v Evropě a její výška činí 100 metrů (na obr. 1 vyznačena velmi zřetelným zlomem). Pod přehradami se spád toku opět dostává do setrvalého poklesu až po ústí do Svratky.



Obr. 4. Podélný profil toku řeky Jihlavy. (převzato: VÚV T. G. Masaryka)

Tvar povodí

Má zásadní vliv na odtok vody z povodí a také na jeho charakter. Podle koeficientu tvaru α (tab. 5) rozlišujeme tvary povodí protáhlá, přechodná a vějířovitá, jak naznačuje tab. 6. Větší řeky stékající v povodí Dyje z Českomoravské vrchoviny mají protáhlý tvar povodí, pouze menší toky vějířovité (tab. 7).

Tab. 6. Hodnoty koeficientu tvaru povodí α pro jednotlivé typy tvaru povodí podle plochy povodí. (převzato: NETOPIL, 1972)

Povodí	$P < 50 \text{ km}^2$	$P > 50 \text{ km}^2$
Protáhlé	$\alpha < 0,24$	$\alpha < 0,18$
Přechodný typ	$0,24 < \alpha < 0,26$	$0,18 < \alpha < 0,2$
Vějířovité	$\alpha > 0,26$	$\alpha > 0,2$

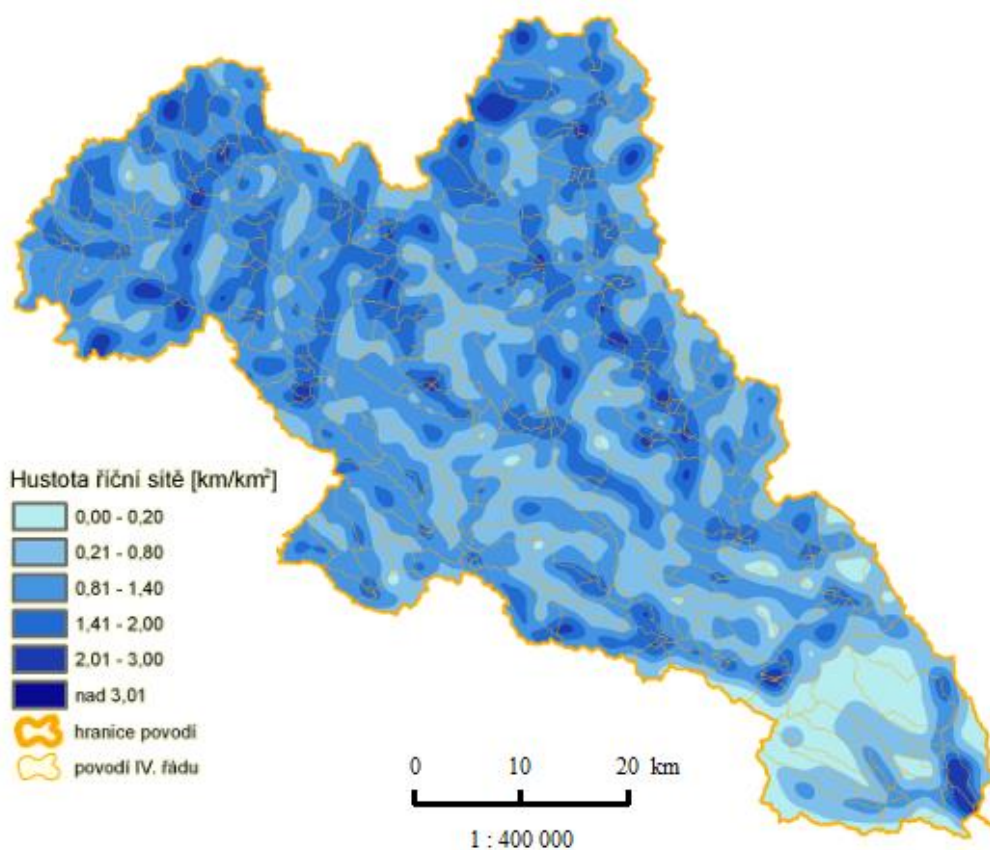
Tab. 7. Charakteristiky tvaru povodí řeky Jihlavy a jejich pěti největších přítoků. (podle: KOLEKTIV AUTORŮ, 1965)

Tok	Přítok	Plocha povodí P [km ²]	Koeficient tvaru povodí α	Tvar povodí
Jihlava	-	3 116,996	0,09	protáhlé
Třešťský potok	pravý	104,834	0,14	protáhlé
Jihlávka	pravý	106,529	0,22	vějířovité
Brtnice	pravý	122,070	0,17	protáhlé
Oslava	levý	867,222	0,09	protáhlé
Rokytná	pravý	585,411	0,09	protáhlé

Hustota říční sítě

Základní charakteristika povodí, která udává počet kilometrů vodních toků na kilometr čtvereční. Je ovlivňována především členitostí reliéfu a různými dalšími geomorfologickými a geologickými poměry a prvky. Výrazným způsobem ji může ovlivnit člověk umělými úpravami.

Obr. 2 naznačuje, že nejvyšší hodnoty hustoty říční sítě jsou situovány nepravidelně na horní a střední povodí Jihlavy a také do jejího ústí. Nejnížší hodnoty jsou na spodním povodí po výtoku řeky do Dyjsko-svrateckého úvalu. Primárním vysvětlením je plochý reliéf, sekundárním může být srážkový stín v oblasti.

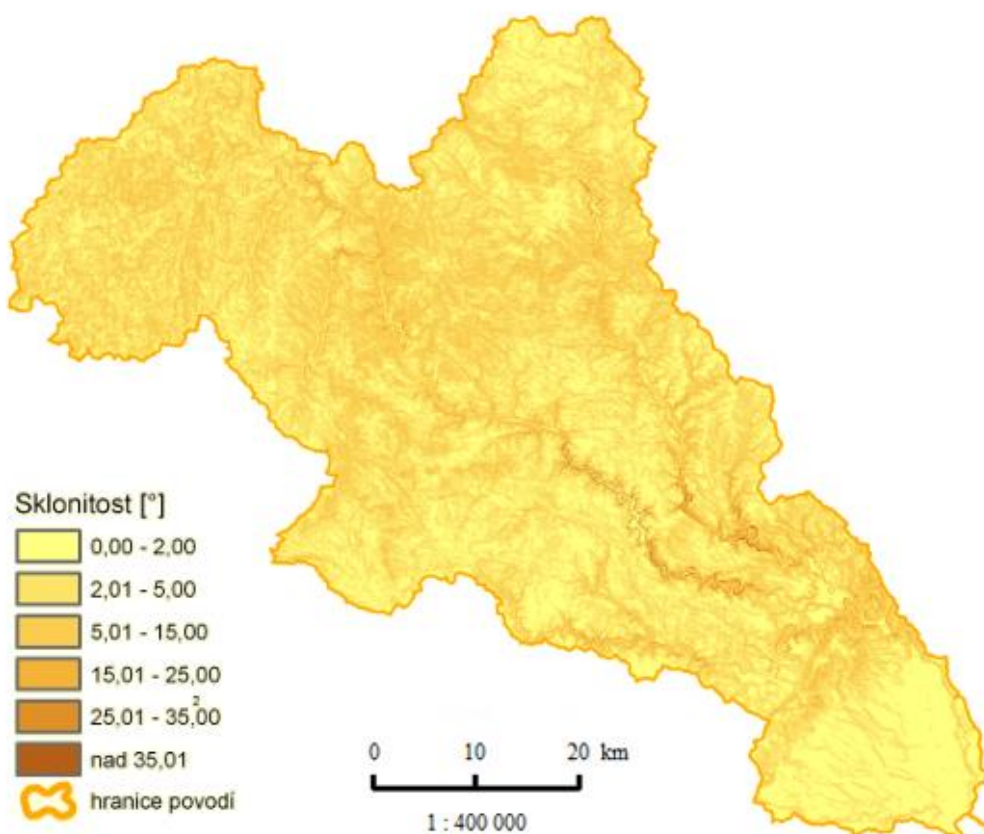


Obr. 5. Hustota říční sítě v povodí Jihlavy. (převzato: VÚV T. G. Masaryka)

Sklon povodí

Sklon povodí (toků) určuje, jak rychle voda z povodí odtéká, a charakterizuje tak její akumulaci v povodí. Míra akumulace vody v povodí může ovlivňovat další ukazatele, například výpar a také vsakování. Znalost sklonu povodí poskytuje cenné informace při vzniku povodňových situací, anebo informace o charakteru, genezi a množství podzemních vod.

Z obr. 3 je patrné, že nejvyšší sklonitost v celém povodí je charakteristická pro hluboká údolí řek Jihlavy a Oslavy na výtoku z Českomoravské vrchoviny. Mírně vyšší sklony svahů jsou také lokalizovány ve vyšších partiích Českomoravské vrchoviny. Relativně nižší sklony zaznamenáváme v horním povodí Oslavy a také na středním toku Jihlavy (Třebíčsko). Nejnižší sklony v celém povodí náleží Dyjsko-svrateckému úvalu.

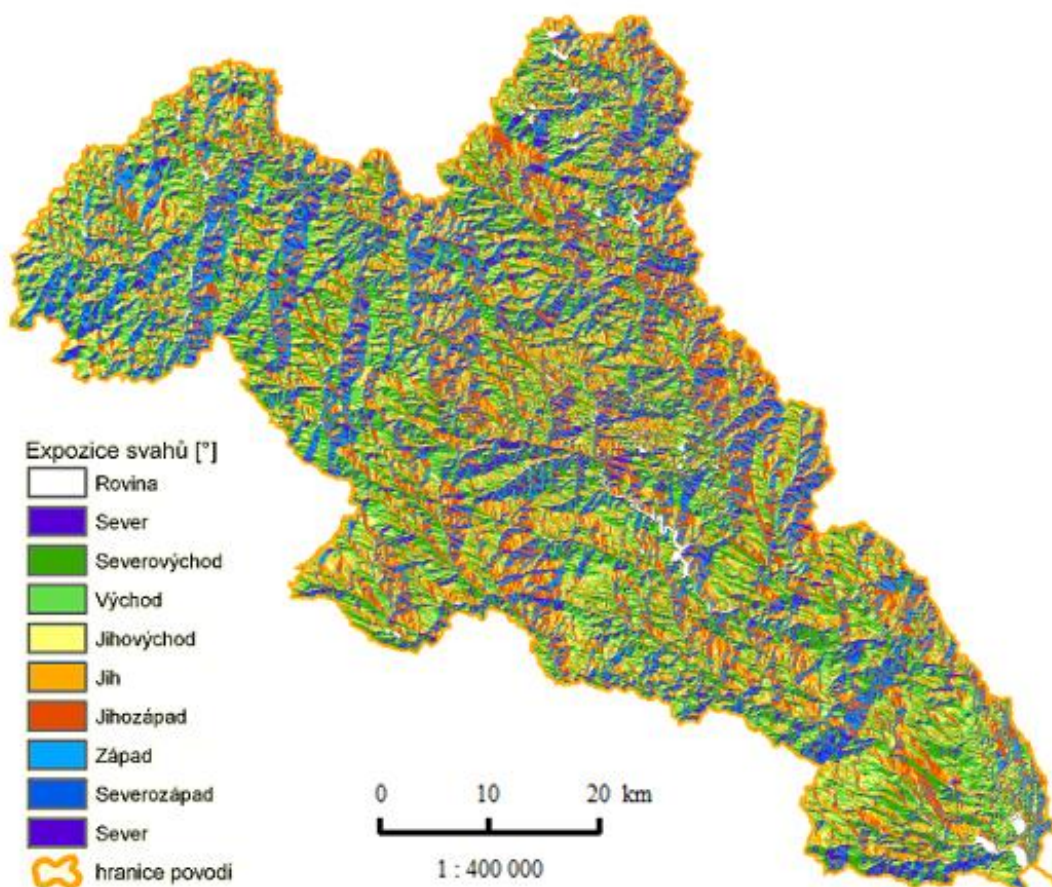


Obr. 6. Sklon svahů v povodí řeky Jihlavy (převzato: VÚV T. G. Masaryka)

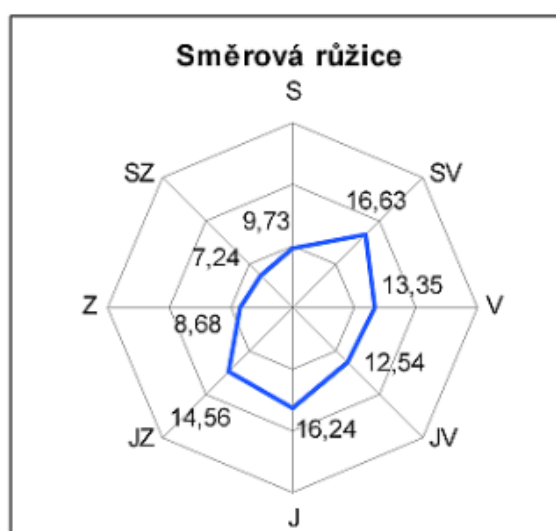
Expozice svahů v povodí

Další hydrologická charakteristika, která udává orientaci svahů v povodí vůči světovým stranám. Nejvíce závisí na geologické stavbě podloží a na ní závislém tvaru zemského povrchu – geomorfologii území. Orientace svahů má zásadní vliv na některé procesy a jevy ovlivňující odtok vody z území. Prvním z nich je vegetace, která na expozici svahů vzhledem ke světovým stranám velmi citlivě reaguje. Zatímco na jižních svazích rostou spíše teplomilné druhy závislé na dostatku slunečního záření, na severních se vyskytují odolnější druhy. Každý z těchto druhů potom má specifický vliv na fyzický pohyb vody na povrchu, nebo těsně pod ním, v půdě. Dalším prvkem zásadně ovlivněným orientací svahů je sníh. Tvorba sněhové pokrývky je podstatně markantnější na severních svazích, neboť jsou v zimě odkloněny od slunečního záření. Se srážkami obecně souvisí expozice svahů také. Zejména severozápadní svahy mohou být identifikovány v našich podmínkách jako návětrné, čili úhrny srážek jsou na nich nejvyšší. Závětrné svahy, u nás zejména jihovýchodní, jsou naopak nejsušší.

Jak již bylo zmíněno, v povodí Jihlavy je dominantním geomorfologickým celkem Českomoravská vrchovina, která má charakter mírně zvlněné vyvýšené plošiny. Expozice svahů je zde nepravidelně rozptýlena na všechny světové strany v podobě svahů jednotlivých vrcholů nebo pásemných hřbetů. Nepatrně jednodušší geomorfologie Bobravské vrchoviny, díky jejímu zjevnému vzhledu hřbetního pásu, nám umožňuje v této oblasti lepší předpoklady pro odhad orientace svahů. Orientaci svahů v povodí znázorňuje obr. 4 a v dané problematice velmi názorný typ grafu, směrovou různici orientací svahů, zobrazuje obr. 5.



Obr. 7. Expozice svahů v povodí řeky Jihlavy. (převzato: VÚV T. G. Masaryka)



Obr. 8. Směrová růžice expozice svahů v povodí řeky Jihlavy. (převzato: VÚV T. G. Masaryka)

1.3 Hydrologické poměry

Jsou prezentovány tabelárními souhrny základních hydrologických informací z hydrologických stanic v povodí podle ČHMÚ. V povodí Jihlavy se nachází šest stanic na řece Jihlavě, tři na řece Oslavě a po jedné na Brtnici a Rokytne.

Jihlava

Tab. 8. Základní údaje z hydrologických stanic na řece Jihlavě. (zdroj: ČHMÚ)

Stanice	Staničení [km]	Nula vodočtu [m n.m.]	Prům. roční stav [cm]	Prům. roční průtok [m ³ .s ⁻¹]
Batelov	169,40	540,86	54	0,600
Dvorce	155,80	501,15	45	1,98
Bransouze	119,10	420,28	65	4,60
Třebíč-Ptáčov	93,20	384,75	93	5,51
VD Mohelno	58,80	266,28	92	6,30
Ivančice	34,30	194,01	137	11,5

Brtnice

Tab. 9. Základní údaje z hydrologických stanic na řece Brtnici. (zdroj: ČHMÚ)

Stanice	Staničení [km]	Nula vodočtu [m n.m.]	Prům. roční stav [cm]	Prům. roční průtok [m ³ .s ⁻¹]
Brtnice	11,90	513,73	33	0,580

Oslava

Tab. 10. Základní údaje z hydrologických stanic na řece Oslavě. (zdroj: ČHMÚ)

Stanice	Staničení [km]	Nula vodočtu [m n.m.]	Prům. roční stav [cm]	Prům. roční průtok [m ³ .s ⁻¹]
Dolní Bory	71,05	478,02	28	1,34
Nesměř	55,90	405,32	105	2,50
Oslavany	3,30	210,78	97	3,55

Rokytná

Tab. 11. Základní údaje z hydrologických stanic na řece Rokytne. (zdroj: ČHMÚ)

Stanice	Staničení [km]	Nula vodočtu [m n.m.]	Prům. roční stav [cm]	Prům. roční průtok [m ³ .s ⁻¹]
Mor. Krumlov	16,50	225,76	154	1,28

1.4 Největší přítoky

Kapitolka se věnuje podrobnější charakteristice pěti největších přítoků Jihlavy, a sice Třeštského potoka, Jihlávky, Brtnice, Oslavy a Rokytne. Je vytvořena na základě podkladů Kestřánka (1984).

Třeštský potok

Pramení na svazích Míchova vrchu (786 m n.m.) v nadmořské výšce 735 m n.m. a je pravým přítokem Jihlavy, do které ústí u Kostelce ve výšce 520 m n.m. Plocha povodí činí 104,8 km² a délka toku je 24,2 km. Průměrný průtok u ústí do Jihlavy je uváděn 0,64 m³.s⁻¹. Protéká městem Třešť. (zdroj: KESTŘÁNEK, 1984)

Jihlávka

Její pramen se nachází poblíž obce Stajiště ve výšce 665 m n.m. V krajském městě Jihlavě ústí do stejnojmenné řeky opět zprava, a to ve výšce 480 m n.m. Plocha povodí Jihlávky je 106,5 km² a délka toku dosahuje 21,9 km. Průměrný průtok u ústí činí 0,62 m³.s⁻¹. Protéká větší obcí Stonařov. (zdroj: KESTŘÁNEK, 1984)

Brtnice

Největší přítok Jihlavy na horním povodí pramení nedaleko vesnice Chalupy v nadmořské výšce 630 m n.m. Ústí se nachází u obce Střížov – Přímělkov v nadmořské výšce 430 m n.m. Plocha povodí Brtnice činí 122,1 km² a délka toku 30,3 km. Průměrný průtok u ústí je 0,68 m³.s⁻¹. Na řece se nachází jedna hydrologická stanice a dolní tok je ojediněle vodácky využíván. Protéká městem Brtnice. (zdroj: KESTŘÁNEK, 1984)

Oslava

Největší přítok Jihlavy pramení jihozápadně od Žďáru nad Sázavou ve výšce 570 m n.m. a ústí jako jediný velký přítok zleva, a to v Ivančicích v nadmořské výšce 209 m n.m. Povodí řeky Oslavy zaujímá 867,2 km² a délka toku činí 99,6 km. V místech ústí řeky má průtok hodnotu 3,33 m³.s⁻¹. V průběhu toku se nachází více hydrologických stanic: Olší, Dolní Bory, Velké Meziříčí, Mostiště, Nesměř, Oslavany. Na řece je vybudována nádrž Mostiště, jeden ze zdrojů pitné vody pro Třebíč. Tok je využíván vodáky a protéká městy Velké Meziříčí, Náměšť nad Oslavou, Oslavany a Ivančice. (zdroj: KESTŘÁNEK, 1984)

Rokytná

Poslední velký přítok Jihlavy pramení jižně od obce Chlístov ve výšce 580 m n.m. Ústí zprava v těsné blízkosti města Ivančic v nadmořské výšce 201 m n.m. Plocha povodí Rokytné se rovná 585,4 km² a délka toku je 89,3 km. Průměrný průtok v oblasti ústí řeky je 1,27 m³.s⁻¹. Hydrologické stanice na řece jsou dvě, Příštpo a Moravský Krumlov. Také Rokytná je ojediněle využívána vodáky a protéká městy Jaroměřice nad Rokytnou, Moravský Krumlov a Ivančice. (zdroj: KESTŘÁNEK, 1984)

2 VODNÍ DÍLA DALEŠICE A MOHELNO

2.1 Geografická lokalizace a základní parametry

Vodní nádrž Dalešice

Vodní dílo Dalešice je přečerpávací vodní nádrž lokalizovanou 20 kilometrů jihovýchodně od Třebíče. Je vybudováno na řece Jihlavě a jeho délka je přibližně 22 kilometrů. Náleží v celé své ploše kraji Vysočina. Přibližné souřadnice začátku vodní nádrže činí 49°12'3" s.š., 16°0'25" v.d. a přibližné souřadnice přehradní hráze 49°7'30" s.š., 16°7'20" v.d. Nadmořská výška vodní hladiny přehrady je podle Manipulačního řádu Vodního díla Dalešice po 4. revizi (2004) 381,5 m n.m. Okolní terén dosahuje výšek nejčastěji od 400 do 500 m n.m. (vrchol Vlčice 500 m n.m.) a geomorfologicky hovoříme o jihovýchodním okraji Českomoravské vrchoviny (geomorfologická oblast), konkrétněji o Jevišovické pahorkatině (geomorfologický celek). Další numerické informace o nádrži obsahuje tab. 12.

Tab. 12. Základní charakteristiky vodní nádrže Dalešice. (zdroj: KESTŘÁNEK, 1984)

Charakteristika	Hodnota
Rozloha	4,8 km ²
Maximální hloubka	85,5 m
Stálý objem nádrže	59,5 mil.m ³
Celkový objem nádrže	127,3 mil.m ³
Délka hráze v koruně	300 m
Šířka hráze v koruně	8 m
Výška hráze	100 m

Vodní nádrž Mohelno

Menší vyrovnávací vodní dílo vybudované následně po proudu řeky Jihlavy pod vodní nádrží Dalešice. Jeho hráz je od výtoku řeky Jihlavy z Dalešic vzdálena asi 6,5 kilometru po toku. Také vodní nádrž Mohelno náleží kraji Vysočina, její hráz je však vzdálena pouze 3 kilometry vzdušnou čarou od hranice s krajem Jihomoravským. Přibližné souřadnice hráze nádrže činí 49°6'9" s.š., 16°10'49" v.d. Hladina Mohelna se pohybuje těsně okolo 300 m n.m., maximální je uváděna Manipulačním řádem Vodního díla Dalešice po 4. revizi (2004) 303,30 m n.m. Okolní terén dosahuje nadmořských výšek 380 m n.m. až 450 m n.m., což dokumentuje poměrně ostrý a hluboký zářez řeky Jihlavy do okolního

terénu. Geomorfologické informace jsou totožné s vodním dílem Dalešice a základní souhrnné informace o nádrži Mohelno obsahuje tab. 13.

Tab. 13. Základní charakteristiky vodní nádrže Mohelno. (zdroj: KESTŘÁNEK, 1984)

Charakteristika	Hodnota
Rozloha	0,118 km ²
Maximální hloubka	34,7 m
Stálý objem nádrže	11,4 mil.m ³
Celkový objem nádrže	17,1 mil.m ³
Délka hráze v koruně	185 m
Šířka hráze v koruně	7,75 m
Výška hráze	49 m

2.2 Historie vodních nádrží

Historie obou nádrží je velmi úzce svázána, a proto bude prezentována dohromady. Poměrně důležitější, větší, technicky i rozsahem náročnější je vodní dílo Dalešice.

Vlastní zahájení stavby nádrží připadá na rok 1971, kdy počalo hloubení základů. V roce 1976 bylo zahájeno napouštění nádrží a hned následující rok proběhlo první otočení soustrojím elektrárny. V roce 1978 byly do provozu uvedeny postupně další čtyři soustrojí s označeními TG2 až TG4. V následujícím roce 1979 bylo vodní dílo společně s elektrárnou předáno provozovateli. V roce 1985 se řekou Jihlavou, a tudíž i zánovními vodními díly, prohnala velká povodeň, která prověřila jejich odolnost. V letech 1991 až 1993 proběhla celková výměna řídicího systému a v roce 1996 byla vybudována čistírna odpadních vod. Od roku 1997 mají Dalešice i informační centrum. Velmi důležité je rozmezí mezi roky 1999 a 2007, ve kterém proběhly generální opravy na všech soustrojích elektrárny. V roce 1999 byla osazena vodní nádrž Mohelno Francisovou turbínou o výkonu 0,6 MW. V dubnu 2006 se řekou prohnala opět jedna z větších povodní z jarního tání sněhu a ještě v témže roce byla pořízena malá pracovní loď ENERGIE. (zdroj: ČEZ)

2.3 Využití vodních nádrží

Energetické využití

Informace a základní údaje o vodních elektrárnách jsou převzaty z oficiálních materiálů a dokumentů Skupiny ČEZ. Výkon vodní elektrárny Dalešice činí 4×120 MW, to je 480 MW a je druhý nejvyšší mezi vodními elektrárnami v naší zemi. Vyšším výkonem disponuje pouze přečerpávací vodní nádrž Dlouhé Stráně I (650 MW). Výkon vodní nádrže Mohelno je oproti Dalešicím minimální a odpovídá hodnotám 1,2 (0,6) MW. Přehledný souhrn základních informací o obou elektrárnách je v tab. 14.

Tab. 14. Základní údaje vodních elektráren Dalešice a Mohelno. (zdroj: ČEZ)

Parametr	v.n. Dalešice	v.n. Mohelno
Výkon strojů v turbínovém provozu	480 MW	1,2 (0,6) MW
Maximální spád	90,7 m	21,6 – 35,6 m
Maximální průtok turbínou	$600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$4,1 (2,1) \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Otáčky	136,36 ot./min	750 (600) ot./min
Napětí generátorů	13,8 kV	6,3 (0,4) kV
Napětí na vývodech blokových traf	400 kV	22 kV
Doba náběhu celé elektrárny na plný výkon	cca 50-60 s	-
Turbína	Francis reverz. FR 25	Kaplan (Francis)
Účinnost malého přečerpávacího cyklu	75,1 %	-

Ochrana před povodněmi

Díky značnému celkovému objemu obou nádrží ($144,4 \text{ mil.m}^3$) poskytuje vodní dílo Dalešice poměrně kvalitní ochranu před případnými povodněmi na řece Jihlavě. Povodňové stavy na toku nastávají zejména po jarním tání sněhu (1985, 2006) nebo po dlouhotrvajících srážkách (1985, 2002). Při povodňové aktivitě jsou pro přítok do vodního díla rozhodující údaje z hydrologické stanice Třebíč – Ptáčov.

Tab. 15. Povodňová aktivita na hydrologické stanici Třebíč – Ptáčov. (převzato: ČHMÚ)

Stupeň povodňové aktivity	Dosažení průtoku – $Q [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	Vodní stav Ptáčov $H [\text{cm}]$
I. stupeň - bdělost	33	220
II. stupeň - pohotovost	51,4	280
III. stupeň - ohrožení	70	330

Rekreační využití

Přírodní prostředí s velkou vodní nádrží představuje dobrý potenciál pro rozvoj cestovního ruchu po mnoha stránkách. Na březích hráze jsou na několika místech navezeny malé písčité pláže, z nichž nejznámější Hartvíkovická dokonce hostí rozsáhlý kemp s různými drobnými rekreačními službami. Vodní nádrž je využívána vodáky i rybáři. Kolem nádrže je zřízen systém cyklostezek a občas je přehradní dílo využíváno i filmaři a extrémními sportovci (seskoky ze Stropešského mostu).

Největší současnou atrakcí je pravděpodobně výletní parník „Vysočina“, který svými parametry (délka 36 metrů, hmotnost 30 tun) patří k větším českým osobním plavidlům. V roce 2012 dojde ke změně provozovatele parníku a plavby po Dalešicích bude provozovat společnost Jana Kočky ze Starče na Třebíčsku.

2.4 Hydrologické poměry nádrží

Základní hydrologické údaje ve vztahu k vodním dílům Dalešice a Mohelno poskytují tři hydrologické stanice na toku Jihlavy. První je Třebíč – Ptáčov (viz. 1.3 Hydrologické poměry), druhou je Kramolín přímo v oblasti přehrady a třetí je Mohelno (viz. 1.3 Hydrologické poměry). Zdrojem informací hydrologických údajů je Manipulační řád Vodního díla Dalešice po 4. revizi (2004).

Tab. 16. Základní hydrologické údaje vztahující se k vodním dílům Dalešice a Mohelno. (převzato: Manipulační řád po 4. revizi, 2004 v korespondenci s ČHMÚ)

Charakteristika	Ptáčov	Kramolín	Mohelno
Plocha povodí [km ²]	963,12	1138,3	1154,95
Prům. dlouhodobý roční úhrn srážek [mm]	650	635	633
Prům. roční průtok 1931-80 [m ³ .s ⁻¹]	5,51	6,31	6,38
Prům. roční průtok 1978-01 [m ³ .s ⁻¹]	5,06	5,79	5,18

3 INTERAKCE TOKU A JADERNÉ ELEKTRÁRNY

3.1 Hydropotenciál řeky Jihlavy

Jak již bylo zmíněno, průměrný roční průtok řeky Jihlavy v zájmové oblasti přesahuje $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Musíme však brát na vědomí extrémy, které mohou na řece v průběhu delšího období nastat, v tomto případě zvláště ty suché. Během suchých period, které mohou nastat zvláště v zimě, méně často potom v ostatních ročních obdobích, může řeka Jihlava dosahovat jenom zlomkového průtoku oproti průměru. Na stanici Třebíč – Ptáčov je vodní stav pod 51 cm označován jako sucho. Odpovídá průtoku přibližně $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Velmi důležitý údaj pro hodnocení hydropotenciálu řeky Jihlavy pro soustavu Jaderné elektrárny Dukovany je hodnota průměrného odběru vody z řeky v místě vodní nádrže Mohelno, která se rovná podle Manipulačního řádu Vodního díla Dalešice po 4. revizi (2004) $1,773 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Při porovnání tohoto odběrného objemu vody s průtokem v období sucha na hydrologické stanici Třebíč – Ptáčov vyplývá závěr, že v ojedinělých případech řeka nemusí splňovat požadavky kladené elektrárnou. Z tohoto důvodu byla vybudována velká vodní nádrž Dalešice, využitá navíc s menší vodní nádrží Mohelno jako přečerpávací vodní elektrárna (informace o elektrárnách v kapitole 2). Značný objem vodních nádrží (v součtu celkových objemů nádrží $144,4 \text{ mil.m}^3$) představuje rezervní vodní objem pro potřeby jaderné elektrárny a umožňuje její provoz bez omezení způsobených nedostatkem vody pro chlazení komponentů během výrobního procesu.

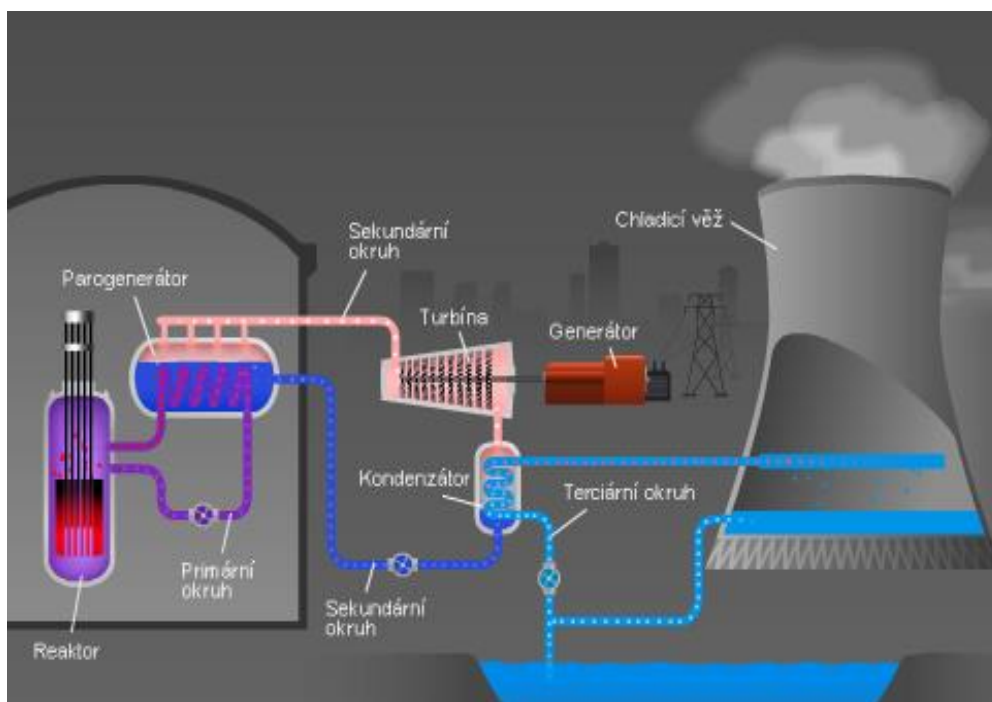
3.2 Využití nádrží pro potřeby Jaderné elektrárny Dukovany

Charakteristika chladicího okruhu

Vodní nádrže Dalešice a Mohelno jsou zásobárny vody pro Jadernou elektrárnu Dukovany. Voda je naprosto nezbytným a nenahraditelným artiklem pro jaderné elektrárny obecně a nejinak je tomu u Dukovan. Nejdůležitějším úkolem pro čistou kapalinu je zabezpečit správnou funkci terciárního (chladicího) okruhu jaderné elektrárny. Druhotnou funkcí je výroba tzv. demineralizované vody.

Podle Skupiny ČEZ jsou hlavními komponenty terciárního okruhu chladicí věže, oběhová čerpadla, potrubí a kanály chladicí vody. Úkolem systému je vytvořit v kondenzátoru co největší podtlak využitelný turbínou, aby účinnost turbíny byla co nejvyšší. Čím nižší je teplota chladicí vody v terciárním okruhu, tím vyšší je podtlak v kondenzátoru. Průtok vody kondenzátorem se pohybuje kolem $9,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Teplá voda z kondenzátorů je potom vedena

do chladicí věže, kde se sprchovými hlavicemi rozstříkuje z výšky 10 až 20 metrů, v kapkách dopadá na zem a ochlazuje se proudícím vzduchem. Poměrně velká část se odpařuje, kondenzuje a vznikají charakteristická oblaka vodní páry, jež volně unikají z chladicích věží. Chladicí věže jsou specifické dominantní stavby ve tvaru hyperboloidů. Jsou postaveny z železobetonového materiálu a jejich hlavním úkolem je zajistit dostatečný tah chladicího vzduchu a uchytit konstrukci vestaveb zabezpečujících rozstřík vody a tím umožnit její lepší ochlazování. Uvnitř věží je vodní nádržka (bazén), který představuje místo akumulace rozstříkované ochlazené vody. Odtud je voda díky čerpadlům dopravována zpět ke kondenzátorům a terciární okruh je kompletní. Podle Skupiny ČEZ Jaderná elektrárna Dukovany disponuje osmi chladicími věžemi o výšce 125 metrů. Průtok vody v každé věži činí přibližně $10,55 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a odpar se rovná maximálně $0,15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Obr. 6 naznačuje obecné schéma jaderné elektrárny, terciární okruh je prezentován v pravé části obrázku, kde vyzobrazuje zdroj vody (v našem případě Dalešice a Mohelno), čerpadlo, kondenzátor, transport vody do chladicí věže, chladicí věž, bazén na jejím dně a zpětný transport vody směrem ke kondenzátoru.



Obr. 9. Schéma nejběžnějšího typu jaderné elektrárny. (zdroj: ČEZ)

Parametry a regulace odběru vody

Na základě Manipulačního řádu Vodního díla Dalešice po 4. revizi (2004) lze vymezit několik základních údajů o odběru vody pro Jadernou elektrárnu Dukovany. Kromě zmíněného průměrného průtoku odběru $1,773 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pracují zainteresovaní vodohospodáři ještě s omezeními delší časové periody:

- maximální měsíční odběr $5,05 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{měsíc}^{-1}$
- maximální roční odběr $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$
- maximální roční objem navracené odpadní vody $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$

Operativní data za rok 2009

Vodní bilanci elektrárny v kvantitativním slova smyslu za rok 2009 přehledně zobrazují následující odrážky (zdroj: Zpráva o ochraně životního prostředí 2009, 2010):

- celkový odběr vody $48,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$
- produkce demineralizované vody $0,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$
- ztráty chladících okruhů hlavně odparem a úletem $29,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$
- celkové množství vypuštěné odpadní vody $19,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$

3.3 Odpadní vody

Odpadní voda z jaderné elektrárny je vypouštěna výsledným sběračem do záchytné nádrže na Skryjském potoce. Ten je následně zaústěn do vodní nádrže Mohelno. V areálu elektrárny se o odvod odpadních vod stará systém kanalizací, který je funkčně rozdělen následovně (zdroj: Zpráva o ochraně životního prostředí za rok 2009, 2010):

a) dešťová kanalizace – odvod srážkových vod přes retenční nádrže do výsledného sběrače

b) splašková kanalizace – odvod odpadních vod ze sociálních zařízení, jídelen, prádeln na čisticí stanici odpadních vod (ČOV), vyčištěná voda následně putuje přes retenční nádrže do výsledného sběrače

c) průmyslová kanalizace zaolejovaná – odvod odpadních vod s potenciální možností výskytu ropných látek, je zaústěna do čistící stanice zaolejovaných vod, vyčištěná voda posléze putuje do dešťové kanalizace

d) průmyslová kanalizace speciální – odvod odluhů z chladících okruhů, vody z chemických provozů elektrárny a také vody z kontrolního pásma přes kontrolní nádrže, celkový odvod těchto vod ústí do dešťové kanalizace

Vybrané hodnoty vztahující se k odpadním vodám vypuštěným z Jaderné elektrárny Dukovany za rok 2009 (zdroj: Zpráva o ochraně životního prostředí za rok 2009, 2010):

- celkové množství vypuštěné odpadní vody 19 042 697 m³ (76,2 % z limitu)
- maximální množství vypuštěné odpadní vody za den 86 300 m³ (83 % z limitu)
- maximální průtok odpadní vody 0,999 m³.s⁻¹ (83 % z limitu)

3.4 Požadavky elektrárny kladené na vodní tok a jejich možná plnitelnost

Hlavní požadavek elektrárny na řeku Jihlavu je tedy zajistit dostatečný zdroj vody použitelné pro chlazení systému. Voda musí splňovat určitou míru čistoty, aby nedocházelo k zanášení, poškozování a všeobecnému snižování životnosti chladících zařízení. Zajistit dostatečné množství vody řeka sama o sobě schopna není, a proto bylo vybudováno rozsáhlé vodní dílo Dalešice, které potřebný průtok vody v řece může navýšit podle potřeby. To znamená, že řeka Jihlava byla schopna plnit hlavní požadavek elektrárny až po vybudování obřího vodního díla s údajně druhou nejvyšší sypanou hrází v Evropě. V době odstávky jaderné elektrárny anebo poruchy může navíc vybudovaná vodní elektrárna pod nádrží zastoupit svým výkonem dokonce celý jeden blok Dukovan. Skupina ČEZ zvažuje v současné době výstavbu pátého bloku v areálu, pro který již Vodní dílo Dalešice neposkytuje dostatečný objem vody a řešení situace kolem nových zdrojů vody pro pátý blok rozebírá kapitola 3.5.

3.5 Nové zdroje pro potenciální pátý blok

Podle plánů Skupiny ČEZ čeká areál Jaderné elektrárny Dukovany rozsáhlá výstavba nového vysoce výkonného bloku (v pořadí pátého). Stávající tři bloky s výkonem každého 460 MW a jeden blok s výkonem 500 MW by měly být doplněny o jeden s vysokým výkonem 1650 MW. Výkon elektrárny by se tak téměř zdvojnásobil.

Výzkumy odhalily skutečnost, že vodní nádrže Dalešice a Mohelno mohou poskytnout dostatečnou zásobu vody pro chlazení nového bloku pouze o výkonu 1000 MW, což přimělo energetiky začít zvažovat nové alternativní vodní zdroje.

Vzniklo několik studií, jak potřebný objem vody pro chlazení nového bloku zaopatřit. Jednou z nich je vybudování velké akumulární nádrže, která by shromažďovala vodu z okolních toků, a to především z Rokytne a Oslavy. Poměrně náročnější a ekonomicky dražší variantou je důkladné vyčištění koryta řeky Jihlavy, která by následně mohla poskytnout elektrárně kvalitnější chladicí vodu, a odběrný objem takové čisté vody by se pak poměrně snížil. Poslední možností, o které se objevily informace, je využití vodního toku Oslavy, ze kterého by se kanály odváděla voda do Vodního díla Dalešice, kde by se akumulovala společně s vodou z Jihlavy. Převážně skepticky se projektanti staví k řece Rokytne, která disponuje velmi nízkými průtokovými poměry.

Vítězná varianta zatím není známa a celý projekt je ve fázi průzkumů a návrhů. Je však velmi pravděpodobné, že dojde k realizaci výstavby pátého bloku a sním spojené problematiky nového vodního zdroje, neboť ředitelství elektrárny počítá s prodlužováním provozu podniku momentálně až do roku 2035. (zdroj: vybraná tisková prohlášení čelních představitelů Skupiny ČEZ, popř. vedení elektrárny Dukovany)

4 DOPADY ENERGETICKÉ SOUSTAVY

4.1 Životní prostředí

Výstavba rozlehlého areálu elektrárny, výstavba velké přečerpávací nádrže a menší vyrovnávací, složitý systém příslušenství všech staveb, odběr a vypouštění vody, to vše vytváří následky a systémy dopadů na okolní přírodní prostředí. Nejinak je tomu u Dukovan, které vyrostly na zelené louce nedaleko obcí Rouchovany a Dukovany. Nádrže sloužící jako zásobárny vody pro energetický podnik zase zcela přetvořily údolí řeky Jihlavy a zasáhly toku do jeho režimu.

Jednotlivé kategorie největších a nejzásadnějších dopadů výstavby této energetické soustavy lze typizovat na dvě základní tématické složky: **abiotickou** a **biotickou**.

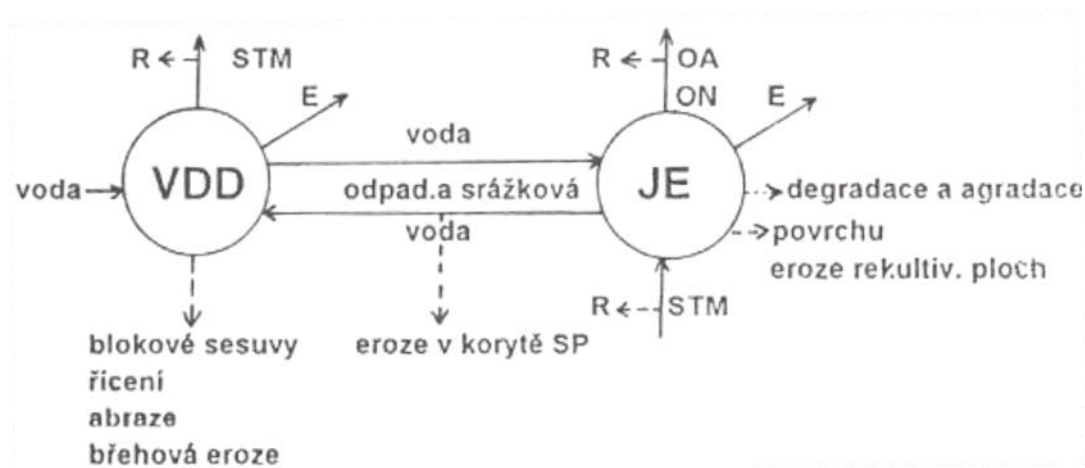
4.1.1 Abiotické prostředí

Z hlediska abiotické složky jsou nejpatrnějšími dopady hlavně nesčetné modifikace reliéfu (povrchové složky) prostředí, které zahrnují i půdní změny, ať už fyzické nebo chemické. Zkoumány a vyhodnocovány jsou i vlivy na mikroklimatické a mezoklimatické poměry v lokalitě.

Dopady na geomorfologickou složku krajiny

Během výstavby soustavy Dukovany – Dalešice – Mohelno došlo k velkým úpravám terénu v prostoru všech příslušných staveb. Samotná jaderná elektrárna je vybudována na rovinaté vyvýšené plošině a kromě hloubení hlubokých základů nedošlo k výrazným zásahům (zářezy, navážky, zarovnání) terénního charakteru. Zcela opačná je situace u komplexu Vodního díla Dalešice, a to ve velkém měřítku. Hluboké údolí toku Jihlavy bylo u obce Kramolín přehrazeno mohutnou hrází, která je sypaná, kamenitá se středním jílovým těsnícím jádrem skloněným proti vodě. Menší nádrž Mohelno je výhradně betonového charakteru. Po napuštění obou nádrží došlo k zániku charakteristických údolních geomorfologických prvků, jako jsou údolní niva, úpatí svahů, systém meandrů, různé formy říčních teras a valů. Zaplaveny byly povodňové sedimenty na březích a transformovány na sedimenty dnové. Při zaplavení údolí došlo ke změně pozvolných břehů na příkré skalnaté. Výjimkou jsou uměle založené plošiny na březích, sloužící k rekreaci a přístupu k vodní ploše. Ovlivněna byla stabilita svahů kolem vodních nádrží. Poněkud drobnější zásahy do reliéfu souvisí s budováním infrastruktury spojující komplexy soustavy. Jsou to hlavně

zářezy komunikací, drobné terénní úpravy spojené s výstavbou vedení vysokého a velmi vysokého napětí, úpravy v prostoru hlavní elektrické rozvodny elektrárny, čističky odpadních vod, systému odběru a vypusti vody atd. Kromě samotných geomorfologických tvarů došlo k drobné modifikaci také geomorfologických procesů, a to zejména eroze. Změny erozních poměrů nejen řeky, ale také drobných přítoků, pozměnily původní přirozené podmínky transportu a akumulace částic. Například korytem řeky bylo v minulosti unášeno velké množství částic, které jsou po vybudování přehrad spíše akumulovány na jejich dnech.



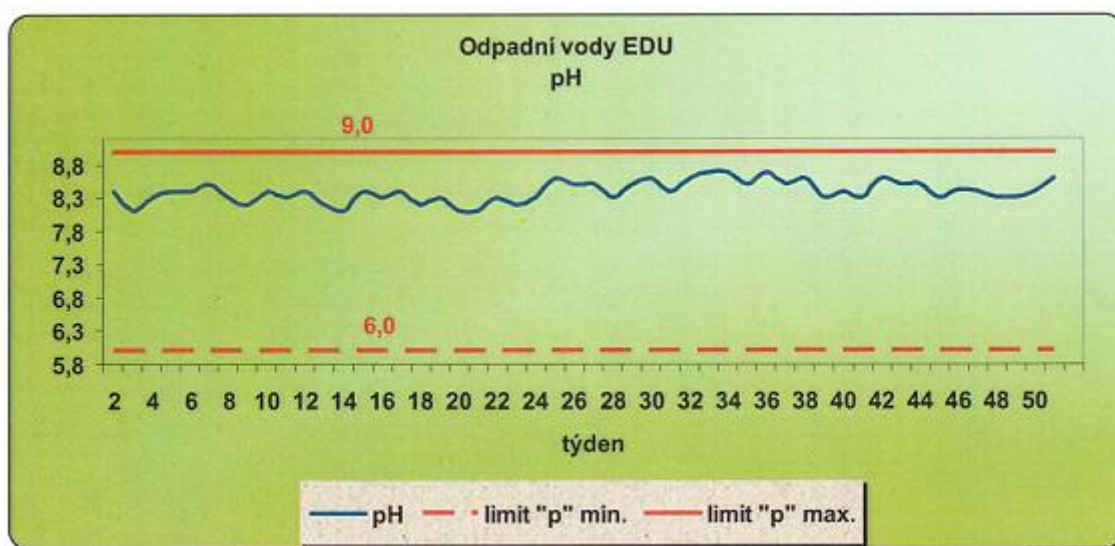
Obr. 10. Systém energetické soustavy Dukovany – Dalešice, jeho vstupy a výstupy vyvolávající přímé a nepřímé antropogenní transformace reliéfu. (zdroj: HRÁDEK, 1997)
Vysvětlivky: **VDD** – Vodní dílo Dalešice, **JE** – Jaderná elektrárna Dukovany, **E** – elektrická energie, **OA** – odpady aktivní, **ON** – odpady neaktivní, **R** – rekultivace po těžbě stavebního materiálu (hlína, kámen) a ukládání odpadu, **SP** – Skryjský potok, **STM** – stavební materiál).

Ovlivnění půd

Původní půdní pokryv oblasti byl obdobně narušen. Při základních stavebních pracích byly odstraněny nebo přeměněny horní vrstvy půdního profilu, v případě hloubení základů apod. je však přetvořen nebo úplně odstraněn celý půdní profil až po matečnou horninu, která může být také narušena. Dotčené půdní plochy jsou však v konečném důsledku zastavěny a jejich původní význam pro zemědělství a pěstitelství je změněn. Kromě fyzických modifikací půdy dochází také ke změnám v chemickém složení, neboť elektrárna je producentem různých chemických látek, které mohou unikat do okolní přírody a její půdní složky. Znečištění půd spadem chemických látek z produkce elektrárny do ovzduší je velmi malé, neboť vypouštěnými látkami jsou hlavně vodní páry. Hlavním zdrojem znečištění je tedy odpadní voda a její chemické složení, které určuje i její pH.

Tab. 17. Vybrané chemické látky uznávané jako zdroje znečištění odpadních vod, jejich produkce a limity (pokud jsou stanoveny) v Dukovanech za rok 2009. (převzato: Zpráva o ochraně životního prostředí za rok 2009, 2010)

Znečišťující látka	Roční množství [t]	Roční limit [t]
SO ₄ ²⁻	3340	10000
Ca ²⁺	1929	3450
Cl ⁻	1826	-
CHSK _{Cr}	776	1250
Mg ²⁺	601	-
N _{anorg.}	461	-



Obr. 11. Hodnota pH v odpadních vodách Jaderné elektrárny Dukovany v roce 2009 s vyznačenými limity. (převzato: Zpráva o ochraně životního prostředí za rok 2009, 2010)

Ovlivnění klimatických poměrů

Před vybudováním vodních nádrží byly roku 1975 v místech údolní nivy řeky Jihlavy prováděny klimatické výzkumy pod vedením Evžena Quitta. Na to samé místo se vědci vrátili v roce 1994 a zkoumali změny základních klimatických faktorů po vybudování vodních nádrží Mohelno a Dalešice. V roce 1994 byly také provedeny výzkumy vlivu samotné jaderné elektrárny na místní klimatické poměry. Hlavní závěry Quitta (1996) jsou shrnuty v následujících odstavcích.

Vodní dílo Dalešice ovlivnilo místní topoklima hned v několika faktorech. V samotné blízkosti vodních nádrží se výrazně zvýšily minimální teploty oproti dříve pozorovaným

v údolní nivě. Analogicky se snížila teplotní maxima oproti období před vlivem vodní plochy. V součtu to vedlo k patrnému snížení denních amplitud teploty vzduchu. V lesích a oblastech s travnatým porostem byly teplotní změny vysledovány hlavně v ranních a dopoledních hodinách. V prostoru nádrží vznikají drobné mikroadvektivní cirkulace a dosah jejich projevů je závislý na aerodynamické drsnosti aktivního povrchu a velikosti teplotního kontrastu.

V areálu jaderné elektrárny je největším faktorem působícím na místní topoklima vlečka páry z chladících věží, u které byly zjištěny následující informace. Pokud je aktivní povrch pokryt sněhem, je vliv této vlečky na teplotu vzduchu ve výšce 5 cm nad povrchem výrazně větší než v situaci bez zasněženého povrchu. V zimě za velmi chladného počasí a při zamrzlém povrchu jsou teplotní rozdíly mnohem větší, než při teplotách vzduchu i aktivního povrchu nad bodem mrazu. Při větrném počasí (rychlosti nad 3 m.s^{-1}) jsou rozdíly mezi teplotami ve výškách 5 cm a 200 cm znatelně vyšší než za bezvětří. V ranních a časných dopoledních hodinách jsou rozdíly teplot i relativní vlhkosti mezi zastíněným a nezastíněným povrchem mnohem větší než odpoledne. Slabá stratovitá nebo vysoká oblačnost nezpůsobuje u syté vlečky významné snížení teplotních rozdílů. Při kupovité oblačnosti nebyl zjištěn vliv na teplotní rozdíly mezi povrchem pod stínícím vlivem vlečky a povrchem osluněným, ale má vliv na velikost teplotních rozdílů pod vlečkou a mimo ni délka zastínění měřícího stanoviště před měřením samotným. Teplotní amplituda pod sytou vlečkou je větší v chladné části roku, než v teplé.

Ovzduší je zatěžováno vypouštěním škodlivin z několika zdrojů. Mezi ty větší patří: Plynová kotelna LRKO Mor. Krumlov, terciární a sekundární okruh, čistírna odpadních vod a aktivní dílny obrábění kovů. Jako malé zdroje jsou uváděny dieselgenerátorové stanice, odmašťovny, sklady petrochemických výrobků a čistírna odpadních vod Heřmanice.

4.1.2 Biotické prostředí

Také oživená část přírodního prostředí byla výstavbou soustavy výrazně ovlivněna. Dominantním prvkem modifikací bylo vykácení větších lesních ploch, což automaticky přetvářelo a v horším případě likvidovalo stanoviště charakteristických porostů pro dané lokality. Nastaly změny jak ve flóře, tak fauně. Z hlediska ochrany přírody byla nejvíce sledována Národní přírodní rezervace Mohelenská hadcová step s jejími unikátními biotopy a druhy.

Flóra

Přírozená druhová skladba je obdobná v údolí Jihlavy, Oslavy i Rokytne. Právě díky hlubokým údolím se vyskytuje v zájmové oblasti podstatně vyšší biodiverzita než na okolní jen mírně zvlněné plošině. Vynikají zde bohaté skladby teplomilných (termofilních) druhů na exponovaných jižních svazích údolí, studenomilných (psychofilních), suchomilných (xerofilních) i vlhkomilných (hygrofilních) druhů. Nejlepší floristický souhrn v lokalitě podal zřejmě Kühn (1993,1994), který oblast zkoumal v letech 1993 a 1994. Následně však předčasně zemřel a jeho fytocenologické snímky, herbáře a další různé rukopisy upravil Tlusták (1998).

Okolí Dukovan a Dalešic spadá do druhého a třetího vegetačního stupně. Výstavba energetické soustavy neměla vliv na druhové složení dřevin (převládá *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* a *Betula pendula*). Jinak tomu je u bylin, kde došlo k citelným modifikacím a diferencím oproti původnímu stavu a objevily se dříve nepozorované druhy. Podle Kühna (1993,1994) v území roste mnoho rudérálních teplomilných rostlin, které jsou časté zvláště v okolí jaderné elektrárny: *Salsola kali*, *Atriplex tatarica*, *Acosta renana* a další. Na nové železniční vlečce Račice – Dukovanská elektrárna se usadily některé vzácné rostliny jako *Erysimum repandum*, *Salsola australis*, *Ventenata dubia* a další. V oblasti vodních nádrží trpí vegetace velkými a častými výkyvy hladiny vody. Rostliny reagují na zaplavování změnou habitu. Nejběžnější rostlinou břehů je *Urtica dioica*, ale objevují se i další druhy *Bidens frondosa*, *Carduus crispus*, *Galeopsis tetrahit* a jiné. Velká část břehů dalešické nádrže je skoro holá, v rozmezí horní a dolní břehové čáry bez souvislé vegetace. V horní břehové čáře mají svá stanoviště *Conyza canadensis* nebo *Linaria vulgaris*. Velmi specifická je oblast horního konce přehrady, kde voda kolísá v úseku přes 2,5 km dlouhém a díky tomu se objevují porosty *Alopecurus geniculatus* nebo *Eleocharis palustris*. Nejrozšířenější rostlina břehů je *Bidens frondosa*. Na krajích frekventovaných silnic se udržuje sečením a herbicidy pruh s jednoletými rostlinami, což před výstavbou elektrárny a přehrad nebylo pozorováno.

Fauna

Ve fauně nastala mírnější situace co do dramatických zásahů a dopadů. Tyto organismy mají přece jen výhodu fyzického pohybu a během výstavby soustavy mohly migrovat do bližšího nebo vzdálenějšího okolí. V rámci fauny tedy hovoříme o důsledcích

hlavně migrací druhů a jen v malé míře o snižování stavů. Základní strukturu fauny v lokalitě popisují následující odstavce.

Podle Kolektivu autorů (1998) jsou nejhojněji se vyskytujícími drobnými savci v oblasti hlavně *Talpa europaea*, *Clethrionomys glareolus*, *Microtus arvalis*, *Apodemus flavicollis*, *Apodemus sylvaticus* a *Sciurus vulgaris*. Ze zajíců je hojně zastoupen *Lepus europaeus*. Šelmy: *Vulpes vulpes*, *Meles meles*, *Martes martes*. Ze sudokopytníků mají v lokalitě zastoupení druhy *Capreolus capreolus*, *Ovis musimon* a *Sus scrofa*. Podle analýzy savců soustava nenarušila jejich přirozené prostředí a dokonce se zvýšil počet netopýrů v oblasti, neboť elektrárna láká jejich hmyzí potravu.

Ptákům byla také věnována značná pozornost, neboť jsou velmi citlivým indikátorem změn prostředí. U ptáků se zkoumaly změny v hnízdění v okolí vodních nádrží a jejich celková adaptace na velký zásah do krajiny. Nejběžnější druhy: *Perdix perdix*, *Carduelis cannabina*, *Emberiza citrinella*, *Passer montanus*, *Sturnus vulgaris*, *Anas platyrhynchos* a *Carduelis chloris*. Geografická analýza vlivů soustavy na ptactvo se potýkala primárně s problémem, že u ptáků není kvůli vysoké mobilitě jednoduché afekty vysledovat. Ptactvo bylo sice vystěhováno z různých lokalit, nicméně současně vznikly zase jiné nové biotopy (hl. v prostředí přehrady), kde nyní sídlí synantropní druhy.

Hojné zastoupení mají v oblasti i obojživelníci. Obvyklí zástupci hadů: *Natrix natrix*, ještěřů *Anguis fragilis*, *Lacerta agilis*, *Tritulus vulgaris* a žab *Rana temporaria*, *Bufo bufo*, *Bombina bombina*. Závěry z geografického prostorového hlediska naznačují, že pro obojživelníky je nezbytná existence sítě vhodných lokalit pro rozmnožování. V oblasti energetické soustavy sice přechodně došlo k narušení takových míst, ale s postupným vývojem situace a vznikem nové velké vodní plochy se situace opět velmi rychle zlepšila a nádrže představují zajímavý biotop i pro tento subjekt fauny.

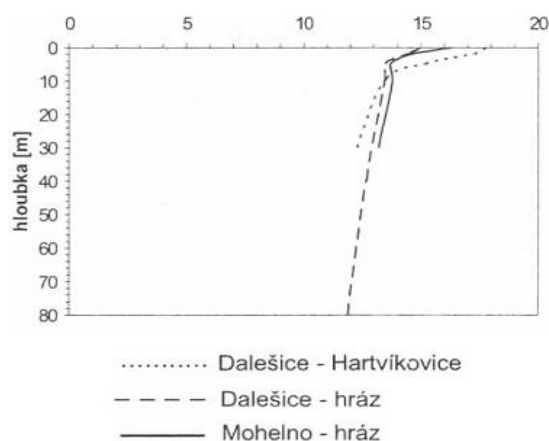
Nejcitlivějším indikátorem kvality vodního prostředí jsou rybí populace. Po výstavbě soustavy totiž došlo k nezanedbatelným změnám. Obvyklí zástupci rybí říše jsou: *Salmo trutta*, *Perca fluviatilis*, *Chondrostoma nasus* a *Barbus barbus*. Přítomnost vodních nádrží nahrává výskytu velkých jedinců některých druhů díky hluboké, rozlehlé a stojaté vodě. Na základě výzkumů bylo zjištěno, že dominantní rybou pod přehradami je pstruh obecný potočný (*Salmo trutta* morpha *fario*), který se jako jediný reprodukuje i ve studené vypouštěné vodě. Ostatní druhy nejsou na tak chladnou vodu uzpůsobeny a v řece se v tomto úseku nevyskytují.

4.2 Ovlivnění povrchových a podpovrchových vod

V hydrologicky orientované práci jsou klíčové a zásadní údaje o dopadech výstavby soustavy na vodní prostředí v okolí elektrárny, ať už se jedná o vody povrchové nebo podpovrchové. Zkoumány jsou různé formy znečištění, hlavně tepelné a biologické. Nejdůležitějším vodním zdrojem pro provoz elektrárny je řeka Jihlava, a proto byl její režim následkem využívání určitým způsobem narušen nebo ovlivněn.

4.2.1 Tepelné a biologické znečištění

Tepelným znečištěním vod rozumíme člověkem vyvolaný nepřirozený a zpravidla náhlý vzestup nebo pokles teploty vody oproti očekávanému stavu. Tyto výkyvy mají zásadní vliv na vodní ekosystém. V případě vodních nádrží Dalešice a Mohelno je největším problémem vypouštění chladnější vodní masy na dno koryta řeky. Průzkumy a odběry naznačily, že přestože je provoz vodních nádrží přečerpávací, čímž se snaží o patrnou destratifikaci, teplota vody je citelně nižší u dna než v hladinových partiích. Rozdíly v teplotách (nádržních teplotních vertikálách) zapříčiňují i změny v koncentraci kyslíku a dalších vlastnostech vody. Z dlouhodobého měření teplot ve vertikálách vyplynul závěr, že změny teploty s hloubkou jsou nejmenší u hráze vodní nádrže Dalešice a vyšší ve vodní nádrži Mohelno a také ve vodní nádrži Dalešice u Hartvíkovic. V Mohelně navíc ovlivňuje teplotu ještě výtok oteplených vod z elektrárny Dukovany, konkrétně z přebudovaného Skryjského potoka, kde se například v roce 2006 pohybovala teplota vody průměrně o 8,9°C výše než teplota vody čerpané! (zdroj: VÚV T. G. Masaryka, 2007)



Obr. 12. Vertikální stratifikace teploty [°C] v nádržích v době maxima rozvoje fytoplanktonu v roce 1995. (převzato: KOLEKTIV AUTORŮ, 1998)

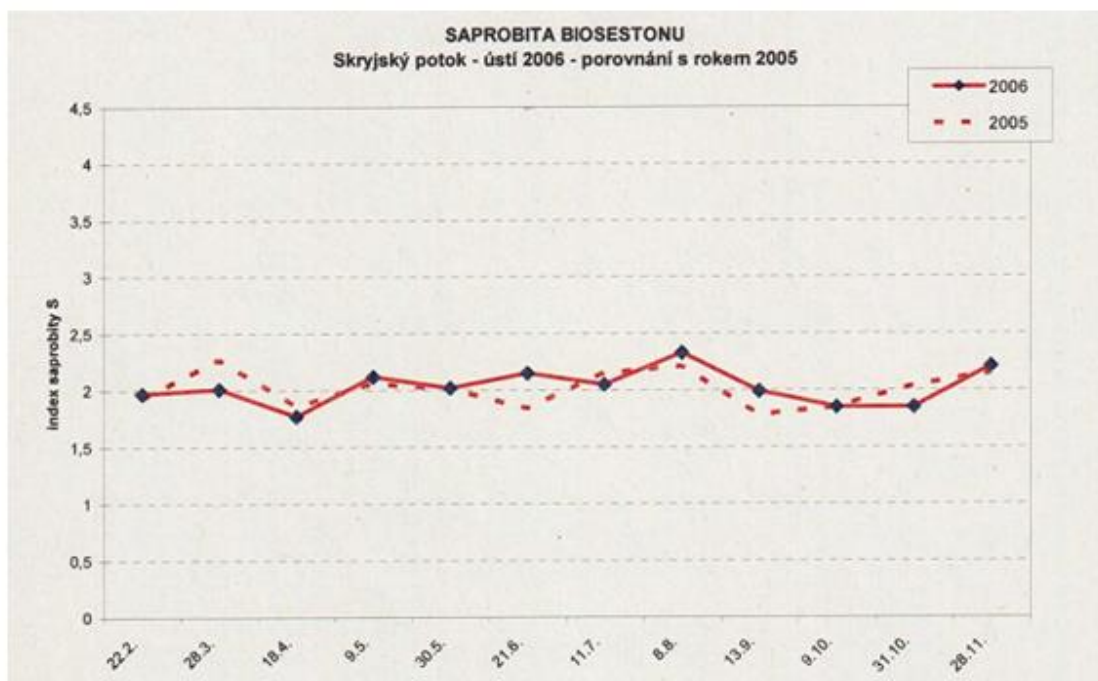
Tab. 18. Vertikální stratifikace teploty a kyslíku v nádržích 10. Srpna 2006. (převzato: VÚV T. G. Masaryka, 2007)

10.8.2006								
Nádrž Dalešice						Nádrž Mohelno		
Hartvíkovice			u hráze			u hráze		
hloubka	T _{voda}	O ₂	hloubka	T _{voda}	O ₂	hloubka	T _{voda}	O ₂
[m]	[°C]	[mg/l]	[m]	[°C]	[mg/l]	[m]	[°C]	[mg/l]
0	17,3	7,33	0	17,9	12,9	0	18,1	7,40
1	17,3	6,93	1	17,5	12,4	1	17,4	7,38
2	17,3	7,75	2	17,1	23,3	2	17,3	6,20
3	17,2	8,11	3	17,0	25,7	3	17,2	6,47
4	17,2	8,18	4	16,9	9,40	4	17,0	7,12
5	17,2	8,39	5	16,9	8,95	5	17,0	8,10
6	17,2	7,07	6	16,8	8,72	6	16,9	8,04
7	17,1	7,12	7	16,8	8,21	7	16,9	7,94
8	17,1	6,93	8	16,8	8,70	8	16,8	6,65
9	17,1	6,29	9	16,8	7,62	9	16,8	6,59
10	16,8	5,04	10	16,8	7,61	10	16,8	6,51
11	16,6	4,05	11	16,8	7,43	12	16,8	7,41
12	16,6	3,86	12	16,7	6,58	15	16,7	5,80
13	16,5	3,63	13	16,7	6,95	20	16,7	5,62
14	16,5	3,46	15	16,7	6,56	22	16,3	4,65
15	16,5	3,56	19	16,6	7,07	23	16,2	4,00
16	16,5	3,69	22	16,5	5,83	23,5 - dno		
17	16,4	4,18	27	16,5	5,96			
18	16,4	4,15	32	16,5	5,47			
19	16,4	4,09	37	16,4	5,04			
20	16,4	3,93	42	16,4	4,90			
21	16,4	3,73	45	16,3	4,60			
29 - dno			50	16,3	4,25			
			55	16,3	4,17			
			60	15,9	2,86			
			65	15,8	2,18			
			67	15,7	1,79			
			70	15,6	1,45			
			72	15,5	1,30			
			73 - dno					
teplota vzduchu: 18,7 – 24,8°C			teplota vzduchu: 23,7 – 23,8°C			teplota vzduchu: 25,3 – 27,6°C		
doba odběru: 9:25 – 10:40			doba odběru: 11:15 – 13:00			doba odběru: 14:45 – 15:55		

Výrazně chladnější výtok vody z nádrží zcela přetváří říční ekosystém a pod nádržemi se mohou usazovat rybí společenstva charakteristická pro horní tok řeky s chladnější vodou (více v kapitole 4.1.2 Biotické prostředí).

Monitoring biologického znečištění toku opakovaně prováděl a hodnotil VÚV T. G. Masaryka nad nádržemi, v nádržích, pod nádržemi a také na inkriminovaném Skryjském potoce, který odvádí vodu z areálu elektrárny Dukovany. Podle výsledků analýz prováděných v roce 2006 byla voda v řece Jihlavě mírně znečištěná až znečištěná nad vodními nádržemi, na ostatních stanovištích už ale byla kvalita vody velmi dobrá. Posuzování probíhalo na základě tzv. indexu saprobity (S), který nabývá hodnot od -0,51 (velmi čistá voda) po > 3,51 (velmi silně znečištěná voda). Závěry prokázaly, že přítomnost vodních nádrží po stránce biologického znečištění je velmi přínosná a voda v řece je velmi kvalitně čištěna.

Nejvíce sledován je trvale Skryjský potok, kde se kvalita vody rovná přibližně betamezosaprobite, což je mírně znečištěná voda. Betamezosaprobita je charakteristická právě i pro vodní nádrže a říční úseky pod nimi a je v republikovém měřítku poměrně příznivá. Nejhorší kvalita vody byla zjištěna na přítoku řeky do soustavy, ale situace se údajně každým rokem nepatrně zlepšuje i zde, v místě přítoku antropogenně znečištěné vody bez jiných velkých zásahů.



Obr. 13. Saprobity biosestonu při ústí Skryjského potoka v letech 2005 a 2006. (převzato: VÚV T. G. Masaryka, 2007)

4.2.2 Ovlivnění hydrologického režimu řeky

Jedním ze základních úkolů velkých přehradních nádrží je redukovat a transformovat povodňové situace na řekách. Přestože vodní soustava Dalešice, Mohelno byla vybudována primárně k jinému účelu – nadlepšování průtoku pro potřeby odběru jaderné elektrárny, můžeme u ní pozorovat i velký ochranný povodňový význam. Její objem je značný a povodňová vlna na relativně menší řece Jihlavě může být při správném postupu částečně modifikována v rámci potřeb povodí Dyje při všeobecné povodňové situaci. Manipulace s odtokem ovlivňuje hydrologický režim řeky, a mění tak přirozený odtok na umělý nebo uměle ovlivněný.

Primární využití vodní soustavy je tedy zabezpečení dostatečného průtoku řeky pro odběr do jaderné elektrárny zejména v obdobích silného sucha. Zabezpečení vyšších průtoků má své přísné limity v závislosti na druhu manipulace (z prostoru volné manipulace, z prostoru přísné manipulace). Režim řeky je v takové situaci ovlivněn poměrně málo a jedná se pouze o slabé navýšení průtoku v toku.

Výrazně jiná situace nastává u povodní. Při dobré predikci povodňové situace (při předpovědích dlouhodobých nebo přívalových srážek, případně jarního tání sněhu) se soustava přehrad připravuje na vytvoření zásobního prostoru pro povodňovou vlnu. Průtok pod přehradou se tedy zvyšuje mnohem dříve, než povodně udeří. Následná povodňová vlna může být díky přípravám vhodně utlumena a sníží se její negativní následky. Po přechodu povodňové vlny může zůstat průtok mírně zvýšený, neboť přehradní díla ještě vodu upouští, aby se znovu vytvořil vhodný zásobní prostor. Jak dokáže vodní soustava Dalešice, Mohelno zmenšit povodňové průtoky naznačuje tab. 19.

Tab. 19. Možné snížení kulminačního průtoku při povodni na přehradní soustavě Dalešice, Mohelno. (převzato: Manipulační řád Vodního díla Dalešice po 4. revizi, 2004)

N – letá povodeň	maximum N – leté povodně ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Transformované maximum N – leté povodně ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
Q5	143	80
Q10	178	140
Q50	280	180
Q100	315	220
Q1000	460	300
Q10 000	580	450

4.2.3 Ovlivnění podzemních vod

Informace úzce korespondují s kapitolami 3.3 Odpadní vody a 4.1.1 Abiotické prostředí, ve kterých byly vzpomínány jednak druhy odpadních vod z areálu jaderné elektrárny, a také chemické látky v nich unikající do půdního prostředí. Vsakem se mohou dostat do podzemních vod a ovlivnit jejich chemické složení. Nicméně je důležité zopakovat, že v porovnání s umělými látkami a hnojivy používanými v zemědělství jsou koncentrace znečištění z Dukovan velmi nízké. Další tezí je skutečnost absence větších objemů podzemní vody v oblasti související s geologií území. Místní krystalinické ruly, amfibolity, granulity a serpentinity jsou totiž horniny velmi neprostupné, pouze vlivem zvětrávání jsou ve

svrchních vrstvách rozrušeny. Mocnost rozrušených vrstev byla při průzkumu okolí Dukovan zjištěna od 1 do 6 metrů, ojediněle až 18 metrů. Dalším důkazem oblasti chudé na objem podzemních vod je například absence většího množství pramenů do hlubokého údolí řeky Jihlavy.

Samotné ovlivnění a ohrožení těchto vod spočívá hlavně ve dvou aspektech. Prvním jsou nároky na vodní zdroje pro elektrárnu Dukovany. Již tak velmi omezené zdroje podzemní vody mohou být pro potřeby elektrárny ještě více využívány. Druhým problémem je samotné vypouštění odpadní vody z elektrárny. Jak bylo zmíněno, chemické analýzy naznačily poměrně nízké úrovně znečištění. Větším problémem může být znečištění tepelné, o kterém byla také řeč v kapitole 4.2.1 Tepelné a biologické znečištění. Oteplení vody Skryjského potoka je poměrně značné, ojediněle se teplejší voda může dostat i do jiných vodních toků a pronikat do podzemní vody. Ovlivnění podzemních vod je souhrně řečeno malé a nemá vyloženě negativní účinky na životní prostředí.

5 MOŽNÁ ŘEŠENÍ DOPADŮ

5.1 Obecné závěry

V obdobích před budováním soustavy, během výstavby i po jejím dokončení bylo vytvořeno nepřehledné množství programů a opatření na omezení dopadů a všeobecnou ochranu přírody. Časově hovoříme o období od příprav výstavby Jaderné elektrárny Dukovany (kolem roku 1970), přes započetí výstavby v roce 1974, dále přes absolutní dokončení prozatím posledního čtvrtého bloku roku 1987 až do současnosti. Jelikož je hodnocena hlavně hydrologická složka interakce soustavy s tokem, hlavní zaměření se dotýká hydrologických opatření od minulosti až po současný monitoring ochrany prostředí.

Informace o vydaných dokumentech korespondují s Rešerší literatury zpracované v úvodu práce. Pravděpodobně největší studie ze starších období o vlivu soustavy na okolní prostředí byla vydána v roce 1981 Západomoravským muzeem v Třebíči (dnes Muzeum Vysočiny Třebíč) a její součástí byly i jednotlivé původní návrhy na ochranu přirozeného stavu v krajině. Mezi lety 1996 až 1998 byl vydán velmi rozsáhlý Přírodovědný sborník Západomoravského muzea v Třebíči, který čítá 38 svazků, přičemž problematice vlivů energetické soustavy se věnují svazky 21 až 38. Součástí i tohoto sborníku jsou různé návrhy na opatření sloužících k omezení dopadů soustavy.

V současné době je hlavním orgánem v problematice dopadů elektrárny oddělení Řízení ochrany životního prostředí (EMS), které sbírá, analyzuje a vyhodnocuje podklady týkající se všech možných narušení životního prostředí provozem elektrárny. Rovněž vydává a stanovuje cílové hodnoty a programy v daných problematikách ochrany prostředí. Oddělení bylo v roce 2001 úspěšně certifikováno společností Det Norske Veritas.

Řešení dopadů na tvary povrchu

Zamezit citelným zásahům do reliéfu krajiny bylo možno pouze omezeně a výhradně technicky. Jednotlivé použité prostředky byly hlavně různé sanační práce a navážky, které měly zamezit sesuvům nebo naopak modelovat terén do přibližné původní podoby. Za opatření v geomorfologickém slova smyslu lze tedy hlavně považovat technické úpravy aktivního povrchu a všechny možné projekty s tím související.

Řešení možnosti ovlivnění půd

Kvalita půdy byla v průběhu chodu energetické soustavy pečlivě monitorována, což je hlavním opatřením i v současné době. V minulosti byly stanoveny limity a standardy možného vypouštění nebezpečných látek do půdy prostřednictvím odpadní vody a ty jsou každoročně velmi důsledně a podrobně analyzovány. Skupina ČEZ vydává prostřednictvím operativního pracoviště přímo v areálu jaderné elektrárny každoroční obsáhlou Zprávu o ochraně životního prostředí, která se věnuje problematice odpadů a jejich možnému úniku do vod a půdy. Areál elektrárny vydává i Roční zprávu o nakládání s radioaktivním odpadem, která například v roce 2009 informovala, že bylo do ovzduší vypuštěno 0,3913 % z limitu radioaktivních látek. Nejzákladnější forma zamezení možného znečištění půd je důsledný monitoring. Pokud jsou některé limity překračovány (prakticky tato situace nenastává), elektrárna (potažmo celá soustava) přijímá opatření vycházející z jejich inertních řádů a manuálů.

Řešení dopadů na místní klima

Z hlediska klimatických modifikací je přístup provozovatele soustavy velmi podobný (monitoring → případná opatření). Součástí areálu Jaderné elektrárny Dukovany je plnohodnotná profesionální stanice ČHMÚ, která má současně mimo klasických měření za úkol sledování vlivů na mezoklima v okolí elektrárny. Během pozorování nebyla zjištěna výrazná ovlivnění klimatických podmínek, která by překračovala stanovené limity. V okolí elektrárny je pozorována obvykle vyšší vlhkost díky vypouštění páry z chladících věží a v okolí přehrad se objevují jiné teplotní poměry než před jejich vybudováním (více v kapitole 4.1.1 Abiotické prostředí). Pára chladících věží způsobuje i častější výskyt drobných srážek jak vertikálních, tak horizontálních. Z hlediska znečištění atmosféry byla a jsou prováděna měření emisí CO a NO_x na místní kotelně. Poslední dvě měření proběhla v letech 2005 a 2010 a mají vždy 5-letou platnost. Opatření nejsou díky malému nežádoucímu efektu těchto anomálií přijímána.

Ochrana bioty

Nejcitlivějším stanovištěm v okolí soustavy bylo beze sporu unikátní údolí řeky Jihlavy s nejcennějším objektem – Mohelenskou hadcovou stepí. Zatopení údolí způsobilo nenávratný zánik stanoviště na údolním dně, dalo však za vznik stanovištěm novým. Národní

přírodní rezervace Mohelenská hadcová step zůstala nedotčena, neboť se rozkládá ve vyšší části údolí a to již pod oběma přehradami. Jedná se ochráněné území už od roku 1933 s četnými unikátními společenstvy. Během výstavby energetické soustavy byla rezervace velmi pečlivě monitorována a podle výsledků nedošlo k výraznějším zásahům do této chráněné plochy o rozloze 50,34 ha, z toho 8,89 ha chráněného území (zdroj: Ochrana přírody a krajiny v České republice: NPR Mohelenská hadcová step [online]. WWW: <http://www.cittadella.cz/europarc/>). Jediným zásahem do této lokality bylo vybudování příjezdové komunikace na hráz Vodní nádrže Mohelno, nicméně komunikace byla citlivě vedena po okraji, nebo dokonce úplně mimo chráněné území. Nepatrně vyšší negativní vliv má mnohem frekventovanější silnice mezi Mohelnem a Dukovanami, neboť se podél ní vyskytuje uměle zavlečená nežádoucí vegetace. I tato komunikace ale leží na naprostém okraji chráněné oblasti. Dlouhodobě jsou zkoumány kolem národní přírodní rezervace poměry velmi rozšířené borovice lesní a její nálety jsou eliminovány a probírány. Obnovena zde také byla přirozená pastva.

Ostatní území kolem soustavy není zvláštním způsobem chráněno, nicméně poměry jsou občasné monitorovány a v případě nežádoucích hypotéz jsou přijímána drobná individuální opatření na ochranu přírodního prostředí (krajinný management). V minulosti byl navrhován vznik CHKO v oblasti jihovýchodních říčních údolí České vysočiny, avšak bez realizace.

Řešení vlivů na hydrologické poměry

Opatření na snížení dopadů soustavy na hydrologické prostředí je taktéž založeno na primárním principu monitoringu. Jednotlivé druhy vod mají své specifické metody získávání dat o úrovních chemického, biologického, teplotního, radioaktivního a popř. jiného znečištění. Zatímco z povrchových toků lze odebrat vzorek vody pro analýzu velmi jednoduše (hydrologické stanice nebo individuální odběry), k podpovrchovým vodám se musíme technologicky propracovat, například vrty. Taková monitorovací síť byla skutečně vybudována a kromě ní se provádějí občasné namátkové kontroly a analýzy. Opět jen v případě porušení limitů se přistupuje ke stanoveným opatřením. Jednotlivé podniky mají své předpisy, jaderná elektrárna je hlídá díky speciálně vyčleněnému pracovišti ochrany životního prostředí (které vydává již zmíněnou každoroční Zprávu o ochraně životního prostředí), Vodní dílo Dalešice zase postupuje podle manipulačního řádu.

Každoročně je prováděno několik procesních (interních) vodohospodářských kontrol, které jsou zaměřeny hlavně na nakládání s vodami a nebezpečnými látkami, vybavení objektů prostředky na likvidaci úniku závadných látek a technologickou kázeň provozního personálu. Česká inspekce životního prostředí rovněž, ale tentokrát již namátkově, provádí kontroly zaměřené na nakládání s vodami. Podle Zprávy o ochraně životního prostředí za rok 2009 (2010) bylo v roce 2009 provedeno dalších 28 interních kontrol v oblasti nakládání s neaktivními odpady vzhledem k hydrologii a životnímu prostředí celkově a ještě dalších 8 interních kontrol nakládání s radioaktivními odpady opět vzhledem k hydrologii i celkovému životnímu prostředí. (zdroj: ČEZ, 2010) Sledováním vlivu odpadních vod z jaderné elektrárny na řeku Jihlavu je tradičně pověřen Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v Brně, který v roce 2006 provedl komplexní analýzu úseku povodí dotčeného energetickou soustavou. Odebíral vzorky povrchové vody, dnové sedimenty, kapalně a pevně spady a zabýval se i vertikálami nádrží Dalešice a Mohelno.

Opatření na snížení dopadů v oblasti hydrologie se tedy přijímají pouze po znepokojivých výsledcích výzkumu. Omezení modifikací režimu toku může zaopatřit regulace odtoku z obou vodních nádrží na řece, a pokusit se tak mimo extrémní situace o zabezpečení přibližně přirozeného odtoku z území.

5.2 Subjektivní návrhy

Při individuálních návrzích na řešení otázky omezení dopadů energetické soustavy musím zohlednit základní informaci, že ve všech složkách nebo kategoriích takových dopadů nebyly zjištěny natolik nevyhovující závěry, že by bylo nutné vyhlásit určité stupně regulace různých forem produkce. Ve svých postojích tedy budu pracovat s hypotézou, že k nějakým problémům může dojít, přestože riziko je velmi nízké.

Řešení dopadů na tvary povrchu

Změny tvaru aktivního zemského povrchu byly zcela jistě s výstavbou takového energetického subjektu nevyhnutelné. Podle mých terénních průzkumů se úřady pokusily poměrně zdařile eliminovat terénní změny. Pokud bych měl navrhnout nějaké nové úpravy terénu, byly by velmi kosmetické a nepodstatné, například zářezy příjezdové komunikace k řídicímu centru nádrže Dalešice jsou poměrně nápadné. S nenávratně přetvořeným údolím řeky Jihlavy bohužel nelze již nic udělat. Velkou úlohu zde hraje vegetace a její vlastnost zamaskovat antropogenní geomorfologické tvary.

Řešení možnosti ovlivnění půd

Jelikož průzkumy nenaznačily žádná překročení limitů vypouštěných látek a kontaminace půd v lokalitě, není třeba uvažovat o opatřeních intenzivněji chránících půdní poměry. Mnohem necitlivějším zdrojem vysokého množství chemických látek v půdě je zemědělská činnost. Předmětem pravidelné důkladné kontroly by měly být půdy zvláště v oblastech výskytu vzácných druhů bioty.

Řešení dopadů na místní klima

Velmi podobná situace. Pokud nejsou překračovány ani základní limity vypouštěných látek, anebo odpovídají provozu elektrárny, není nutné vydávat patřičná opatření. Jaderná elektrárna ovlivňuje pouze mezoklima ve svém těsném okolí, podobně je tomu i u vodních děl na řece Jihlavě. Tam však dochází k poměrně zásadním modifikacím teplotních i vlhkostních poměrů oproti období před výstavbou soustavy. Takové změny není možné ovlivnit, a zasahovat tak do mezoměřítkové cirkulace, která nad vodními plochami vznikla. Navíc je ve zvláštních případech prospěšná biotě.

Ochrana bioty

V průběhu zpracovávání práce jsem došel k několika závěrům, které informovaly o změně přirozeného prostředí v biotě po výstavbě soustavy. Pokud některým druhům hrozí vlivem elektrárny nebo vodního díla bezprostřední vyhynutí v této lokalitě, je na místě situaci ošetřit ochranou. Jak již bylo předesláno, ochrana přírody zvažovala vznik CHKO, která by slučovala unikátní údolí jichovýchodního okraje České Vysočiny (patrně údolí Jihlavy, Oslavy, Rokytne, popř. Chvojnice). S tímto návrhem se ztotožňuji, avšak po zásadním přemodelování údolí největší řeky ze všech – Jihlavy, je to už spíš otázka diskuze. Projekt nikdy realizován nebyl a pravděpodobně ani v nejbližší době nebude. Nic to nemění na mém názoru, že ochrana drobných prvků bioty v lokalitě by mohla být četnější a popřípadě i vyššího řádu. Velmi unikátní a specifická údolí zejména Oslavy a Rokytne rozhodně disponují prvky hodnými vysoké ochrany.

Řešení vlivů na hydrologické poměry

Navrhuji setrvání v pozici velmi aktivního a intenzivního monitoringu a na základě jeho hypotéz by se zpříšňovala ochrana povrchových i podpovrchových vod. Největší problémem je zřejmě tepelné znečištění Skryjského potoka, který odvádí vodu z areálu

Jaderné elektrárny Dukovany. Příslušné orgány by se měly pokusit snížit ovlivnění jeho teploty alespoň v řádech desítek procent. Díky absenci většího objemu podzemních vod není nutné znepokojení s jejím znečištěním. Situace však musí být velmi kvalifikovaně hlídána. Hospodaření s přehradními hrázemi na toku Jihlavy je podle mého názoru velmi dobré a nádrže jsou využívány vhodně i pro zeslabení nebo úplnou eliminaci povodňových vln. Jediným aspektem mnou navrhovaného přešetření by měly být poměry pod výpustěmi z nádrží, neboť je zde voda opět tepelně znečištěna (tentokrát naopak, teplota je výrazně nižší) a podmínky nejen pro biotu jsou pod nimi velmi pozměněny oproti původnímu stavu. Daný problém je vhodný do diskuze, neboť pod přehradou vzniká vlivem studeného proudění z nádrží kvalitní pstruhové pásmo, a některé dopady vodních děl tak mohou být v tomto ohledu částečně prospěšné. Velmi zajímavé bude sledovat vývoj hledání vodního zdroje pro potenciální pátý blok jaderné elektrárny s extrémním výkonem a následnou ochranu daného zdroje.

ZÁVĚR

Práce komplexně analyzovala interakci mezi řekou Jihlavou a Jadernou elektrárnou Dukovany, zabívala se jejich charakteristikou, informacemi o požadavcích elektrárny na vodní tok a enviromentálních dopadech propojení se zvláštním zřetelem na hygrológickou a obecně fyzickogeografickou složku krajiny.

Během vypracování byly vysloveny některé základní závěry a hypotézy. Nejdůležitějším poznatkem je poměrně překvapivá nezávadnost vlivů energetické soustavy na životní prostředí s výjimkou problematiky uložení radioaktivních odpadů a nezanedbatelných modifikací vodních zdrojů a toku Jihlavy v důsledku výstavby vodního díla Dalešice jako zdroje vody pro chladicí soustavu v elektrárně. Jedná se hlavně o narušení přirozeného režimu řeky, tepelné znečištění řeky Jihlavy pod hrázemi nádrží a také Skryjského potoka jako odpadního toku z areálu elektrárny Dukovany. Přes tyto negativní vlivy je nezávadnost soustavy ve smyslu znečištění ovzduší, půd, podzemní vody a také narušení stanovišť flóry a fauny poměrně vysoká a mírně překvapivá. Přísně stanovené limity ve všech složkách ochrany krajiny dokonce nejsou vůbec překračovány, dokonce se jim ani ověřená a pozorně kvantifikovaná data nepřibližují.

Jedním z hlavních úkolů zadání bylo i zhodnotit hydrologický potenciál toku Jihlavy, který byl označen jako nedostačující pro potřeby rozsáhlé jaderné elektrárny a stal se tak podkladem pro nutnost vybudovat dostačující vodní nádrž Dalešice, která byla následně efektivně využita i pro výrobu energie formou systému přečerpávací elektrárny s vyrovnávací nádrží Mohelno.

Komplexy energetické soustavy zásadním způsobem přetvořily charakter jihovýchodního okraje bývalého třebíčského okresu, popř. dnešního kraje Vysočina, nicméně jejich energetický význam je minimálně a celorepublikový a mělo by být na ně nahlíženo jako na projev účelné antropogenní činnosti s propojením fyzickogeografické i socioekonomické sféry prostředí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BOHÁČ, P. 1996. *Vyšší geomorfologické jednotky ČR*. 1. vyd., Český úřad zeměměřičský a katastrální, Praha, 1996. 54 s.
- BULÍČEK, J. 1972 *Povrchové vody v Československu a jejich ochrana*. Academia, Praha, 1972. 356 s.
- CULEK, M. (ed.) 1996. *Biogeografické členění České republiky*. 1. vyd., Enigma, Praha, 1996. 347 s.
- DEMEK, J. a kol. 1965. *Geomorfologie Českých zemí*. 1. vyd., Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 1965. 336 s.
- DOBROVOLNÝ, R. – SVOZIL, S. 2010. *Zpráva o ochraně životního prostředí za rok 2009*. SKUPINA ČEZ, Dukovany, 2010. 15 s.
- HRÁDEK, M. 1997. Přímé a nepřímé antropogenní transformace reliéfu vyvolané výstavbou a provozem objektů energetické soustavy Dukovany – Dalešice. In *Přírodovědný sborník Západoomoravského muzea v Třebíči*, svazek číslo 25, Západoomoravské muzeum v Třebíči, Třebíč, 1997, s. 1-69.
- HUDCOVÁ, H. 2007. *Vliv Jaderné elektrárny Dukovany na životní prostředí, toky a nádrže*. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Brno, 2007. 86 s.
- KESTŘÁNEK, J. 1984. *Vodní toky a nádrže*. Edited by VLČEK, V., 1. vyd., Academia, Praha, 1984. 315 s.
- KOČKOVÁ, E., et al. 1995. *Jakost vody pro vodní dílo Dalešice. Kvalita vody v nádrži Mohelno ve vztahu k JE Dukovany*. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Brno, 1995.
- KOLEKTIV AUTORŮ. 1965. *Hydrologické poměry Československé socialistické republiky – Díl 1. Text*. 1. vyd., Hydrometeorologický ústav, Praha, 1965. 414 s.
- KOLEKTIV AUTORŮ. 1967. *Hydrologické poměry Československé socialistické republiky – Díl 2*. 1. vyd., Hydrometeorologický ústav, Praha, 1967. 557 s.
- KOLEKTIV AUTORŮ. 1970. *Hydrologické poměry Československé socialistické republiky – Díl 3*. 1. vyd., Hydrometeorologický ústav, Praha, 1970. 305 s.
- KOLEKTIV AUTORŮ. 1981. *Studie vlivu energetické soustavy Dukovany Dalešice na okolní prostředí*. Západoomoravské muzeum Třebíč, Třebíč, 1981. 137 s.
- KOLEKTIV AUTORŮ. 1998. Společenské a přírodní složky krajiny v širší oblasti energetické soustavy Dukovany – Dalešice. In *Přírodovědný sborník Západoomoravského muzea v Třebíči*, svazek číslo 36, Západoomoravské muzeum v Třebíči, Třebíč, 1998, s. 1-65.

- KÜHN, F. – TLUSTÁK, V. 1998. Vegetace a její druhová skladba. In *Přírodovědný sborník Západoomoravského muzea v Třebíči*, svazek číslo 38, Západoomoravské muzeum v Třebíči, Třebíč, 1998, s. 1-65.
- NETOPIL, R. 1972. *Hydrologie pevnin*. 1.vyd., Academia, Praha, 1972. 294 s.
- NETOPIL, R., ET AL. 1984. *Fyzická geografie I*. 1. vyd., Státní pedagogické nakladatelství Praha, Praha, 1984. 272 s.
- NETOPIL, R. 1970. *Základy hydrologie povrchových a podpovrchových vod*. 1. vyd., Státní pedagogické nakladatelství Praha, Praha, 1970. 220 s.
- QUITT, E. 1971. *Klimatické oblasti Československa*. Československá akademie věd – Geografický ústav Brno, Brno, 1971. 73 s.
- QUITT, E. 1996. Změny mikroklimatu a topoklimatu způsobené výstavbou vodních nádrží Dalešice a Mohelno. In *Přírodovědný sborník Západoomoravského muzea v Třebíči*, svazek číslo 21, Západoomoravské muzeum v Třebíči, Třebíč, 1996, s. 1-73.
- SKALICKÝ, V. 1988. Regionální fytogeografické členění. In HEJNÝ, S. – SLAVÍK, B., *Květena České socialistické republiky*. Academia, Praha, 1988, s. 103–121.
- TOLASZ, R. a kol. 2007. *Atlas podnebí Česka*. 1. Vyd., Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, Praha, Olomouc, 2007. 255 s.
- ZLATNÍK, A. 1978. *Lesnická fytocenologie*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1978. 495 s.

Zvláštní dokumenty

Skupina ČEZ 2008. Informační brožura: *Přečerpávací vodní elektrárna Dalešice, Malá vodní elektrárna Mohelno*. Skupina ČEZ, 2008.

Vodní dílo Dalešice, Manipulační řád 4. revize. Vodní díla – TBD a.s.®, Brno, 2004. 46 s.

Elektronické prameny

HERBER, V. – CHLUPÁČ, I: *Geologická stavba a nerostné suroviny České republiky* [online]. 2002-2010 [cit. 16. února 2011].

Dostupný z WWW: <http://www.herber.kvalitne.cz/FG_CR/geologie.html>

Národní geoportál INSPIRE: *Mapy* [online]. Česká informační agentura životního prostředí, 2010 [cit. 2. března 2011].

Dostupný z WWW: <<http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>>

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka: *Digitální báze vodohospodářských dat DIBAVOD - Charakteristiky toků a povodí ČR* [online]. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2007 [cit. 5. března 2011].

Dostupný z WWW: <<http://www.dibavod.cz/24/charakteristiky-toku-a-povodi-cr.html>>

Český hydrometeorologický ústav: *Hydrologická situace – Evidenční listy hlásných profilů* [online]. Český hydrometeorologický ústav, 1997- 2011 [cit. 12. března 2011].

Dostupný z WWW:

<http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&nc=1&menu=JSPTabContainer/P10_0_Aktualni_situace/P10_2_Hydrologie&last=false>

Skupina ČEZ: *Jaderné elektrárny ČEZ: Dukovany* [online]. Skupina ČEZ, 2011 [cit. 27. března 2011].

Dostupný z WWW: <<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/jaderna-energetika/jadernoelektřiny-cez/edu.html>>

Ochrana přírody a krajiny v České republice: *NPR Mohelenská hadcová step* [online]. Ministerstvo životního prostředí České republiky [cit. 12. Dubna 2011].

Dostupný z WWW:

<http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPR_mohelenska_hadcova_step_cz>

HUDCOVÁ, H.: *Radioaktivní znečištění vodních ekosystémů* [online]. VÚV TGM [cit. 2. května 2011].

Dostupný z WWW: <<http://www.vuv.cz/radioaktivni-znecistení-vodnich-ekosystemu>>

Laboratoř geoinformatiky UJEP: *III. vojenské mapování* [online]. Laboratoř geoinformatiky UJEP, 2001-2010 [cit. 2. Května 2011].

Dostupný z WWW: <<http://oldmaps.geolab.cz/>>

Další použitá data

Atlas podnebí Česka [CD-ROM]. 1. Vyd., Praha, Olomouc: Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, 2007.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Příl. 1. Údolí řeky Jihlavy v lokalitě budoucích vodních nádrží Dalešice a Mohelno během III. vojenského mapování

Příl. 2. Fyzickogeografické poměry povodí řeky Jihlavy

Příl. 3. Lokality odběru vody pro účely výzkumu radioaktivního znečištění

Příl. 4. Fotodokumentace

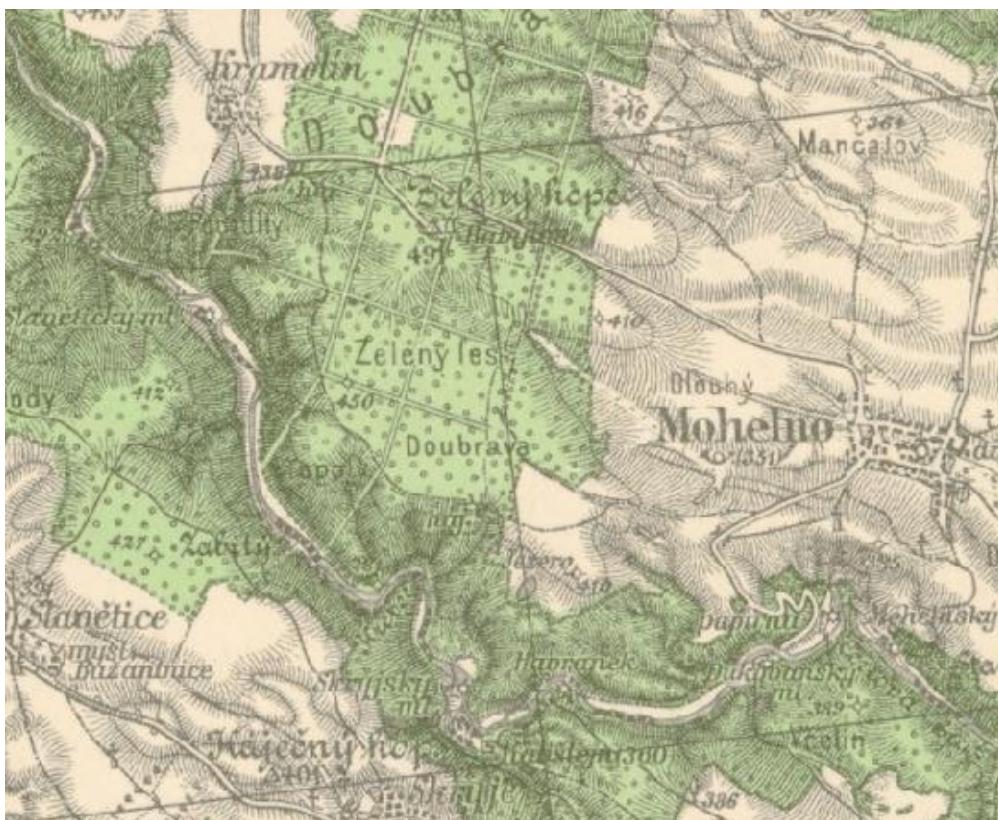
Příl. 1. Údolí řeky Jihlavy během III. vojenského mapování.



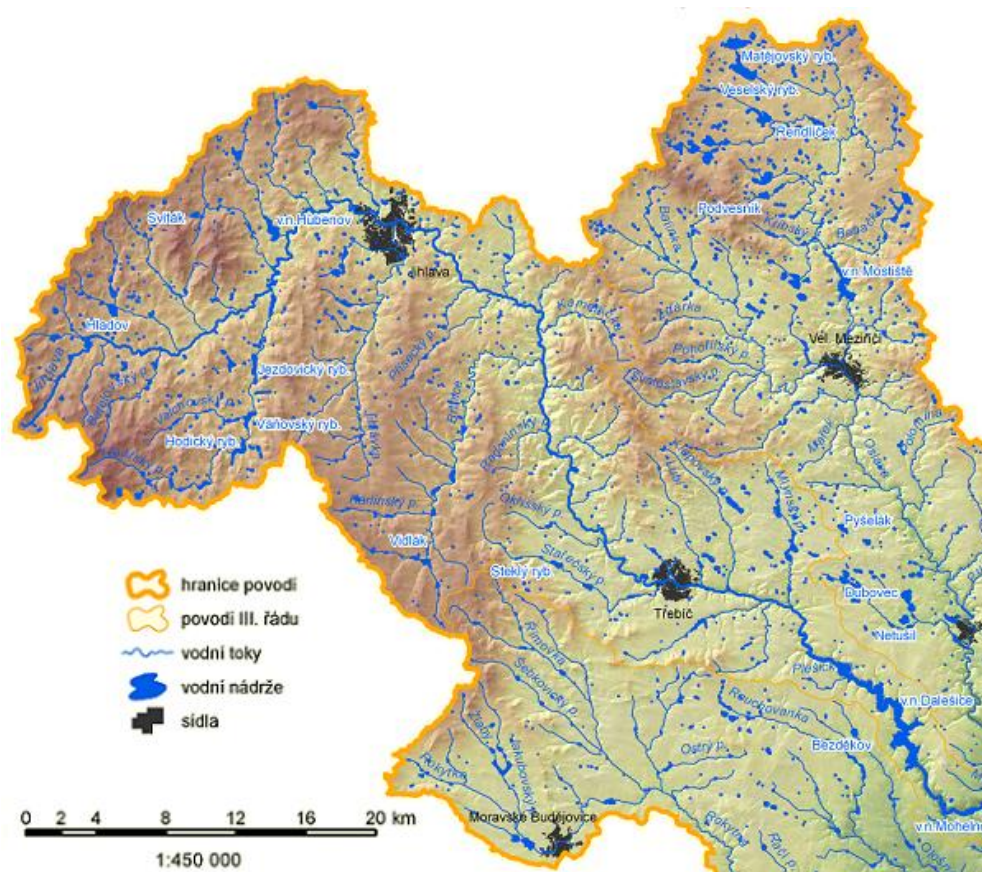
Obr. A. Údolí řeky Jihlavy v lokalitě budoucích vodních nádrží Dalešice a Mohelno během III. vojenského mapování, část první. (převzato: Laboratoř geoinformatiky UJEP [online]. WWW: <http://oldmaps.geolab.cz/>)



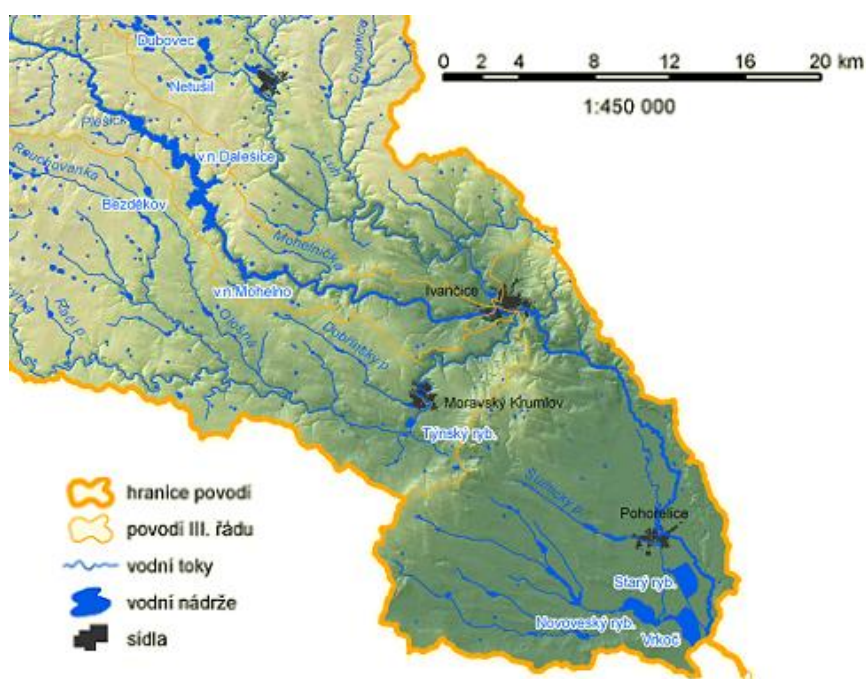
Obr. B. Údolí řeky Jihlavy v lokalitě budoucích vodních nádrží Dalešice a Mohelno během III. vojenského mapování, část druhá. (převzato: Laboratoř geoinformatiky UJEP [online]. WWW: <http://oldmaps.geolab.cz/>)



Obr. C. Údolí řeky Jihlavy v lokalitě budoucích vodních nádrží Dalešice a Mohelno během III. vojenského mapování, část třetí. (převzato: Laborař geoinformatiky UJEP [online]. WWW: <http://oldmaps.geolab.cz/>)



Obr. A. Fyzickogeografické poměry horního a středního povodí řeky Jihlavy. (převzato: VÚV T. G. Masaryka)



Obr. B. Fyzickogeografické poměry dolního povodí řeky Jihlavy. (převzato: VÚV T. G. Masaryka)

Příl. 3. Lokality odběru vody pro účely výzkumu radioaktivního znečištění.



Obr. A. Schématické znázornění odběrových míst vody pro účely výzkumu radioaktivního znečištění. (převzato: HUDCOVÁ, H. *Radioaktivní znečištění vodních ekosystémů*. VÚV TGM [online]. WWW: <http://www.vuv.cz/radioaktivni-znecistení-vodnich-ekosystemu>)



Obr. A. Strojovna elektrárny a hráz Vodního díla Dalešice. (zdroj: autor)



Obr. B. Řeka Jihlava pod Vodní nádrží Mohelno, vlevo na kopci částečně Mohelenská hadcová step. (zdroj: autor)

