

MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Přírodovědecká fakulta

Jan HUBERT

**Zhodnocení vztahu mezi hydrologickým režimem řek
a migrací organických složek životního prostředí**

Ročníková práce

Vedoucí práce: Doc. Josef Zeman



JsMoe

Předmluva

Nejprve bych na tomto místě rád poděkoval: Doc. Josefu Zemanovi, vedoucímu této práce, za ochotně podané odborné rady a připomínky a Mgr. Milanu Geršlovi jako zástupci Českého hydrometeorologického ústavu, pobočky Brno, za poskytnutí dat, která tvoří základ této práce.

Motivací pro vznik této práce byl můj zájem o životní prostředí a cizorodé látky, které se v něm pohybují vinou antropogenní činnosti. Vznik - původ těchto látek, jejich osud v přírodě, vliv na živé složky životního prostředí a člověka. To všechno jsou otázky, které si často sám pro sebe kladu. Proto jsem přivítal možnost se jednou z těchto otázek zabývat.

Tak vznikla tato práce.

1. Úvod

Předmětem této ročníkové práce je studium vlivu hydrologického režimu řeky Moravy na chování a transport organických polutantů. Prostředkem tohoto studia jsou data chemických analýz na jednotlivých profilech toku řeky Moravy ve sledovaném období roku 1999 až 2004. Jejichž zdrojem byl Český hydrometeorologický ústav (dále jen „ČHMÚ“).

Postup této práce spočíval nejprve ve shromáždění informací o hydrologickém režimu, geologických, geomorfologických a pedologických poměrech v povodí řeky Moravy, dále ve sledování vlivu průtoku na koncentraci plavenin. Poté následovalo zpracování výše uvedených výsledků analýz rovněž u sedimentů říčního dna a vše bylo vypracováno do grafické formy, ve které lze přehledně studovat změny koncentrací polutantů v čase. Cílem práce je tedy studium vlivu hydrologického režimu řeky na transport polutantů.

2. Přehled literárních údajů

2.1 Povodí řeky Moravy

Plocha povodí: 9 885 km²

Zemědělská půda: 56,9 % plochy povodí

Lesní porosty: 36,53 % plochy povodí

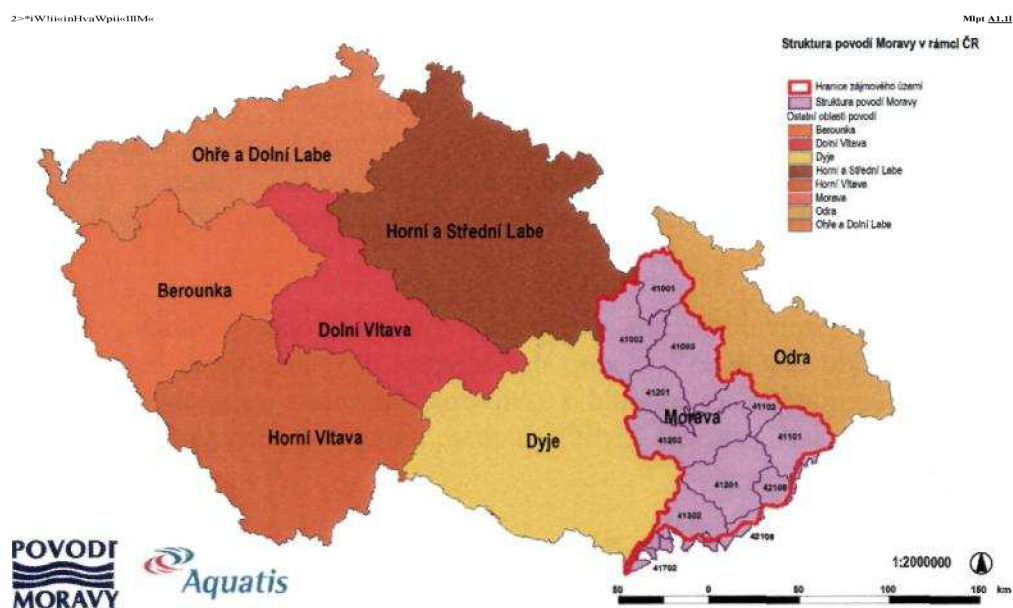
Vodní plochy: 0,24% plochy povodí

(web Povodí Moravy, s.p.; URL: <http://www.pmo.cz/Morava/kapitoly/kavl1.html> 20.4.2006)

2.2 Geomorfologické poměry zájmové oblasti

Zájmová oblast podél toku řeky Moravy je opravdu široká, neboť řeka Morava protéká napříč celou Moravou přibližně od severu k jihu. Mapa geomorfologie zájmové oblasti je součástí elektronické přílohy. Viz. soubor Mapa_geomorfologie.jpg ve složce Mapy elektronické přílohy, (zdroj: web Povodí Moravy, s.p.; URL: http://www.pmo.cz/Morava/Mapy/mapa_1_2a.jpg, 20.4.2006)

Z osmi oblastí povodí České republiky je povodí Moravy co do velikosti na osmém místě. Jeho protáhlý tvar severojižního směru má výrazný východní výběžek náležející povodí řeky Bečvy. Sousedí na severovýchodě s oblastí povodí Odry podél rozvodnice Baltského a Černého moře a na západě s oblastí povodí Labe na krátkém úseku podél rozvodnice Severního a Černého moře.



Obr. 1 - Struktura povodí Moravy v rámci ČR (Zdroj: web Povodí Moravy, s.p.; URL: http://www.pmo.cz/Morava/Mapy/mapa_1_la.jpg, 20.4.2006)

Oblast povodí Moravy je poměrně výškově členitá. To je dáno situováním horního toku Moravy pod jižními svahy Hrubého Jeseníku a dále pramennou oblastí Bečvy v Beskydech. Na severovýchodní rozvodnici, která je současně hlavním evropským rozvodím Dunaje a

Odry, dosahují výšky terénu v oblasti Hrubého Jeseníku max. 1 492 m n. m. (Praděd) a v oblasti Beskyd max. 1 257 m n. m. (Kněhyně). V závěrném profilu oblasti povodí u Lanžhotu je výška terénu jen cca 150 m n. m. Největší svislá odlehlost tedy převyšuje 1 300 m.

Přes 85 % plochy povodí dosahuje nadmořských výšek mezi 150 a 600 m.n.m. Na méně než 4 % území pak přesahuje výška terénu 800 m n. m.

Zájmová oblast povodí Moravy leží, z geomorfologického hlediska, na hranici dvou orogenů a sice systému Hercynského a Alpsko - Himalájského. Do oblasti povodí zasahují jejich dvě provincie, tedy Česká vysočina a Západní Karpaty. Subprovincie vněkarpatské sníženiny svými celky - Vyškovská brána a Moravská brána - rozděluje oblast povodí na dvě zhruba stejně velké části - severozápadní a jihovýchodní, přičemž střed povodí tvoří celek Hornomoravský úval. Dolnomoravský úval subprovincie Vídeňské pánve lemovaný na západě území Litenčickou pahorkatinou, Chříby a Kyjovskou pahorkatinou subprovincie vnějších Západních Karpat tvoří jihozápadní omezení zájmového území. Východní okraj území tvoří od jihu celky: Bílé Karpaty, Vizovická pahorkatina, Javorníky, Hostýnsko-vsetínská hornatina, Rožnovská brázda, Moravskoslezské Beskydy a Podbeskydská pahorkatina. Západní omezení území probíhá Dražanskou a Zábřežskou vrchovinou Českomoravské subprovincie, dotýká se Kladské kotliny a přechází k severním hraničním celkům krkonošsko-jesenické subprovincie - Hanušovické vrchovině, Kralickému Sněžníku, Rychlebským horám a Hrubému Jeseníku, které obklopují Mohelnickou brázdu. Severovýchodní omezení území povodí leží v celku Nížkého Jeseníku.

Nejvyšším bodem v povodí je vrchol Pradědu v Hrubém Jeseníku (1 492 m n. m.) ležící na hlavním evropském rozvodí. Nejvyšším bodem Západních Karpat v území je vrchol Radhošť (1 229 m n. m.) na rozvodí v Moravskoslezských Beskydech.

Nejnižším bodem je soutok Dyje s Moravou na hranicích území ČR (149 m n. m.).

Reliéf oblasti povodí Moravy je vzhledem k zastoupení jednotlivých provincií poměrně různorodý a pestrý. Základním rysem reliéfu je rozdíl mezi starší Českou vysočinou na západě a mladým pásebným pohoří Karpat na východě zvýrazněný systémem nížin mezi nimi.

Česká vysočina je zastoupena svým západním hraničním pohořím přecházejícím k pruhu sníženin před čelem mladých karpatských pohoří. Reliéf této oblasti má charakter členité hornatiny (tektonicky zmlazené paroviny) s hluboce zaříznutými údolími (Hrubý Jeseník, Rychlebské hory) nebo polygenní paroviny (Nížký Jeseník, Dražanská vrchovina) rozlámané do soustavy ker.

V oblasti Karpat vznikl při formování pohoří rovnoměrnými i nerovnoměrnými zdvihy stupňový reliéf pásebných pohoří podmíněný zejména příkrovovou stavbou podloží. Roviny ve středních částech území jsou typem reliéfu formovaným při neogenní mořské transgresi (vzácně jsou zachovány na okrajích úvalu také stopy pobřežní abraze).

Místa se vyskytují maloplošné i rozsáhlejší krasové povrchové i podpovrchové jevy (Moravský kras, Konicko-mladečský kras, Hranice na Moravě, Vrbenská krasová oblast, pásmo Branné).

Působením kontinentálního zalednění v pleistocénu vznikly v horských terénech na severu území tvary reliéfu vykazující stopy po působení periglaciálního klimatu (mrazové sruby, skalní moře, suťové proudy, kary, polygonální půdy). V naprosté většině jde o fosilní jevy, které se dál nevyvíjejí a podléhají erozi. Značný vliv na tvárnost reliéfu mělo v této době (pleistocén) také usazování spraši větry vanoucími převážně od severozápadu. Hlavními liniemi odnosu v periglaciální oblasti byly mělké protáhlé sníženiny zvané úpady (delleny). Jejich vznik souvisí s výskytem dlouhodobě zmrzlé půdy, tedy permafrostu. V severní a východní části území jsou vyvinuty místy výrazné podhorské náplavové kužely, jinde plošné i kerné sesuvy.

Nejmladšími přírodními reliéfními tvary jsou strže a erozm zářezy. Od 18. století se projevuje záměrný i nechtěný vliv člověka na reliéf (zpomalování, častěji však urychlování *erozních* jevů a vytváření antropogenních tvarů).

(Zdroj: web Povodí Moravy, s.p.; URL: <http://www.pmo.cz/Morava/kapitoly/kap12.html> , 20.4.2006)

2.3 Regionálně geologická charakteristika zájmové oblasti

Území povodí Moravy zasahuje z hlediska regionální geologie do obou základních geologických jednotek České republiky - Českého masivu i Západních Karpat. Stručná geologická mapa je součástí elektronické přílohy. Viz. soubor Mapa_geologická.jpg ve složce Mapy elektronické přílohy. (zdroj: web Povodí Moravy, a.s. URL: http://www.pmo.cz/Morava/Mapy/mapa_1_3a.jpg, 20.4.2006)

Český masiv je konsolidovaným zbytkem variského (hercynského) horstva vyvrásněného při variské orogenezi (střední devon až svrchní karbon). Jeho dílčí celky (označované jako oblasti) spolu původně nesouvisely (tvořily samostatné části zemské kůry - mikrokontinenty) a byly teprve horotvornými pohyby stmeleny v pevný kratonizovaný celek, který později již nebyl vrásněn a na němž se v místech poklesů ukládaly pokryvy mladších sedimentů. Do území povodí Moravy zasahuje na Z a S oblast západosudetská, ve střední části pak oblast moravskoslezská.

Západosudetská (lužická) oblast zasahuje do povodí svou jihovýchodní částí, tvořící mozaiku tektonostratigrafických jednotek s individuálními vývoji v rámci variského vrásnění. Do území povodí zasahuje orlicko-sněžnické krystalinikum s převahou svorů, ortorul a migmatitů a zábřežské krystalinikum s převahou metamorfovaných drob, břidlic a bazických vulkanitů, přeměněných v ruly, svory a fylity. Převládá názor o proterozoickém stáří těchto jednotek s významným vlivem svrchnokambrických intruzí a možnou přítomností paleozoických celků.

Moravskoslezskou oblast tvoří moravikum, brunovistulikum a silezikum. Většina hornin této oblasti získala dnešní podobu během variského vrásnění.

Moravikum představují krystalinické komplexy dyjské a svratecké klenby nasunuté při variské orogenezi na autochtonní jádro tvořené jednotkou brunovistulika. Petrograficky tvoří horniny moravika různé typy ortorul s amfibolity a vzácně karbonáty, svory, grafitické fylity, pararuly a metamorfované bazické vulkanity, často intenzivně tlakově postižené (mylonitizace a katakláza).

Podklad paleozoických souborů v moravskoslezské oblasti tvoří na většině území tlakově a epizonární metamorfózou postižené granitoidy a zbytky jejich pláště označované jako brunovistulikum. Tato jednotka vystupuje na povrch převážně mimo území povodí Moravy jako brněnský a dyjský masiv (malé výskyty jsou v okolí Olomouce), ale hlubinnými vrty byla prokázána i pod karpatskými příkrovy. Petrograficky jde o různorodý komplex budovaný především magmatickými horninami různých typů (od granitů po bazické a ultrabazické členy), vzácnější jsou metamorfované vulkanity. Brunovistulikum je považováno za původně samostatnou jednotku (mikrokontinent), která byla při variském vrásnění přičleněna k Českému masivu.

Regionálně geologické jednotky silezika v jeho západní části (jesenický blok) tvoří od západu jednotka velkovrbenská, zóna (skupina) Branné, kepnická „klenba“, zóna Cervenohorského sedla a desenská „klenba“. Prostorově tvoří uvedené jednotky SSV-JJZ směrem protažené pásy se složitou vnitřní stavbou. K pometamorním jednotkám patří intruze šumperského masivu. Koncepce příkrovové stavby vs. klenbovitě struktury v této oblasti je stále předmětem diskuzí.

Z paleozoických hornin na území povodí vystupují na povrch pouze uloženiny devonu a karbonu (starší sedimenty byly prokazatelně ověřeny pouze vrtnými nebo důlními pracemi - silur u Stínavy, kambrium v hlubokých vrtech). Devonské horniny (cca -415 až -354 Ma) vystupují na povrch ve značné části Drahanské vrchoviny, Hrubém i Nízkém Jeseníku, avšak mnohem rozsáhlejší plochy tvoří jako podloží mladších sedimentů. Největších mocností (přes 1 000 m) dosahují devonské uloženiny ve vrbenské skupině v Hrubém Jeseníku, kde tvoří metamorfovaný drahanský (pánevní) vývoj. Typicky je pánevní vývoj zastoupen v oblasti Drahanské vrchoviny a ve šternbersko-hornobenešovském pruhu Nízkého Jeseníku (břidlice, vápence). Pro drahanský vývoj je typický submarinní vulkanismus spilit-kvarceratofyrové formace. K bazickým magmatitům patří metamorfované horniny sobotínského masivu. Ludmírovský (přechodní) vývoj devonu vystupuje pouze ve střední části konicko-mladečského pruhu (bazální klastika, břidlice bez projevů vulkanizmu). Devon ve vývoji Moravského krasu (platformní) je typický karbonátovou sedimentací a je plošně rozšířen pod mladšími útvary v okrajových částech Českého masivu. Na povrch v zájmové oblasti vystupuje pouze v drobnějších výskytech mezi Olomoucí a Prostějovem, severně od Přerova a u Hranic na Moravě.

Karbonské sedimenty (-354 až -295 Ma) jsou v oblasti povodí zastoupeny především starším (spodním) stupněm. Hlavními oblastmi rozšíření jsou Nízký Jeseník, Drahanská a Zábřežská vrchovina a výskyty v podloží Vnějších Západních Karpat ověřené hlubinnými vrty. Spodnokarbonské sedimenty jsou ve spodní části zastoupeny především vápencovým a břidličným vývojem, po kterém následuje kulmský vývoj jako odezva na výrazné projevy variské orogeneze. Kulm je typický střídáním drob, břidlic a prachovců, svědčícím o rychlé snosu klastického materiálu ze zvedaných horských pásem. Největších mocností dosahují spodnokarbonské sedimenty v Nízkém Jeseníku. Souhrnná mocnost jednotlivých souvrství přesahuje 4 500 m, není však souvisle vyvinuta vzhledem k postupnému přesunu sedimentačního prostoru. V Drahanské vrchovině představují spodnokarbonské sedimenty obdobné horniny (lulečské slepence, brodecké droby, velenovské a rozstáňské břidlice), spodnokarbonské stáří je doloženo u některých vápenců a břidlic na východním okraji boskovické brázdy a u Hranic. Významným povrchovým výskytem spodního karbonu v podloží neogenních sedimentů je tzv. kra Maleniku jižně od Hranic. Svrchní karbon do území povodí zasahuje ze severu pouze pod karpatskými příkrovy.

V Permu (-295 až -250 Ma) byla oblast povodí kontinentální snosnou oblastí a sedimenty z tohoto období se dochovaly jen v některých depresích mimo zájmové území.

V mezozoiku (druhoohory) byl Český masiv již konsolidovaným celkem, který odolával nastupujícímu alpinskému vrásnění z jihovýchodu a byl postižen jen germanotypní tektonikou (zdvihovými/poklesovými pohyby).

Horniny triasového období (-250 až -206 Ma) jsou známy pouze jako valounový materiál v paleogenních slepencích a miocenních štěrcích.

Podobně jurské sedimenty (-206 až -140 Ma), které nepochybně na části zájmového území vznikly, dokládají pouze reliktů hornin v mladších vrstvách (rohovce v okolí Svitav, valouny a bloky v paleogenních slepencích, bloky přemístěné do křídových a terciérních sedimentů flyšového pásma), případně větší tektonické útržky - bradla (v současné době se za bradlo považuje pouze výskyt vápenců a slínovců východně od Kroměříže).

Horniny křídového stáří (-140 až -65 Ma) jsou sporadicky zastoupeny na západní hranici území jako východní výběžky nebo erodované zbytky výplně na okraji české křídové pánve (pískovce a slínovce východně a jižně od Moravské Třebové). Rozsáhlé oblasti tvoří křídové horniny spolu s terciérními sedimenty Západních Karpat budující východní část území. Křídové horniny jsou začleněny do stavby jak magurské skupiny příkrovů (račanská, bystrická a bělokarpatská jednotka), tak většiny jednotek vnější skupiny příkrovů flyšového pásma. Na povrch vystupují křídové horniny v této oblasti ojediněle (godulské pískovce a jílovcovo-slínovcové až flyšové vývoje na severovýchodním okraji území, jílovce a slínovce v okolí Hluku).

Karpatská soustava byla zformována při alpinské orogenezi (svrchní křída až recent), kdy byla západní část Karpat sunuta od JV na okraj Českého masivu. Na území povodí zasahuje úsek vnější části Západních Karpat tvořený příkro vy mezozoických a terciérních hornin (flyšové Karpaty), který tvoří jihovýchodní třetinu plochy povodí. Petrograficky představují horniny paleogénu (-65 až -24 Ma) nejčastěji flyšové střídám jílovců a pískovců, případně jíly, sliny a pískovce.

Ke karpatské oblasti patří i sedimenty zachované v předpolí (karpatské předhlubni) a uvnitř pokleslých částí horstva (vídeňská pánev). Oba prostory byly v neogénu (-24 až -1,8 Ma), zejména jeho spodním oddílu - miocénu, vyplňovány mocnými, převážně mořskými, ale i brakickými a sladkovodními sedimenty (vápnité jíly a písiky, místy štěrky).

Z hlediska kvartérních sedimentů (mladší než 1,8 Ma) představuje větší část povodí denudační (snosovou) oblast, krytou zvětralinami, svahovými hlínami a půdním horizontem. Akumulačními oblastmi jsou moravské úvaly. Mimo ně jsou kvartérní horniny rozšířeny v některých oblastech jako recentní eolické sedimenty (spraše), výplně krasových dutin, neovulkanity (bazalty a andezity východně od Uh. Brodu) a sladkovodní vápence - travertiny (okolí Přerova). Stále zvětšující se rozšíření mají antropogenní sedimenty (navážky, deponie, skládky, zemní konstrukce apod.).

Přítomnost zvláštních geologických znaků

Mezi zvláštní geologické znaky z hlediska hydrogeologie lze řadit přítomnost krasových terénů se specifickým vodním režimem (Moravský kras a menší oblasti j[^]HKWteic, Teplíc

nad Bečvou aj.) a také antropogenní vlivy na odnos a sedimentaci v údolních nivách (regulační práce, přehradní a ochranné hráze, poldry, Baťův kanál apod.).

Východní část povodí je zařazena mezi oblasti s relativně zvýšenými hodnotami efektivního špičkového zrychlení z hlediska seismických zón ČR.

Jiným významným geologickým znakem je značné množství sesuvných oblastí v prostoru flyšových Karpat podmíněné geologickou stavbou a občasné výskyty minerálních pramenů v téže oblasti.

Z hlediska ložiskové geologie jsou významné v rozdílné míře všechny výše uvedené části povodí. V horninách Českého masivu jsou nebo byla dobývána menší ložiska grafitu (Velké Vrbno), skarnová ložiska železných a polymetalických rud, pegmatitová ložiska, vulkanogenní železnorudná ložiska (již vytěžené revíry v okolí Horního Města a Rýmařova), ložiska stavebního a dekoračního kamene. V minulosti byl těžen i drobné výskyty nekvalitního křídového uhlí v okolí Jevíčka a Opatovic. Platformní sedimenty moravského devonu představují často suroviny pro cementářský a kosmetický průmysl - vápence v okolí Hranic, Vyškova, Mladče i jinde (jako vápencová ložisková oblast je evidován celý pruh skupiny Branné), mladší sedimenty poskytují keramické suroviny, slévárenské písky a suroviny pro stavebnictví (cihlařské suroviny a jíly, písky a šterkopísky).

Horniny karpatské oblasti jsou často využívány ve stavebnictví (šterky, pískovce, droby, cihlařské suroviny, jíly a písky), pro chemický průmysl a energetiku jsou významná ložiska ropy a zemního plynu ve vídeňské pánvi (v zájmové oblasti jde o prostor mezi Hodonínem a Zlínem), lignitu a hnědého uhlí (okolí Hodonína).

(Zdroj: web Povodí Moravy, s.p.; URL: http://www.pmo.cz/Morava/kapitoly/kap_13.html , 20.4.2006; Revidováno podle: Mísař, 1983)

2.4 Hydrogeologická charakteristika zájmové oblasti

Na území povodí Moravy lze rozlišit několik hydrogeologicky odlišných oblastí podmíněných geologickou stavbou. Jsou to západní, jesenická a beskydsko-karpatská oblast.

Západní oblast tvoří západní část povodí hlavního toku Moravy. Vyplňují ji převážně pahorkatiny a vrchoviny Českomoravské vrchoviny s převládajícím podložím krystalických břidlic nebo kříd, devonu a kulmu. Tyto horniny s relativně nízkým zvětralinovým pláštěm prakticky nemají průlinovou propustnost a neobsahují významné akumulace podzemních vod. Výjimku tvoří devonské vápence, v nichž dochází k charakteristickým akumulacím krasových vod - přestože plošné rozšíření na povrchu území je malé (okolí Javoříčka a Ludmírova), často jde o jímatelné akumulace značných vydatností, ojediněle přes $10 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Roční úhrny srážek v této (západní) části povodí Moravy přesahují 700 mm jen ve vrcholových částech Českomoravské vrchoviny, převážně však klesají pod 600 mm. V souladu s tím se i hodnoty specifického odtoku pohybují v mezích od 3 do $5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ a v suché oblasti klesají i pod $3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Oblast jesenická vyplňuje pramennou část povodí Moravy a povodí levostranných přítoků až po Bečvu. Rovněž horniny této oblasti nepředstavují vhodné prostředí pro akumulace

podzemních vod. Roční úhrny srážek překračují 650 mm a na svazích Hrubého Jeseníku dosahují hodnot nad 1 000 mm. V dobře zalesněné oblasti Jeseníků přesahují specifické odtoky i $101 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ a směrem k Hornomoravskému úvalu klesají pod $5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Beskydsko-karpatská oblast vyplňuje východní část povodí Moravy počínaje Bečvou a podloží tvoří převážně flyšové horniny Vnějších Karpat. Roční úhrny srážek zde překračují 600 mm a v Beskydech i 1 000 mm. V souladu s rozložením srážek a morfologickými poměry klesá specifický odtok z extrémních hodnot nad $20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ až pod $3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ v Dolnomoravském úvalu. Zalesnění nestačí upravovat nepravidelné odtoky, které jsou pro flyš charakteristické, protože jeho horniny mají propustnost omezenou flyšovým charakterem souvrství - soustavným výskytem pelitických vložek.

Pouze kvartérní a některé křídové a terciemi klastické sedimenty obsahují významnější akumulace průlino ve podzemní vody (J^{soil} předmětem legislativní ochrany - CHOP A V kvartér řeky Moravy).

Celkově dopadá na oblast povodí Moravy (včetně dílčího povodí Dyje) ročně 13 529 mil. m^3 srážek (průměrně 641 mm/rok).

Z hlediska hydrologického režimu patří horská část Bečvy k horské - sněhové oblasti s maximem vodnosti v dubnu, příp. březnu. Nejméně vodné měsíce připadají na konec zimy, jen výjimečně na podzim. Za období zimních a jarních měsíců (prosinec až květen) odeče 50 až 60 % celoročního množství odtoku. Hlavním zdrojem vodnosti je voda z tajícího sněhu.

Zbývající část toků v povodí patří k vrchovinno-nížinné oblasti. Toky mají zřejmou převahu vodnosti v zimním a jarním období (nad 60 % celoročního odtoku), kdy se na napájení vodních toků podílí voda z dešťových či sněhových srážek.

Podzemní vody neogenních sedimentů bývají často mineralizovány (mořské sedimenty) nebo smíšeny s ropnými vodami obohacenými metanem a sirovodíkem..

Kyselky vázané na hlubinný výstup CO_2 převažují v Českém masivu, minerálky bez juvenilní složky jsou rozšířeny převážně v oblasti neogenních výplní úvalů a vnějších karpát. Tektonicky jsou podmíněny výskyty sirných term ve Velkých Losinách a Bludově. Kalcium bikarbonátové minerální vody vystupují u Moravské Třebové, Jevíčka, Horních Moštěnic aj., zemité termální kyselky u Teplic nad Bečvou. Typické pro karpatskou oblast jsou sirovodíkové minerální vody. Sirovodík těchto pramenů vzniká rozkladem sirníků přítomných v horninách flyše. Znamé sirovodíkové prameny vystupují ve Slatinicích u Olomouce, dále v Buchlovicích, Luhačovicích, Napajedlech, v Ostrožské Nové Vsi, ve Skalce u Prostějova aj.

(Zdroj: web Povodí Moravy, s.p.; URL: http://www.pmo.cz/Morava/kapitolv/kap_13.html , 20.4.2006)

2.5 Pedologie zájmové oblasti

Rozličné pedologické poměry povodí jsou znázorněny na mapě pedologie povodí v souboru Mapa_pedologie_povodi.jpg ve složce Mapy elektronické přílohy, (web Povodí Moravy, s.p.; URL: http://www.pmo.cz/Morava/Mapy/mapa_1_4.jpg. 20.4.2006)

Půdu lze chápat jako samostatný přírodně historický útvar, který vznikl v důsledku komplexního působení vnějších činitelů (klíma, biologický faktor, podzemní voda) na

mateční horninu v určitém čase. Geologický i biologický koloběh látek se vzájemně prolínají a jejich výsledným přirozeným projevem je půdotvorný proces, jehož kvalita je závislá na půdotvorných faktorech a podmínkách, ve kterých se půda vyvíjí. Klasifikace půd odpovídá pojmu typologie půd, tj. kryje se s naukou o půdních typech. Pro systematiku půd bylo zavedeno několik klasifikačních soustav:

- Geneticko - agronomická klasifikace půd třídí půdy podle výsledků dlouhodobého a vzájemného působení faktorů a podmínek půdotvorného procesu. Podle této klasifikace byl proveden Komplexní průzkum půd, delimitace půdního fondu i průzkum pro vymezení bonitovaných půdně ekologických jednotek.
- Morfogenetický klasifikační systém půd je klasifikací vnitřních vlastností pedonů (trojrozměrný výřez z přirozené půdní jednotky), určených souborem genetických horizontů a jejich morfologickými, fyzikálními a chemickými vlastnostmi.
- Klasifikační systém lesních půd - vychází z morfogenetického klasifikačního systému
- Klasifikace půd FAO - UNESCO - mezinárodně uznávaný systém klasifikace půd, názvosloví půd kombinuje tradiční názvy horizontů a půd evropského půdoznalství (zejména ruské půdoznalství = glejsoly, solončaky, solonce, černozemě, podzoly) s názvy amerického klasifikačního systému; navíc bylo vytvořeno mnoho nových, speciálních termínů (luvisols, acrisols).

Výskyt půdních typů

V oblasti povodí Moravy v největší míře převládají kambizemě, které se vyskytují přibližně na polovině rozlohy z celkové plochy povodí, dále černozemě, hnědozemě a fluvizem glejová. Zastoupení všech půdních typů v oblasti povodí Moravy přehledně uvádí tabulka 1 „Výskyt půdních typů y oblasti povodí Moravy" a na CD přiložená mapka pedologie, viz. soubor Mapa_pedologie_povodi.jpg ve složce Mapy elektronické přílohy (web Povodí Moravy, s.p., URL: http://www.pmo.cz/Morava/Mapv/mapa_1_4.jpg, 20.4.2006). Náchylnost půdy k erozi je v tabulce vyjádřena číselnou hodnotou (1-5). Tyto hodnoty představují tzv. třídy propustnosti:

Tab. 1 - Půdní typy v povodí Moravy - číslo udává náchylnost půdy k erozi, srovnej viz pedologie.xls elektronické přílohy (Upraveno podle webu Povodí Moravy, s.p.; URL: <http://www.pmo.cz/Morava/kapitoly/kap14.html>, 20.4.2004) (zdroj pro pedologie.xls web Povodí Moravy, s.p.; URL: http://www.pmo.cz/Morava/Tabulky/tab_1_4.xls, 20.4.2004)

Číslo půdního typu	Náchylnost k erozi	Chování půdy
1	velmi vysoká (dobře odvodněné písky, některé černozemě ze spraší)	Půda zůstává po nasycení vodou vlhká pouze několik hodin
2	vysoká (srulcturní písčité hlína až hlinitý písek, černozemě a hnědozemě ze spraší)	
3	střední (podorničí s výraznou strukturou nebo tvořené hlínou)	Půda zůstává po nasycení vodou vlhká několik dní
4	mírná (středně propustná svrchní vrstva půdy je uložena na jílovité hlíně se slabě vyvinutou kostkovitou nebo polyedrickou strukturou)	
5	nízká (pod svrchní propustnější vrstvou je kompaktní jíl nebo jílovitá hlína)	Půda zůstává po nasycení vodou vlhká déle než týden
6	velmi nízká (tvrdé kompaktní jíly)	

© 2006_

Jan Hubert

Všechna práva vyhrazena

Z tabulky vyplývá, že půdy nejvíce náchylné k erozi mají potenciál k vodní erozi vyjádřen hodnotou 1. Tabulku srovnaj se souborem Tab_1.xls přílohy.

Barevné rozlišení v tabulce odpovídá půdním skupinám. Za názvem půdního typu je v závorce popřípadě uveden subtyp. Nejvíce náchylné půdy k erozi jsou: rendzina kambizemní, pararendziny, hnědozemě, šedozemě a luvizem (typická). V oblasti povodí Moravy se však tyto půdy nejnáchylnější k erozi vyskytují jen ojediněle, až na hnědozemě, které zaujímají 12 % z celkové rozlohy všech typů půd v dané oblasti.

Popis půdních typů vyskytujících se v oblasti povodí Moravy:

V oblasti povodí Moravy převažují z půdních typů, které přesahují alespoň 5% její celkové plochy území, tyto:

ČERNOZEM - patří do skupiny půd s procesem intenzivního hromadění a přeměny organických látek - humifikace zbytků hlavně stepní a luzní vegetace, podmiňujícím vznik molického A-horizontu, v podmínkách nepromyvného až periodicky promyvného vodního režimu. Tyto půdy se vytvořily ve stepních a lesostepních oblastech pod travním porostem, nejčastěji na spraších. Černozemě mívají dobré fyzikální, chemické a biologické vlastnosti. Patří k našim nejúrodnějším půdám, proto jsou využívány jako půdy orné. Limitujícím faktorem jejich úrodnosti je dostatečné množství atmosférických srážek. Nachází se jen v nejsušších nížinných oblastech v nadmořských výškách do 250m.

HNĚDOZEM - patří do skupiny půd s procesem illimerizace; translokace a akumulace koloidních jílovitých částic, některých volných sesquioxidů a různého podílu organických látek v podmínkách promyvného nebo periodicky promyvného typu vodního režimu, za slabě kyselé půdní reakce. Půdy s luvickým B - horizontem (akumulace translokovaných koloidních složek - především jílových minerálů) pod ochrickým až melanickým humusovým A - horizontem (ochrický - mladý, zpravidla mělký, vyvinutý na silikátových až karbonátových substrátech, melanický - zpravidla mělký, tmavě zbarvený, často i velmi starý). Illimerizace u hnědozemí je mírná, půdotvorným substrátem je nejčastěji spraš a sprašová hlína. Náleží k velmi úrodným půdám. Jsou rozšířeny v nížinách a v rovinnatějších prvcích reliéfu pahorkatin, zhruba do nadmořské výšky 400m.

FLUVIZEM - Půdy se vyvíjejí z povodňových sedimentů hlinitopísčité až jílovitohlinité zrnitosti. Sedimenty obsahují značné množství živin. Po provedené regulaci toků přestává typický režim záplav a začíná se uplatňovat vývoj k zonálním půdám dané oblasti (mocnější humusový horizont, migrace jílu, vyluhování iontů atd.). V našich podmínkách jsou tyto půdy jednak využívány k pěstování plodin, jejich nejlepší ochranou v nivě jsou však luzní lesy a travní porosty.

KAMBIZEM - Hnědé půdy, hnědé lesní půdy. Diagnostickým znakem, který mají všechny kambizemě, je kambický B horizont charakteristický alterací (změnou) bez iluviace. Převažuje chemické zvětrávání prvotních minerálů, přičemž se uvolňuje Fe, Mn, Al (hnědnutí - braunifikace). Vedle hnědnutí dochází u těchto půd k procesům tvorby a přeměn jílu. Půdy se vytvářejí hlavně ve svažitých podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin, v menší míře (sypané substráty) v rovinnatém reliéfu. Vznik těchto půd z tak pestrého spektra substrátů

podmiňuje jejich velkou rozmanitost z hlediska tropismu, zrnitosti a skeletovitosti. Tyto půdy mají vysokou pórovitost a dobrou vnitřní drenáž a do značné míry jsou využívány zemědělsky.

Ostatní typy půd vyskytujících se v oblasti povodí Moravy

RANKER, RENDZINA, PARARENDZINA - skupina půd s drnovým půdotvorným procesem až po procesy akumulace a stabilizace humusu. Půdy značně skeletovité

ČERNICE - patří tak jako černozem do skupiny půd s procesem intenzivního hromadění a přeměny organických látek

ŠEDOZEM, LUVIZEM - patří do skupiny půd s procesem ilimerizace (translokace a akumulace jílových částic a organických látek v podmínkách promyvného nebo periodicky promyvného typu vodního režimu.)

PODZOL - patří do skupiny půd s procesem podzolizace, vnitropůdního zvětrávání, translokace a akumulace sesquioxidů a humusových látek.

PSEUDOGLEJ, GLEJ, ORGANOZEM - patří do skupiny půd s hydromorfním půdotvorným procesem, probíhajícím pod dlouhodobým vlivem zvýšené půdní vlhkosti za nedostatku kyslíku v půdní hmotě.

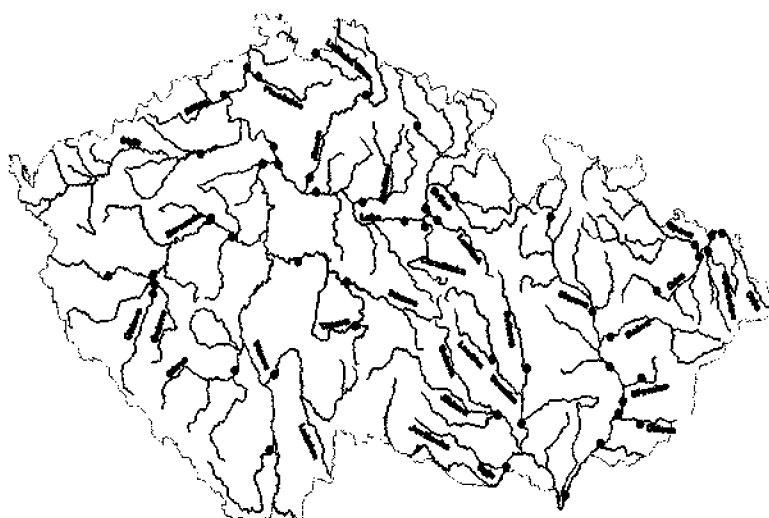
(převzato z webu Povodí Moravy, s.p.;

URL: <http://www.pmo.cz/Morava/kapitolv/kapl4.html>. 20.4.2006)

2.6 Problematika plavenin

Sledování režimu plavenin povrchových toků je jednou ze základních úloh hydrologie, geochemie a dalších oborů vědní činnosti. Studium obsahu plavenin ve vodních tocích je důležité pro odhad erozních procesů v dílčích povodích. Chemizmus plavenin může vykazovat rizikové koncentrace organických složek, což lze považovat za chemický rizikový geofaktor. (Kukal, Reichmann 2000) V současnosti je v České republice 50 profilů s denním sledováním plavenin. V povodí Moravy je rozmístěno 7 postupových profilů na toku Moravy, 3 závěrové profily jsou na významných přítocích Moravy, na řece Dyji 2 postupové profily a 4 závěrové profily na jejich přítocích.

Plaveniny jsou vzosné částice minerální i organické povahy, velikosti frakce až písčité frakce. Jsou nesený vířením, turbulentním prouděním. (ČHMÚ, 2006)



Obr. 2 - Rozmístění profilů na území ČR, jež sleduje ČHMÚ (ČHMÚ, 2006)

2.6.1 Odběr vzorků plavenin k chemické analýze

K odběru plavenin se používá láhev obsahu 1 dm³, upevněná na tyči (Obr. 4) (ČHMÚ, 2006). Tak se může vzorek snadno odebrat proti proudu v požadované hloubce, tedy v blízkosti dna. Frekvence odběrů je jedenkrát denně a v případě zvýšených průtoků dvakrát nebo i třikrát denně. V mnoha místech je tato zastaralá metoda vytlačována automatickou přístrojovou technikou, tedy automatickými vzorkovacími systémy, jako je například typ ISCO 6700 SR (Obr. 3) (ČHMÚ, 2006). Tento přístroj je výhodný tím, že dovoluje jak automatické vzorkování řízené časem, průtokem, koncentrací plavenin, rovněž tak dovoluje dálkově řízený odběr vzorků plavenin.



Obr. 3 - Sampler ISCO 6700 SR (ČHMÚ, 2006)

Obr. 4 - Vzorkovací nádoba obsahu 1 dm³ pro odběr plaveniny (ČHMÚ, 2006)

2.6.2 Kvantitativní a kvalitativní charakteristiky plavenin

Mezi základní *kvantitativní* údaje o plaveninách patří koncentrace plavenin udávaná v mg/dm^3 a celkový průtok vody řečištěm udávaný vm^3/s . Z těchto údajů lze snadno dopočítat unášené množství plaveniny.

Na druhé straně *kvalitativní* hodnocení plavenin je postaveno na jejich chemizmu. Kvalitativní údaje lze korelovat jak mezi údaji kvantitativními, tak i mezi sebou. (ČHMÚ, 2006)

2.6.3 Původ plavenin ve vodním toku

Základním zdrojem vzosných částic - plavenin - ve vodních tocích je eroze v povodí daného vodního toku. Turbulentní proudění má za následek remobilizaci částic z říčního dna. Největším problémem dnes však zůstává, jaké množství plaveniny pochází přímo z erozní činnosti v povodí a jaké množství plaveniny pochází z remobilizovaného sedimentu říčního dna. Tyto údaje stále chybí v množství, které by bylo věrohodně zpracovatelné. To má za důsledek to, že jakékoliv srovnávání množství polutantů s průtokem plavenin a množstvím srážek ztrácejí smysl do doby, než bude dostupné dostatečné množství dat o erozní činnosti v povodí řeky Moravy.



Obr. 5 a Obr. 6 - Projevy eroze: Velké erozní rýhy na poli po dešti. (ČHMÚ, 2006)



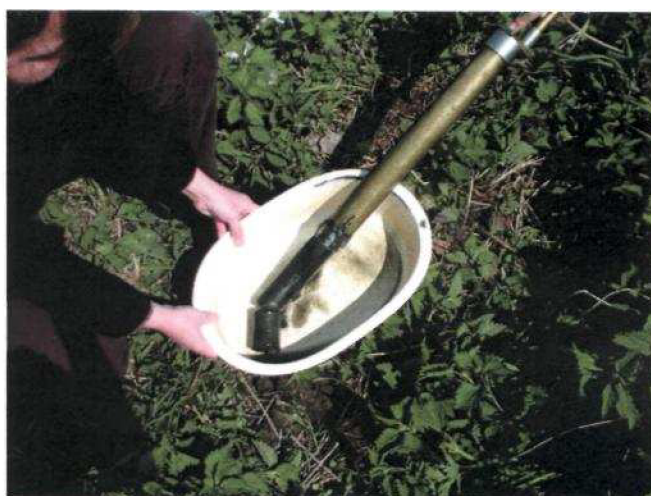
~ V -s

Obr. 7 - Erozní rýhování na poli po dešti (ČHMÚ, 2006)

2.7 Problematika sedimentů vodního toku

Polutanty se ve vodním prostředí vyskytují ve formě volné a zejména jako vázané na matrici, což jsou plaveniny a dnové sedimenty. Zatímco mezi plaveninou a vodou je možný volnější pohyb polutantu, rychleji se posouvá rovnováha, v sedimentech řek jsou polutanty konzervovány. Jinak řečeno, zatímco plaveniny obsahují informaci o aktuálním znečištění, horizonty sedimentů obsahují polutanty usazené v dobách intenzivního zatížení ekosystému. Silně kontaminované horizonty sedimentů představují i určité riziko, neboť uvolnění, ke kterému dochází vlivem náhlé změny hydraulických poměrů, může mít za následek opětovné zatížení ekosystému polutantem. (ČHMÚ, 2006)

2.7.1 Odběr vzorků sedimentů



Obr. 8 a Obr. 9 - Odběr vzorku sedimentu běžnou naběračkou (Obr. 8) penetrační tyčí (Obr. 9)
(ČHMÚ, 2006)

Odběry vzorků čerstvého říčního sedimentu, který se během roku mění podle průtokových podmínek, provádí ČHMÚ dvakrát ročně, v jarních a podzemních měsících. Technika odběru závisí jak na zrnitosti a kohezivitě sedimentu, tak na mocnosti vrstvy sedimentu a hloubce jeho uložení. Používají se penetrační zařízení pístového typu, zařízení s pneumaticky ovládaným zavíráním (typ Beeker fy Eijkelkamp - Obr. 9) a hrabákový odběrák (Obr. 8). Vzorky odebrané v profilu se homogenizují a ukládají do vzorkovnic.

ČHMÚ odebírá vzorky sedimentů pouze dvakrát do roka. Z těchto dat se mi nepodařilo vyvodit žádné souvislosti. Graficky upravená data jsou k nahlédnutí jako součást elektronické přílohy. Viz. Obsah - obsah elektronické přílohy.

(ČHMÚ, 2006)

2.8 Odběry vzorků a vyhodnocování jakosti vody v ČHMÚ

Protože tato práce je postavena na přejatých údajích, bylo nutno ověřit, jakým způsobem ČHMÚ tyto údaje získává, jakým způsobem zpracovává odebrané vzorky a jak je analyzuje.

Odběr vzorků, úpravy a analýzy organických látek v odstředěných vzorcích plavenin toku řeky Moravy provádí pro ČHMÚ akciová společnost Povodí Moravy. ČHMÚ je vlastně zadavatelem těchto odběrů a rovněž zpracovává výsledky a schraňuje rozsáhlou datovou bázi odkud pochází i data, ze kterých vychází tato ročníková práce.

Odběry vzorků vody obecně

Odběry vzorků vody jsou prováděny podle příslušných norem ISO 5667-3, ISO 5667-6 (ČSN 75 7051) a norem souvisejících. Vzorek vody je odebírán s ohledem na reprodukovatelnost výsledku vždy ze stejného vhodného místa, přibližně 50 cm pod hladinou a 20 cm ode dna a v proudnici řeky. Způsob odběru byl obecně diskutován v kapitole o problematice plavenin. Přeprava vzorků do laboratoře probíhá v chladícím boxu ve vhodných vzorkovnicích z vhodného materiálu který nedovoluje interakce materiál - vzorek. Jedná se o polyetylenové, polykarbonátové a skleněné vzorkovnice. V případě sledování organických látek se používají zejména posledně jmenované.

Odběry vzorků plavenin

Odběry plaveniny jsou prováděny převážně manuálně. Případně se jedná o automatickou přístrojovou techniku EPIC 11 (XIAN 1000), popřípadě ISCO 6700 SR. Nejdůležitějším faktorem zůstává, že plaveniny jsou odebírány vždy ve stejném místě a vždy identickou metodou. Odběry jsou prováděny denně a sledují se i jiné než kvalitativní parametry. Chemizmus se však vyhodnocuje s měsíčním intervalem. Množství odebraného vzorkuje 1 dm³.

Odběry vzorků sedimentů

Odběry sedimentů jsou prováděny v průběhu dubna a září, tedy pouze dvakrát do roka. Sediment se v řece obměňuje v hloubce asi 5 - 15 cm. Tato hloubka je závislá na mnoha faktorech, jedná se zejména o geologicko - morfologické poměry (viz kapitola Geologické poměry zájmové oblasti), dále mají vliv antropogenní faktory (využití povodí, vodní nádrže atp.) a v neposlední řadě se mění podle pozice toku (horní, střední, dolní).

Podle kohezivít sedimentu se k odběru vzorku používá buďto lopatka nebo píستový vzorkovač. Po odběru vzorku z plochy asi 1 - 2 m² následuje homogenizace, tedy důkladné promíchání vzorku. Odběr vzorků sedimentu probíhá podle normy ISO 566712, která má status ČSN. Protože jsou data ze sedimentů získávána pouze 2x ročně, mají v naší práci pouze omezený význam.

(ČHMÚ, 2006)

2.9 Problematika věrohodnosti chemických analýz

Použitá analytická metoda, její správnost a přesnost (viz. soubor analytika.xls elektronické přílohy, ČHMÚ, 2006) je základním pilířem na cestě k získání věrohodných výsledků chemické analýzy. Na tomto místě jsou rozepsány chemicko - analytické metody využívané pro analýzy jednotlivých látek, které jsem v mojí práci sledoval. Tyto analýzy jsou prováděny v laboratořích podniku Povodí Moravy a.s. a dále předávány do datové báze ČHMÚ, odkud je získala tato práce.

2.9.1 Použité chemicko analytické metody pro jednotlivé sledované látky v laboratořích Povodí Moravy, s.p. pro odstředěné plaveniny (analýza pevného podílu)

2.9.1a Separační metody, sledované látky

Spadají do úpravy vzorků. V některých případech analýz musí vlastní analýzu předcházet separace sledované látky. Důvodem může být například možné rušení v přítomnosti jiných látek, nevhodnost přítomnosti pevné fáze, případně zvýšení koncentrace látky pro metodu, jež by byla v přirozené koncentraci látky nepoužitelná.

Separační metoda: *lyofilizace.*

Použita na: AOX (celkové organické halegeny)

Separační metoda: *extrakce vzorku methanolem v ultrazvuku.*

Použita na následující sledované látky:

trichlormethan, tetrachlormethan, 1,2-dichlorethan, 1,2-cis-dichlorethen, 1,1,2-trichlorethen, 1,1,2,2-tetrachlorethen, benzen, ethylbenzen.

Separační metoda: *lyofilizace, extrakce vzorku směsí n-hexan+aceton+toluen v ultrazvuku.*

Použita na následující sledované látky:

a-HCH, P-HCH, γ-HCH, 8-HCH, p,p'-DDT, naftalen, anthracen, chrysen, pyren, fluoren, fluoranthen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranthén, benzo(g,h,i)peryllen, benzo(k)fluoranthén, indeno(1,2,3-c,d)pyren, toluen, xyleny, ethylbenzen.

Separační metoda: *extrakce nelyofilizovaného vzorku směsí C₆H₆+aceton v ultrazvuku*

Použita na následující sledované látky:

2,4,5-trichlorfenol, fenol, 2-chlorfenol.

(ČHMÚ, 2006)

2.9.1b Použité analytické metody

Analytická metoda: purge & trap, GC/MS Popis Metody: Jedná se o víceúrovňovou analytickou metodu: purge & trap je metoda zakoncentrování těkavých organických látek, GC/MS je vysoce účinná kombinace plynové chromatografie a hmotnostní spektrometrie. (Klouda, 1996) **Použita na následující sledované látky:** Trichlormethan, Tetrachlormethan, 1,2-dichlorethan, 1,2-cis-dichlorethen, 1,1,2-trichlorethen, 1,1,2,2-tetrachlorethen, benzen, toluen, xyleny, ethylbenzen,

Analytická metoda: GC/MS

Použita pro následující sledované látky:

a-HCH, p-HCH, γ-HCH, δ-HCH, p,p'-DDT,

Analytická metoda: HPLC s elektrochemickým detektorem Popis metody: vysoce účinná kapalinová chromatografie (Klouda, 1996) **Použita pro následující sledované látky:**

2,4,5-trichlorfenol, fenol, 2-chlorfenol

Analytická metoda:

HPLC s fluorescenční detekcí nebo detektorem s detekcí v diodovém poli (DAD)

Použita pro následující sledované látky:

naftalen, anthracen, chrysen, pyren, fluoren, fluoranthen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranthen, benzo(g,h,i)perylene, benzo(k)fluoranthen, indeno(1,2,3-c,d)pyren,

Analytická metoda: Coulometrická titrace po adsorbci na aktivním uhlí a spálení v píce.

Popis metody: Jedná se o titraci za stálého proudu. (Zýka et al., 1966)

Použita pro: AOX (celkové organické halogeny)

(ČHMÚ, 2006)

Jméno a příjmení autora: Jan Hubert

Název ročníkové práce: Zhodnocení vztahu mezi hydrologickým režimem řek a migrací organických složek životního prostředí.

Název v angličtině: Evaluation of dependence between hydrology regime and migration of organic substances in the rivers.

Studijní program: Mgr-GeHg

Studijní obor (směr), kombinace oborů:

Vedoucí ročníkové práce: Doc. Josef Zeman

Rok obhajoby: 2006

Anotace:

Práce pojednává o transportu organických látek antropogenního původu řekou Moravou. Zjišťují se v ní souvislosti mezi průtokem a koncentrací plavenin. Jednotlivé skupiny organických látek jsou přehledně zpracované do grafické formy, která ukazuje na změny koncentrací v závislosti na časové škále. Vyhodnocení grafických dat v ní bylo prováděno na základě jednotné časové škály vzájemným srovnáním grafu průtoku, koncentrací plavenin a koncentrací látek.

Annotation:

The presented work deals with transportation of organic contaminants of anthropogenic origin within the Morava river. It determines relationship between the flow volume and the concentration of suspended sediments. Individual groups of organic substances are digestibly compiled into diagrams which show changes in concentrations depending on time scale. Evaluation of gaphic data was carried out on the basis of unified time scale by mutual comparison of charts of the flow volume, concentration of suspended sediments and concentration of substances.

Klíčová slova:

Hydrogeochemie, Transport kontaminantů vodním tokem, antropogenní vlivy na životní prostředí, řeka Morava,

Keywords:

Hydrogeochemistry, Transportation of contaminants by the means of river stream, anthropogenic influence on the environment, the Morava river

2.10 Možné zdroje polutantů

Látky antropogenního původu mají v životním prostředí rozličný původ. Jedná se převážně o plošné zdroje. Jde tedy o produkty lidské činnosti jako je například spalování, popřípadě záměrné zanášení látek do životního prostředí člověkem, jako je například zemědělská činnost, popřípadě vedlejší únik látek z průmyslu a výrobků (na skládkách atd.). Původ látek v životním prostředí souvisí tedy z jejich využitím.

Příklady použití nebo zdrojů některých organických látek:

Benzen: detergenty, rozpouštědla, složka benzínu, vzniká při výrobě kamenouhelného dehtu.

Polyaromatické uhlovodíky: vznikají při výrobě kamenouhelného dehtu.

Chrysen: vedlejší produkt organických syntéz, výroba kamenouhelného dehtu.

Fluoren: ropné produkty

Naftalen: insekticidy, ropné produkty, výroba kamenouhelného dehtu aj.

Toluen: rozsáhlé použití jako rozpouštědlo, součást kamenouhelného dehtu.

Xyleny: součást leteckého petroleje, rozpouštědla.

Fenoly: syntetické pryskyřice, rozpouštědla, nátěrové hmoty, farmaceutická syntéza.

Chlorbenzen: chemické provozy, výroba pesticidů, rozpouštědlo.

Trichlormethan: rozpouštědlo, organická syntéza.

1,1*2 - Trichlorethylen: nátěrové hmoty, rozpouštědla.

(Fetter, 1999)

3. Způsob vyhodnocení dat do grafické podoby

Získaná data (ČHMÚ, 2006) i z nich vytvořená grafická příloha je součástí elektronické přílohy. Viz. Obsah - Obsah elektronické přílohy.

Data ČHMÚ byla zpracována do grafické formy pro každou látku zvlášť. Byly vybrány 3 hlavní lokality: Lanžhot, Kroměříž a Raškov, u kterých byla zpracována všechna data. Částečně byla zpracována i data z Dlouhonic na přítoku Bečvy a z Uherského Brodu na přítoku Olšavy. Směrem po toku je to postupně Raškov jakožto lokalita nejbliže k prameni, Kroměříž a nejnižnější je Lanžhot. Časové rozmezí odběrů, místa odběrů a analytické vyhodnocení, jsou u všech sledovaných látek identické, takže jsou možná srovnávám látek, průtoků a koncentrací plavenin v grafické formě.

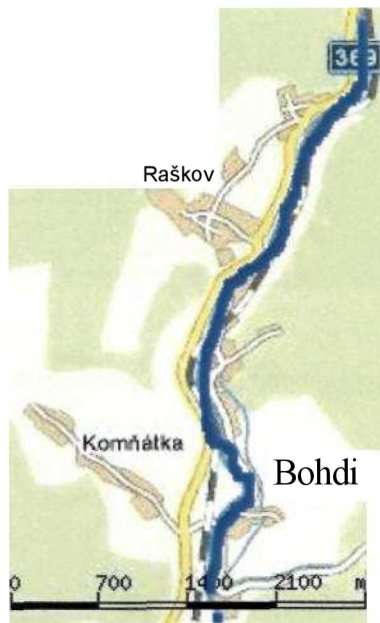
3.1 Místa odběru vzorků sledované touto prací

Raškov: Vzhledem k toku řeky je Raškov nejvýše položeným místem, na kterém se nachází na Moravě profil, ze kterého jsou odebírány vzorky plavenin a sedimentů. Vzhledem k pozici profilu na horním toku jev Raškově na rozdíl od Kroměříže a Lanžhota vyšší podíl písčité složky v plaveninách.

Pozice GPS: 16-54-46; 50-02-29 (zd; zš)

Řiční km: 322,8 (Kubát, 1999)

Obr. 10 - Mapa - Raškov, (internetová [Mapy.cz](http://mapy.cz); URL: <http://mapy.cz>. 19.4.2006)



Kroměříž: Vzhledem k toku řeky Moravy je Kroměříž umístěna přibližně ve středním toku.

Pozice GPS: 17-24-00; 49-18-09 (zd; zš)

Řiční km: 193,0 (Kubát 1999)

Mapa (řeka Morava vyznačena modře):



Obr. 11 - Mapa - Kroměříž, (internetová [Mapy.cz](http://mapy.cz); URL: <http://mapy.cz>. 19.4.2006)

Lanžhot:

Pozice GPS: 16-59-26; 48-41-17

(zd; zš)

Říční km: 79,1 (Kubát 1999)



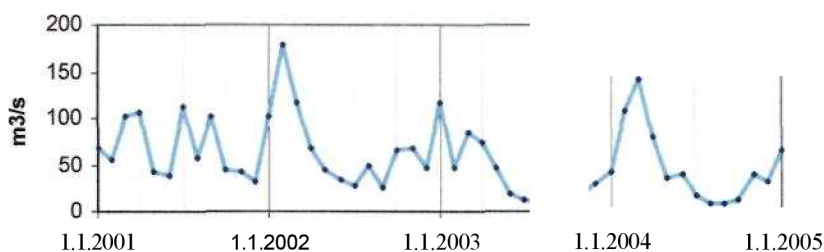
Obr. 11 - Mapa - Lanžhot, (internetové [Mapy.cz](http://mapy.cz); URL: <http://mapy.cz>. 19.4.2006)

3.2 Popis a srovnání grafických údajů

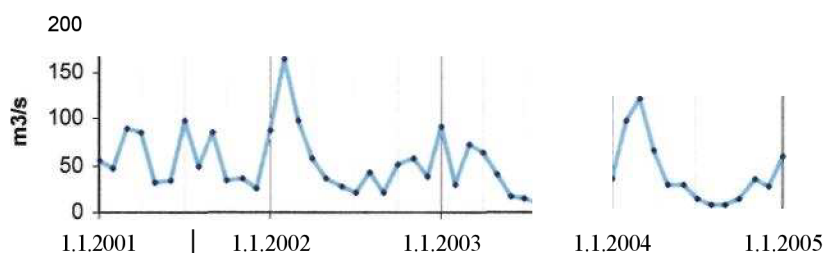
3.2.1 Srovnání průtoků na lokalitách Lanžhot, Kroměříž a Raškov

Z graficky zpracovaných údajů jednoznačně vyplynulo že průtoky na všech třech profilech spolu jednoznačně souvisí. Ačkoliv srážkové události jednoznačně nejsou v celém povodí rovnoměrné (CHMU, 2006), je vidět, že řeka na ně reaguje poměrně rychle v celém svém toku a průtoky na horním i dolním toku se rychle ustalují. Zvýšení průtoky po srážkové události má za následek zvýšený transport plaveniny a tím pádem i chemických látek. Je to dáno tím, že chemické látky jsou s plaveninami úzce spjaty. (CHMU, 2006)

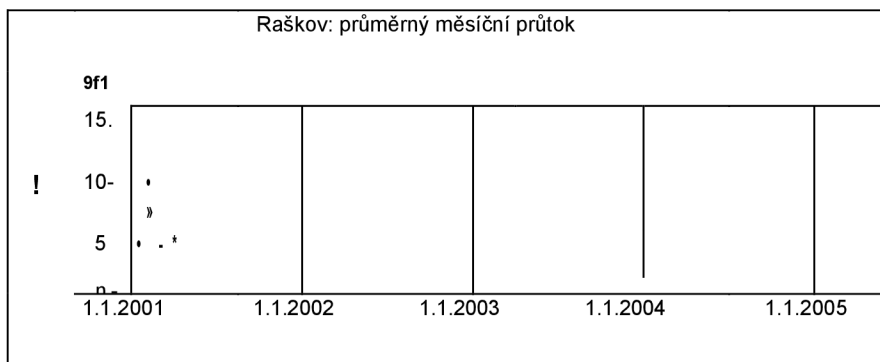
Lanžhot: průměrný měsíční průtok



Kroměříž: průměrný měsíční průtok



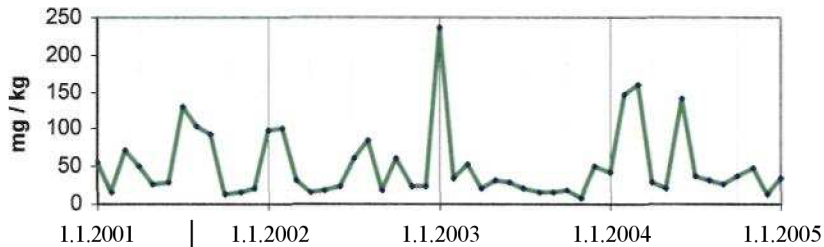
Raškov: průměrný měsíční průtok



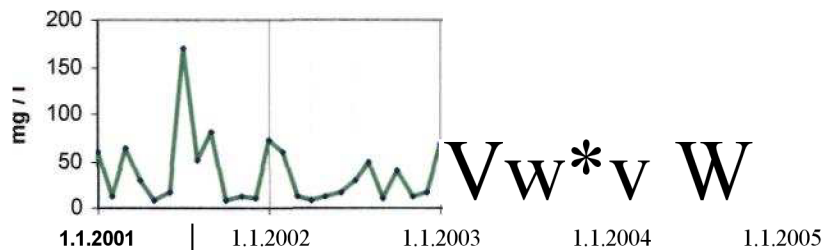
3.2.2 Srovnání toku plaveniny na lokalitách Lanžhot, Kroměříž a Raškov

Rovněž na grafech koncentrací plavenin je vidět, že na všech třech sledovaných profilech jsou změny koncentrace plavenin v souladu.

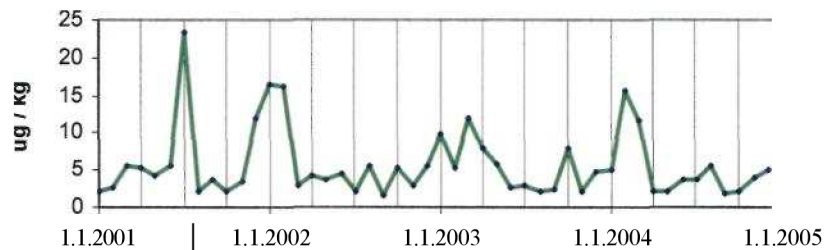
Lanžhot: průtok plaveniny měsíční



Kroměříž: průtok plaveniny měsíční



Raškov: průtok plaveniny měsíční



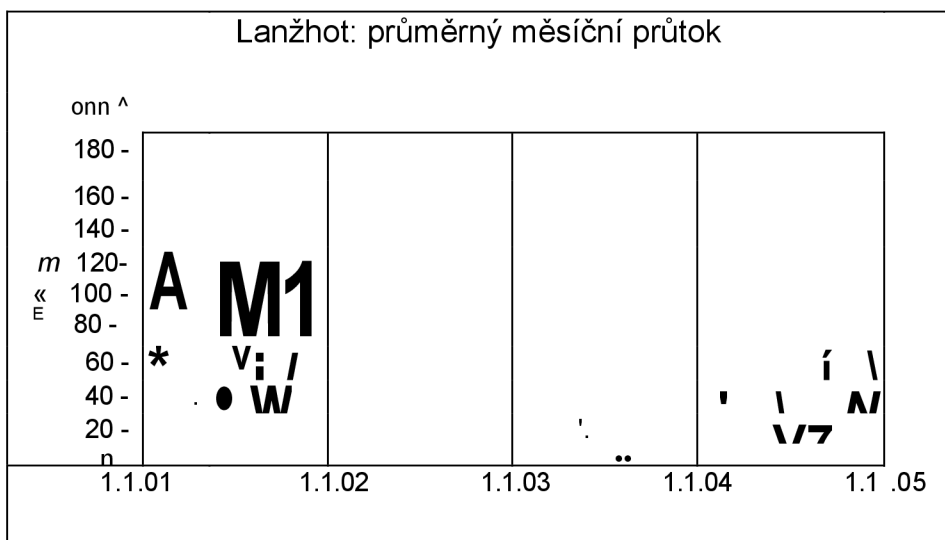
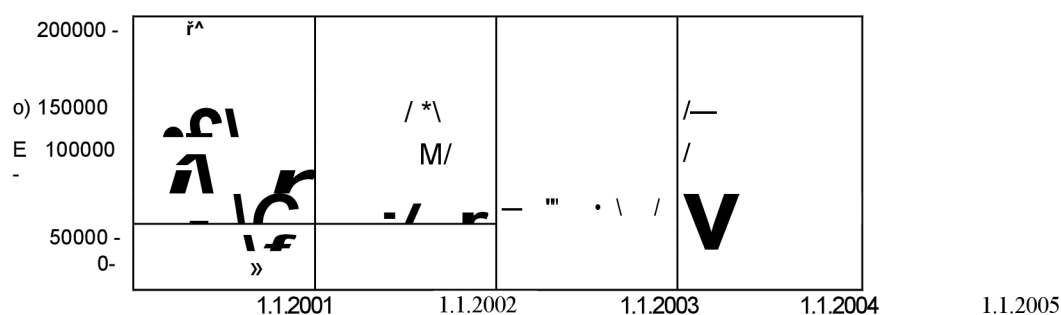
Tyto grafické údaje jednoznačně potvrdily, že koncentrace plaveniny je funkcí průtoku, neboť zvýšením průtoku dochází ke zvýšení turbulentního proudění a tedy i vznosu sedimentů říčního dna. Kromě toho je zvýšený průtok přímým důsledkem srážkových událostí, kdy je právě eroze dalším zdrojem plaveniny ve vodním toku. (ČHMÚ, 2006)

3.3 Chování jednotlivých látek v závislosti na hydrologickém režimu řeky Moravy

V souladu s poznatkem, že hydrologický režim se ustaluje na všech třech profilech v relativně krátkém čase, spolu korespondují i obsahy látek ve vodě, neboť, jak již bylo uvedeno, obsah plaveniny je funkcí průtoku. Protože látky jsou převážně vázány právě na plaveniny (ČHMÚ, 2006), musí být i jejich obsah funkcí průtoku. Průtok a obsah plaveniny spolu totiž úzce korespondují. Tato kapitola prezentuje výsledky této práce. Její součástí jsou graficky zpracované údaje. Údaje byly porovnávány zejména s průtokem a s koncentrací plaveniny. Všechna graficky zpracovaná data jsou součástí elektronické přílohy. Viz. Obsah - obsah elektronické přílohy.

3.3.1 Celkový organický uhlík

Lanžhot, Kroměříž, Raškov: Celkový organický uhlík

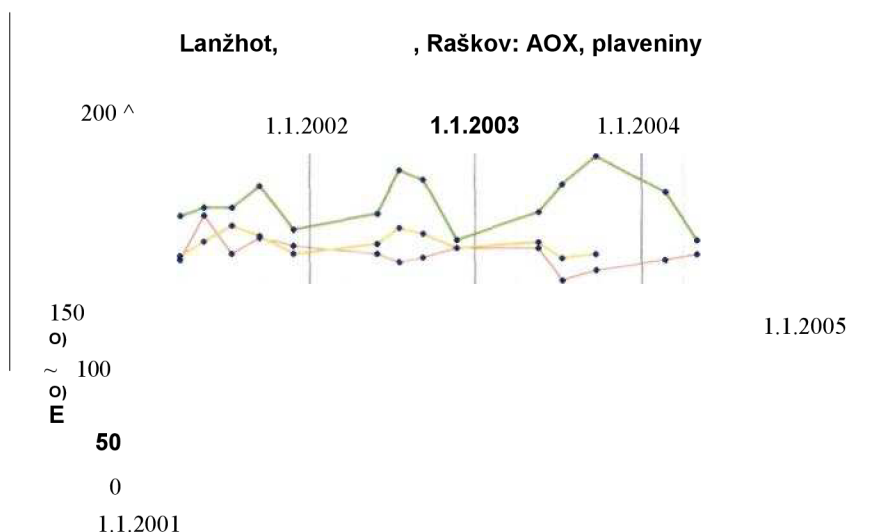


V souladu s hydrologickým režimem řeky se chová i koncentrace celkového organického uhlíku. Jak je vidět, jsou maxima i minima koncentrací dosahována paralelně na všech třech profilech v Lanžhotě, Kroměříži i Raškově.

S průtokem jsou data jen obtížně srovnatelná, pravděpodobnou příčinou by mohlo být, že plaveniny jsou analyzovány měsíčně, průtok denně a z něho je počítán průměr. Pokud by v den odběru plaveniny byl průtok anomální, promítne se to do nepřesnosti srovnání.

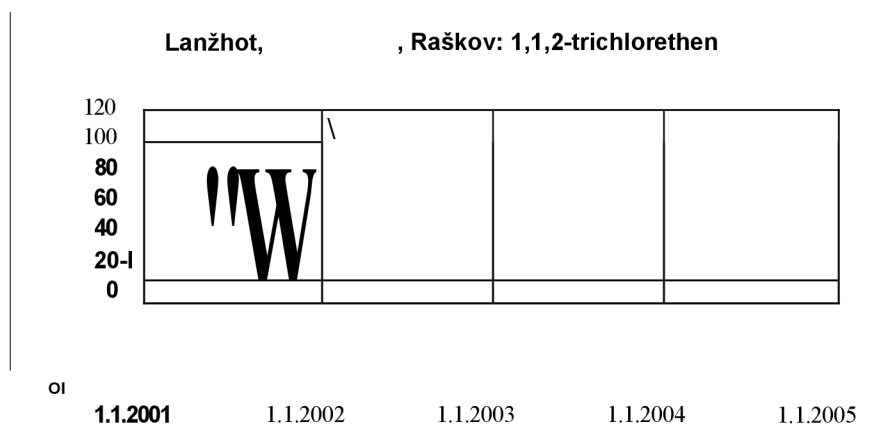
Z grafu koncentrací uhlíku je rovněž patrné, že maxima jsou dosahována pravidelně v polovině roku.

3.3.2 Celkové organicky vázané halogeny



Opět na příkladu organicky vázaných halogenů je vidět že maxima jsou dosahována v létě. Výjimkou je Lanžhot, kde se koncentrace nacházela na hranici státního limitu.

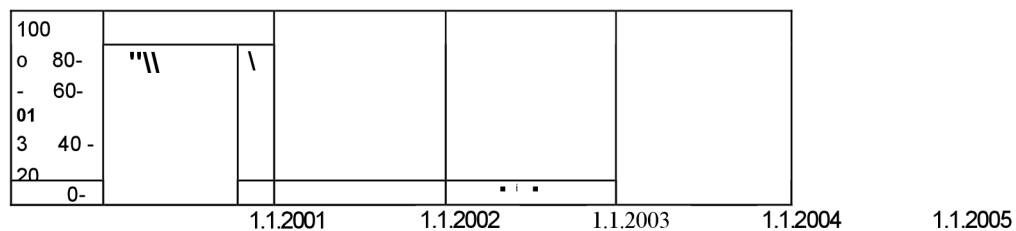
3.3.3 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: 1,1,2-trichlorethen



Halogenderiváty alifatických uhlovodíků se chovají všechny shodně v souladu s podobným chemizmem. Za povšimnutí stojí náhlý pokles koncentrací od poloviny roku 2001 do poloviny roku 2002. Všechny tyto látky se chovají zcela analogicky. Velice zajímavý je časový posun změny koncentrací v pořadí Kroměříž, Raškov a Lanžhot. Tento posun je patrný zejména u této skupiny látek, avšak jeho náznak je patrný i u jiných látek. Jeho příčinu se mi nepodařilo odhalit.

3.3.4 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: Tetrachlormethan

Lanžhot, | , Raškov: Tetrachlormethan, plaveniny



3.3.5 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: 1,2-dichlorethan

Lanžhot, | , Raškov: 1,2-dichlorethan, plaveniny

120
100
80
60
40
20
0
1.1.2001

1.1.2002

1.1.2003

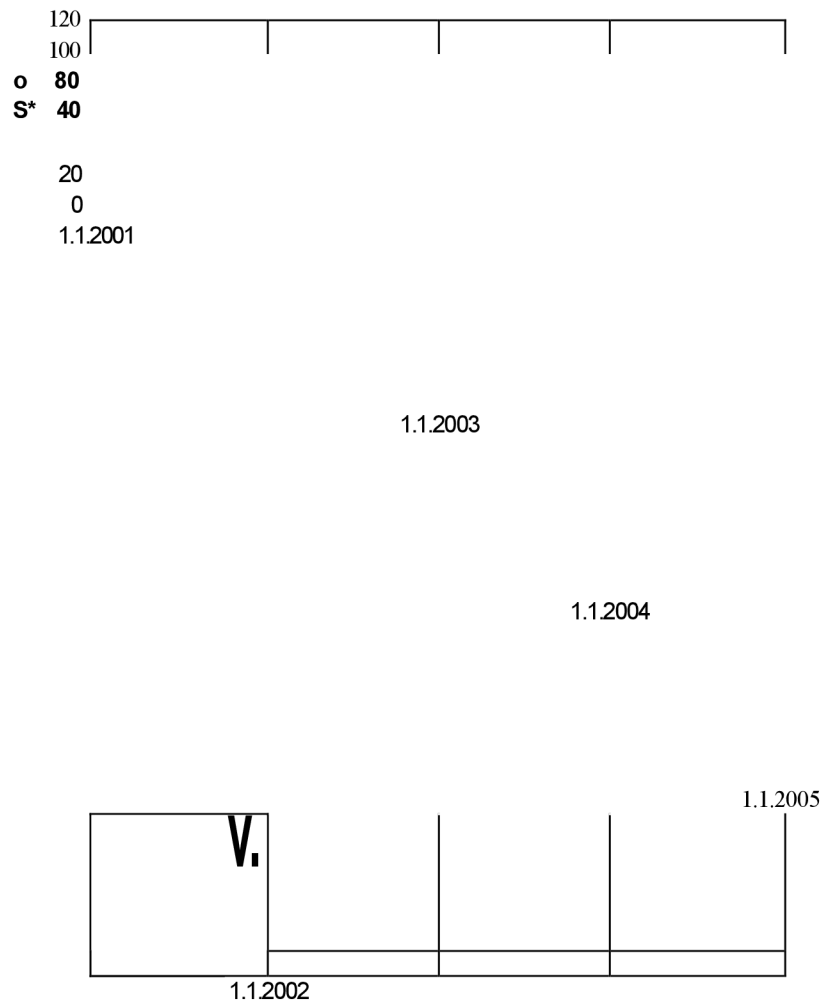
1.1.2004



1.1.2005

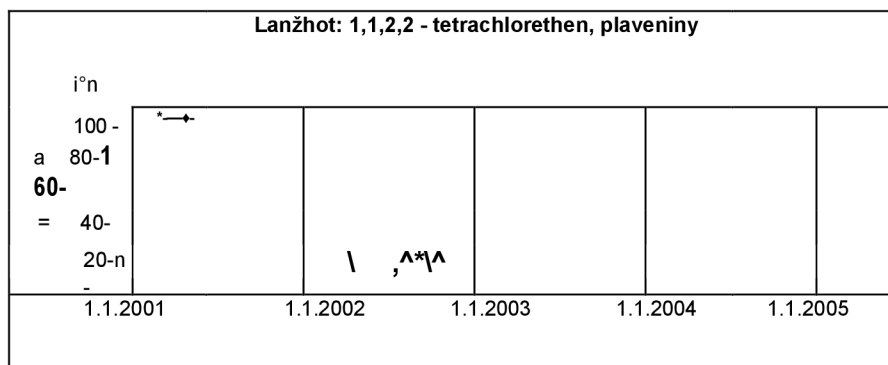
3.3.6 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: 1,2 - cis - dichlorethen

Lanžhot, | , Raškov: 1,2-cis-dichlorethen, plaveniny

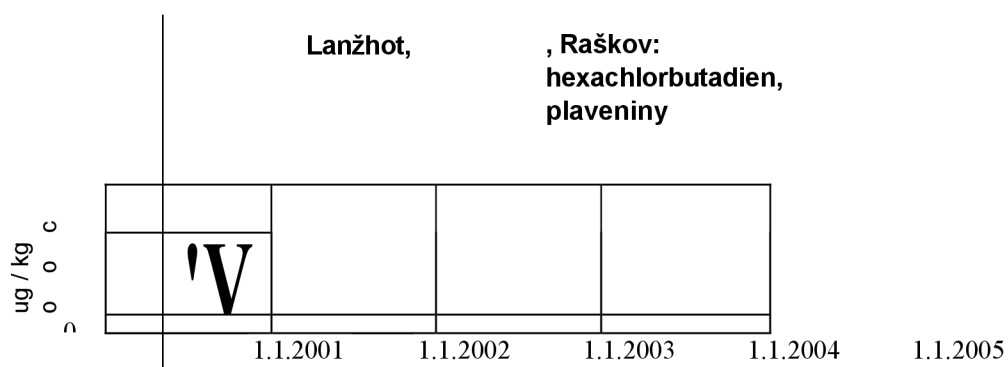


Na tomto grafu jsou patrné 2 píky, první na přelomu roku 02 a 03, druhý na přelomu roku 03 a 04. Přesto, že na přelomu roků se koncentrace některých látek zvyšují, jsou tato maxima reprezentována pouze jediným bodem. Může se tedy jednat i o chybu měření.

3.3.7 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: 1,1,2,2 - tetrachlorethen

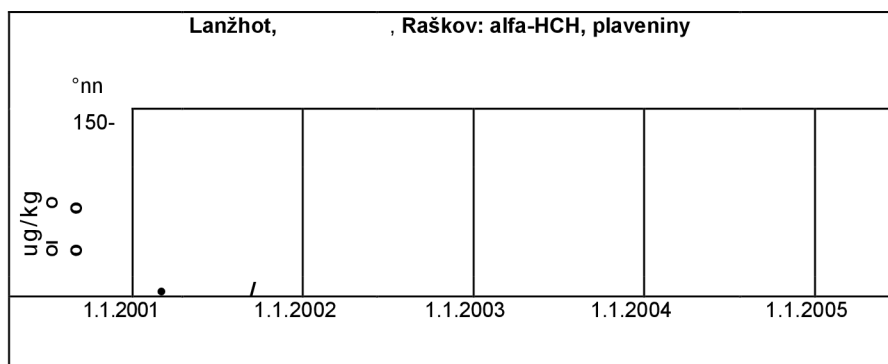


3.3.8 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: hexachlorbutadien



Rovněž hexachlorbutadien se chová jako všechny ostatní alifatické uhlovodíky.

3.3.9 Halogenderiváty aromatických uhlovodíků: alfa-HCH



Aromatické halogenderiváty vykazují odlišné chování oproti předešlé skupině. alfa-HCH však vykazuje analogický časový posun změny koncentrací jako alifatické halogenderiváty. Od 1.1.2003 nebyla v plavenině tato látka prokázána. (Respektive je její koncentrace zanedbatelná)

Zadání ročníkové práce

pro..... Jana Huberta

obor..... Geologie.....

Název tématu Zhodnocení vztahu mezi hydrologickým režimem
.....řek a migrací organických složek životního prostředí

Zásady pro vypracování:

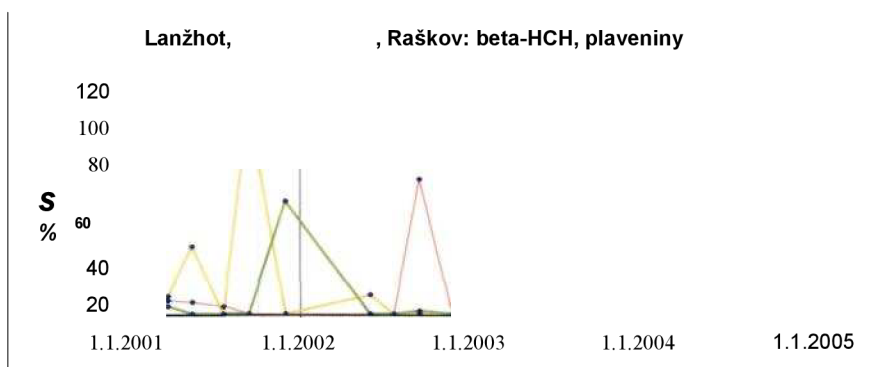
V datové bázi Českého hydrometeorologického ústavu je shromážděn rozsáhlý datový materiál, ve kterém jsou uvedena dlouhodobá pozorování jednotlivých složek povrchového prostředí (atmosféra, hydrologie, čistota ovzduší, jakost vod atd.). Tato data umožňují zhodnocení vlivu hydrologického režimu minulého desetiletí na vybraných profilech řek České republiky na migraci organických složek geologického prostředí.

Cílem bakalářské práce je zjistit, které typy dat pravidelně monitorovaných institucemi v ČR jsou pro zhodnocení vlivu hydrologického režimu na anorganické složky geologického prostředí nejvhodnější a provést jejich základní vyhodnocení.

Pokyny pro zpracování:

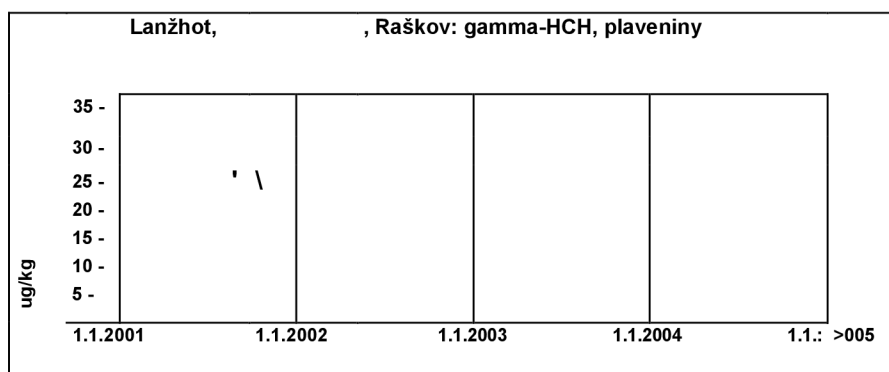
- zpracovat přehled literárních údajů o vlivu hydrologického režimu řek na geochemii jejich podloží
- z datové báze ČHMÚ (případně dalších institucí, jako je AOPK atd.) vybrat data, která by mohla sloužit pro dlouhodobé sledování změn geochemie organických složek geologického podloží řek vlivem změn hydrologického režimu
- na vybraných příkladech dokumentovat vhodnost a vypovídací hodnotu údajů
- vyvodit obecnější závěry platné vliv změn hydrologického režimu na geochemii organických složek geologického podloží řek.

3.3.10 Halogenderiváty aromatických uhlovodíků: beta-HCH



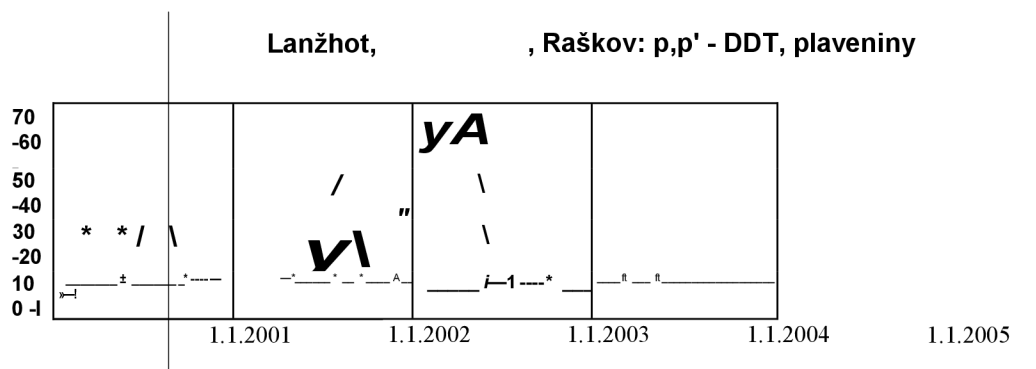
beta-HCH se chová podobně jako alfa-HCH a rovněž od 1.1.2003 nebyla tato látka v plavénině prokázána. (Respektive je její koncentrace zanedbatelná)

3.3.11 Halogenderiváty aromatických uhlovodíků: gamma-HCH

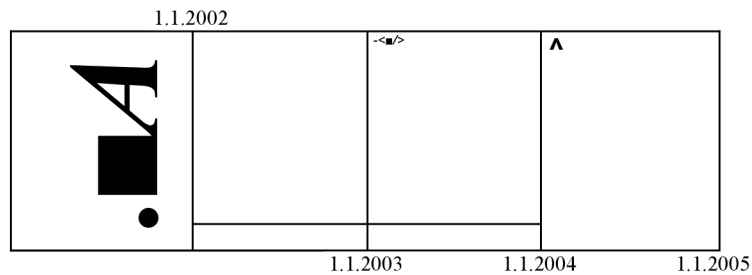
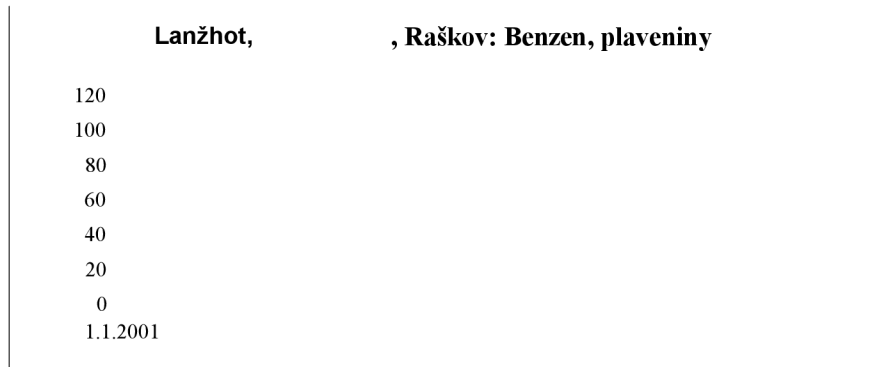


Na všech třech profilech dosahují hexachlorcyklohexany maximálních a minimálních koncentrací současně což je v souladu s jejich podobným chemismem. I gamma-HCH od 1.1.2003 z plavénin prakticky vymizel.

3.3.12 Halogenderiváty aromatických uhlovodíků: p,p'-DDT



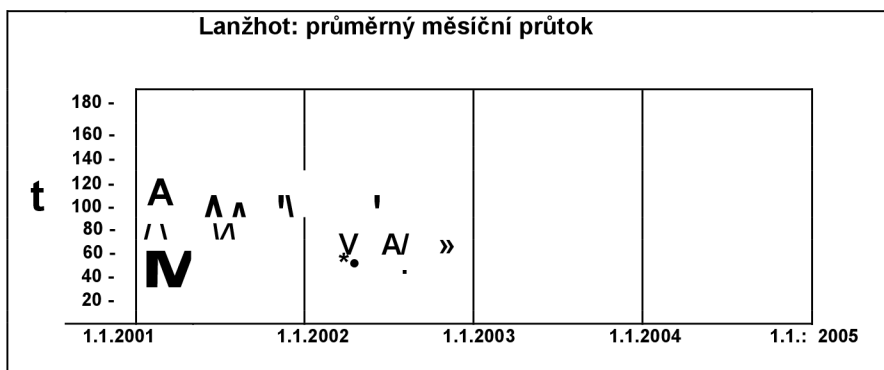
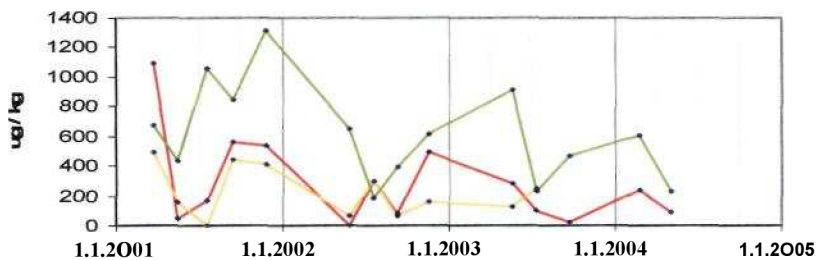
3.3.13 Monocyklické aromatické uhlovodíky: Benzen



Benzen rovněž vykazuje časový posun změny koncentrací ve směru Kroměříž, Raškov, Lanžhot. Jeho koncentrace v plavenině se od přelomu roku 02/03 podstatně snížila. Změny koncentrací benzenu v plavenině se chovají zcela analogicky jako například některé alifatické halogenderiváty.

3.3.14 Polycyklické aromatické uhlovodíky: Anthracen

Lanžhot, Kroměříž, Raškov: Anthracen, plaveniny



Aromatické polycyklické uhlovodíky vykazují souměr

né změny koncentrací. Zároveň jsou poměrně dobře srovnatelné s průtokem (a tedy i s koncentrací plaveniny). Minima tyto látky vykazují v létě, maxima v zimě.

4. Závěr

Přínos této práce spočívá v ověření vlivu hydrologického režimu řeky na transport polutantů. V rámci literární rešerše bylo zjištěno, že množství plavenin unášené vodním tokem je funkcí průtoku. Tento fakt byl jednoznačně potvrzen při zpracování údajů o průtoku a koncentraci plavenin, kdy údaje jsou na všech třech sledovaných profilech řeky Moravy srovnatelné. Pakliže je transport polutantů vázán na pevnou fázi, tedy plaveninu, znamená to, že množství plaveniny v řece odráží i transport polutantů. I tento fakt do jisté míry potvrdila tato práce. Údaje o koncentraci plaveniny, případně průtoku s koncentrací polutantů však nejsou ve všech případech zcela jednoznačně srovnatelné. Jako jeden z možných důvodů uvádím fakt, že údaje o průtoku a koncentraci plaveniny jsou měsíčním průměrem. Mohou tedy zaniknout špičkové a minimální hodnoty průtoku, kdy mohl být odebrán vzorek k analýze. To by se dalo vyřešit tím, že by se pracovalo s denními hodnotami průtoku a pro každou látku by se zhotovil graf, ve kterém by byly průtoky denní shodné s datem odběru vzorku k analýze.

Některé látky vykazují jistý setrvalý trend poklesu koncentrací, jedná se především o některé halogenderiváty. S určitým nadhledem by bylo možné konstatovat, že zatížení životního prostředí těmito látkami klesá. Na to, aby se toto tvrzení mohlo považovat za jisté, by však bylo potřeba zpracovat obsáhlejší data, pokud by taková byla k dispozici.

Mnoho látek vykazovalo časový posun změny koncentrací ve směru Kroměříž-Raškov-Lanžhot. Toto je však v rozporu s tokem řeky, kde je Raškov profilem nejbližším pramenem, Kroměříž ve střední části a Lanžhot na dolním toku řeky Moravy. Příčina této skutečnosti zůstala však neodhalena.

LITERATURA a informační zdroje

Literatura

Zdeněk Kukul, František Reichmann (2000): Hominové prostředí České republiky. - ČGÚ. Praha.

Jan Kubát (1999): Síť komplexního sledo vám jakosti vody v tocích. - ČHMÚ. Praha.

Zdeněk Misař (1983): Geologie ČSSR I.: Český Masív. - SPN. Praha

Pavel Klouda (1996): Moderní analytické metody - Pavel Klouda. Ostrava.

Charles Willard Fetter (1999): Contaminant Hydrogeology. - Prentice Hall. New Jersey.

Jaroslav Zýka (1966): Analytická příručka. - SNTL. Praha.

Internet:

Internetové stránky Povodí Moravy, s.p.

URL: <http://www.pmo.cz>

Internetové stránky českého hydrometeorologického ústavu:

URL: <http://www.chmu.cz/BR/brno.html>

Internetové mapy:

URL: <http://mapy.seznam.cz/>

Rozsah grafických prací: podle potřeby

Rozsah původní zprávy: podle potřeby - cca 35 stran

Seznam odborné literatury:

J.I. Drewer (1999): The geochemistry of natural waters: surface and groundwater environments. - Prentice Hall. Langmuir, D. (1997): Aqueous Environmental Geochemistry. - Prentice Hall inc. Stumm W., Morgan J.J. (1996): Aquatic Chemistry. - Wiley, New York.

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Josef Zeman, CSc.

Odborný konzultant: Mgr. Milan Geršl

Datum zadání bakalářské práce: 31.10.2004

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.4.2005

V Brně dne 31.10.2004

.....
vedoucí práce

V Brně dne 31.10.2004.

.....
vedoucí ústavu

Prohlašuji, že tuto práci jsem vypracoval(a) samostatně. Veškerou literaturu a ostatní prameny, z nichž jsem při přípravě práce čerpal(a), řádně cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

Svoluji k zapůjčování této práce v knihovně.

Jan Hubert

Brno, 2006

, ,

Obsah:

1. Úvod	12
2. Přehled literárních údajů	13
2.1 Povodí řeky Moravy	13
2.2 Geomorfologické poměry zájmové oblasti	13
2.3 Regionálně geologická charakteristika zájmové oblasti	15
2.4 Hydrogeologická charakteristika zájmové oblasti	18
2.5 Pedologie zájmové oblasti	19
2.6 Problematika plavenin	23
2.6.1 Odběr vzorků plavenin k chemické analýze	23
2.6.2 Kvantitativní a kvalitativní charakteristiky plavenin	24
2.6.3 Původ plavenin ve vodním toku	25
2.7 Problematika sedimentů vodního toku	27
2.7.1 Odběr vzorků sedimentů	27
2.8 Odběry vzorků a vyhodnocování jakosti vody v ČHMÚ	28
2.9 Problematika věrohodnosti chemických analýz	29
2.9.1 Použité chemicko analytické metody pro jednotlivé sledované látky v laboratořích Povodí Moravy, s.p. pro odstředěné plaveniny (analýza pevného podílu)	29
2.9.1a Separční metody, sledované látky	29
2.9.1b Použité analytické metody	30
2.10 Možné zdroje polutantů	31
3. Způsob vyhodnocení dat do grafické podoby	32
3.1 Místa odběru vzorků sledované touto prací	33
3.2 Popis a srovnání grafických údajů	35
3.2.1 Srovnání průtoků na lokalitách Lanžhot, Kroměříž a Raškov	35
3.2.2 Srovnání toku plaveniny na lokalitách Lanžhot, Kroměříž a Raškov	36

3.3 Chování jednotlivých látek v závislosti na hydrologickém režimu řeky Moravy..	37
3.3.1 Celkový organický uhlík.....	37
3.3.2 Celkové organicky vázané halogeny	38
3.3.3 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: 1,1,2-trichlorethen	38
3.3.4 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: Tetrachlormethan	39
3.3.5 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: 1,2-dichlorethan	39
3.3.6 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: 1,2 - cis - dichlorethen.....	39
3.3.7 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: 1,1,2,2 - tetrachlorethen.....	40
3.3.8 Halogenderiváty alifatických uhlovodíků: hexachlorbutadien	40
3.3.9 Halogenderiváty aromatických uhlovodíků: alfa-HCH	40
3.3.10 Halogenderiváty aromatických uhlovodíků: beta-HCH.....	41
3.3.11 Halogenderiváty aromatických uhlovodíků: γ-HCH.....	41
3.3.12 Halogenderiváty aromatických uhlovodíků: p,p'-DDT	41
3.3.13 Monocyklické aromatické uhlovodíky: Benzen.....	42
3.3.14 Polycyklické aromatické uhlovodíky: Anthracen.....	42
4. Závěr	43
Použitá literatura.....	44

Obsah elektronické přílohy:

1 CD kompatibilní s běžnou CD-ROM mechanikou a počítačem vybaveným následujícím softwarem: Tabulkový procesor Excel ve verzi XP a vyšší a prohlížeč obrázků.

Struktura CD:

Kořenový adresář:

Soubory:

Data_odstredene_plaveniny.xls

Zdrojová data pro plaveniny neupravená (ČHMÚ, 2006)

Data_Sedimenty.xls

Zdrojová data pro sedimenty neupravená (ČHMÚ, 2006)

GRAFICKY_odstredene_plaveniny.xls

Graficky zpracovaná data odstředěných plavenin řeky Moravy (Upraveno podle ČHMÚ, 2006)

GRAFICKY_sedimenty.xls

Graficky zpracovaná data sedimentů řeky Moravy (Upraveno podle ČHMÚ, 2006)

Meze_stanovitelnosti.xls

Tabulka mezí stánovitelnosti, analýzy z povodí Moravy jsou nadepsány. (ČHMÚ, 2006)

Pedologie.xls

Přehled Pedologie povodí (zdroj web Povodí Moravy, s.p., URL: http://www.pmo.cz/Morava/Tabulky/tab_1_4.xls, 20.4.2006)

Plavenina_Kroměříž.xls, Plavenina_Lanžhot.xls, Plavenina_Raskov.xls

Údaje o měsíčním průměru koncentrací plaveniny na profilech. (Upraveno podle ČHMÚ, 2006)

Průtok_Kroměříž.xls, Průtok_Lanžhot.xls, Průtok_Raskov.xls

Údaje o měsíčním průměru průtoku na profilech. (Upraveno podle ČHMÚ, 2006)

Složka Mapy:

Mapa_pedologie_povodi.jpg

Mapa pedologie povodí. (zdroj web Povodí Moravy, s.p. URL: http://www.pmo.cz/Morava/Mapy/mapa_1_4.jpg, 20.4.2006)

Mapa_geologicka.jpg

Mapa geologická povodí. (zdroj: web Povodí Moravy, a.s. URL: http://www.pmo.cz/Morava/Mapy/mapa_1_3a.jpg, 20.4.2006)

Mapa_geomorfologie.jpg

Mapa geomorfologická, (zdroj: web Povodí Moravy, s.p.; URL: http://www.pmo.cz/Morava/Mapy/mapa_1_2a.jpg, 20.4.2006)