

## D.5. Analýza historických povodní



Vypracoval: Ing. Václav Čermák

Obsah:

	strana č.
D.5.1. Podklady.....	3
D.5.2. Úvod.....	4
D.5.3. Cíl.....	4
D.5.4. Geomorfologický vývoj povodí řeky Moravy.....	5
D.5.5. Vývoj údolní nivy řeky Moravy před osídlením a v době osídlování.....	7
D.5.6. Změny moravní nivy v historické době.....	8
D.5.7. Vývoj názorů na koncepci úprav řeky Moravy.....	10
D.5.8. Základní charakteristika vodní soustavy řeky Moravy.....	11
D.5.9. Základní charakteristiky vzniku a vývoje povodní.....	15
D.5.10. Režim zimních a letních povodní.....	17
D.5.11. Postup regulačních prací na řekách Moravě a Bečvě.....	20
D.5.12. Odtokové poměry a jejich změny v důsledku úprav.....	23
D.5.13. Shrnutí.....	35
D.5.14. Nejistoty a rizika.....	36
D.5.15. Doporučení zásad protipovodňové ochrany.....	39

### D.5.1. Podklady:

- 1) Project der K.K. Österr. Regierung für die Regulierung der March in der Reichsgrenzstrecke gegen Ungarn, Alfred Ritter Weber von Ebenhof, Wien 1894
- 2) O regulaci řeky Moravy – zprávy Spolku českých inženýrů v markrabství Moravském v období 1909 – 1910, Ing. J. Horák, vydáno v Brně roku 1911
- 3) Morava – souborná studie hydrologická a vodohospodářská, Doc. Ing. Dr. A. Bratránek, v Brně, v prosinci 1939
- 4) Diplomová práce – Miloš Bukáček, v Brně 1999
- 5) Geomorfologický vývoj vodních toků na Moravě – zveřejněno ve sborníku Průplav Dunaj – Odra – Labe naše moře, autor Prof. Ph. Dr. Václav Dědina, vydáno v Přerově v roce 1948
- 6) Údolní niva v době hradištní – studie Archeologického ústavu ČSAV, ročník XI., sv. 2, autor E. Opravil, zveřejnila Akademia v roce 1983
- 7) Optimalizace hrázového protipovodňového systému v CHKO Litovelské Pomoraví – studie ateliéru Fontes, Historie úprav vodních toků, Ing. A. Kurfirst z roku 1997
- 8) Vývoj využití nivy řeky Moravy – H. Kilianová 2001
- 9) General protipovodňových opatření v povodí řeky Moravy – vypracoval Aquatis a Povodí Moravy v květnu 1998
- 11) Analýza povodňových událostí v ekologických souvislostech – zpracovatel Unie pro řeku Moravu v květnu 1998
- 12) Povodeň na řece Moravě v červenci 1997 – Český hydrometeorologický ústav, autor Ing. Ivo Dostál a kol. v roce 2002
- 13) Odtok srážkových vod z pramenných povodí Moravy a Bečvy v období 4.-9.7.1997 – autor Doc. Ing. Zdeněk Ambros, CSc., v roce 2000
- 14) Křižovatka vodotoku s průplavem Dunaj – Odra – Labe – Ing. Viktor Heisig, zveřejněno ve sborníku Průplav Dunaj – Odra – Labe v roce 1948
- 15) Technicko-provozní evidence vodních toků, státní podnik Povodí Moravy
- 16) Adaptivní sukcese v povodňovém korytě Bečvy – autor Doc. Jan Lacina, příspěvek zveřejněný ve sborníku Niva řeky Bečvy z roku 2000
- 17) Historické povodně na dolním Labi a Vltavě – autoři Kotyza, Cvrk a Pažourek z roku 1995
- 18) Kulminální průtoky ve vybraných vodoměrných stanicích v povodí horní Moravy a Bečvy – údaje Českého hydrometeorologického ústavu Ostrava z roku 1998
- 19) Kulminální průtoky historických povodní na střední Moravě a Dyji – údaje Českého hydrometeorologického ústavu Brno z roku 1998
- 20) Posouzení návrhů studie Mohelnické brázdy – vypracoval Ing. Gimnun z Povodí Moravy v roce 2004
- 21) Biogenní příčiny destrukcí vodohospodářských staveb – článek ve Vodním hospodářství 7/1982, autor Doc. Ivo Grulich, CSc., Ústav obratlovců ČSAV Brno
- 22) Poučení z historických povodní v Česku – článek zveřejněný v časopise Veronika 02/2003, autor Prof. Rudolf Brázdil, DrSc., Masarykova univerzita v Brně

## D.5.2. Úvod

Myšlenkou vypracování hlubší analýzy historických povodní jsem se začal zabývat po povodni na řece Moravě v roce 1997. Byla to povodeň, která byla svým rozsahem i katastrofálními důsledky nesrovnatelná s dřívějšími. Vymkla se i těm nejdůležitějším představám. S plnou zodpovědností dnes nelze vyloučit, že se v blízké budoucnosti nebudou vyskytovat obdobné povodně častěji a že mohou být ještě katastrofálnější. Z toho vyplynula nutnost přehodnotit dosavadní přístup k řešení protipovodňové ochrany. Nebyl to jen můj názor. Diskutoval jsem jej s kolegy, kteří se rovněž zabývali problematikou odtokových poměrů a dospěli jsme k závěru, že se pohybuje v mnohem větší míře nejistot, než jsme si dříve mysleli a že tyto nejistoty by se měly promítnout do návrhu koncepce protipovodňové ochrany. Proto jsem považoval za nezbytné, aby se vyjádřila míra nejistoty systému odtokové poměry a z této nejistoty odvodily příslušné závěry pro koncepci protipovodňové ochrany na řece Moravě.

Vliv jednotlivých návrhů protipovodňové ochrany řeky Moravy a Bečvy, zpracovaných po roce 1997, se vyhodnocoval pomocí matematického modelu, kterým se simulovala povodeň z roku 1997. Je zřejmé, že každá další povodeň bude mít jiný průběh, jiný charakter a z toho důvodu nelze výsledky matematického modelu zobecnit. Protipovodňová opatření by neměla zhoršovat odtokové poměry v údolních nivách. Proto je nezbytné hlouběji poznat jak se chová povodí při různých povodních a z jeho chování odvodit zásady protipovodňové ochrany.

Na základě studia starých dokumentací (1 - Weber 1884, 2 - J. Horáka 1910 a 3 - Bratránek 1939) jsem si původně myslel, že bude snadné upřesnit a definovat zákonitosti vzniku a vývoje povodní v nivách řek Moravy a Bečvy. Některé vztahy odvozené v těchto studiích z pozorovaných povodní se na základě doplněné řady hydrologických údajů ukázaly jako složitější a méně jednoznačné.

Protože jsem měl k dispozici jen malé finanční prostředky, potýkal jsem se s omezeným množstvím informací. Z těch, které jsem měl k dispozici, jsem se snažil vytěžit co nejvíc. Některé závěry této studie je možné považovat za velmi pravděpodobné, jiné je možné vzhledem k nedostatečným podkladům brát jako teze. Doufám však, že tato studie bude částečným příspěvkem k pochopení tak složitého jevu, jakým jsou odtokové poměry na řece Moravě.

Na základě požadavku Českého hydrometeorologického ústavu jsou v této studii zveřejněny pouze zproštědkované údaje. Větší část údajů je uspořádána do grafů nebo tabulek, na nichž je možné názorně dokumentovat jednotlivé vztahy.

## D.5.3. CI

Předmětem této části studie jsou odtokové poměry údolí řeky Moravy od soutoku s Dyjí po Olšany a řeky Bečvy od soutoku s Moravou po soutok Vsetínské a Rožnovské Bečvy.

Cílem studie je:

- **definovat podstatné skutečnosti ovlivňující vznik a vývoj povodní**
- **posoudit vliv vodohospodářských úprav na změnu odtokových poměrů**
- **definovat chování systému odtokové poměry**
- **formulovat základní principy protipovodňové ochrany**

#### D.5.4. Geomorfologický vývoj povodí řeky Moravy (podklad 4—Dědina 1948)

Tvárnost Moravy je z větší části určena geologickou povahou Českého masivu, mimo to pak některými morfologickými rysy. K těm hlavním patří dvě pásma tektonických průlehlů, z nichž starší je Boskoviická brázda, která má povahu příkopové propadliny a mladší (v mladších třetihorách) tvoří řada průlehlů (Podunají, Dyjskovsratecký úval, Dolnomoravský úval,

úval řeky Hané, Moravská brána). Tato řada průlehlů a sníženin táhnoucích se až do Podunají, oddělovala na Moravě Karpaty od Českého masivu a fungovala nannozé jako směrnice vodních toků. Ne však zcela, neboť zde působily i jiné určující faktory, mimo jiné směr postupu a ústupu třetihorního moře.

Směry vodních toků z doby prvohor a druhohor nejsou známy. Pokud jde o třetihory, lze teoreticky předpokládat a částečně exaktně doložit, že flyšové moře, jež omyvalo karpatský okraj Českého masivu na východní Moravě bylo cílem vod odtékajících z Českého masivu včetně jeho moravské části. Ještě v mladších třetihorách byl velelok, předchůdce Svitavy, hlavní řekou Moravy, která odváděla vody i z Polabí. Na „úsvitě“ třetihorní doby bylo flyšové moře mělké, na jeho dně se ukládaly hlavně písky a jíly připravené řekami, které pak tuhly v pískovce a břidlice, neboli flyše.

V období nejintenzivnějšího horotvorného tlaku (starší miocen) se souvrství mořských sedimentů sunulo na vnější stranu karpatského oblouku, na Moravě ve směru severozápadním. Tento tlak pak rozštěpil sudetskou kru, tj. oddělil od sebe Jeseníky a Drahanskou vysočinu jež mají stejné složení svých vrstev. Tím vznikla puklina přibližně v místě dnešního údolí horní Moravy. Tok této řeky (předchůdce horní Moravy) svou boční erozí puklinu rozšířil a pozdější moře tam svou abrazní (příbojovou) činností vytvořilo širokou zátoku. Moře tu zanechalo jílové uložení, které byly později překryty nánosy horní Moravy.

V době středního miocenu tedy došlo k rozsáhlé mořské zátopě, která v určitých fázích dostupuje výšku hladiny vody až ke kótě 515 m n.m. Moře zatopilo snížení mezi Karpatami a Jeseníky na jedné straně a Českomoravskou vrchovinu na druhé straně. Chřibý a Ždánský les, v době nejvyšší úrovně hladiny moře, byly ostrovy. Velkým ostrovem byla Drahanská vrchovina, neboť tehdejší moře zaplnilo na západě Boskoviickou brázdu, na jihu oblast dnešní řeky Hané a na východě olomoucké Pomoraví. Ze severu byl tento ostrov oddělen erozní rýhou Třebůvky. Moravská brázda byla v té době průlivem spojujícím moravské moře s polským mořem.

Moře při transgresi postupovalo, při regresi ustupovalo periodicky, takže jeho pobřežní abraze příbojem zanechala na Moravě stopy nejen ve svých uloženíích, ale také v podobě plošin, a to jak na úbočí Beskyd a Nízkého Jeseníku, tak i na svazích Českomoravské a Drahanské vrchoviny. Všude na úrovni vrstevnic 340, 380, 420, 460, 515 m n.m. je možné najít abrazní plošiny. V těchto úrovních setrvala hladina vody delší dobu a tak moře mělo více času na břehovou erozi okraje výšin a k zanášení dna.

Miocenní moře ustoupilo poměrně náhle, ale pak bylo v době mladšího miocenu vystřídáno novou záplavou, která se v důsledku dalších horotvorných procesů zemské kůry rozčlenila na řadu jezer. V jezerech zanechávaly řeky své splaveniny, které se ukládaly na dně jezer. Proud zbavený splavenin pak měl větší energii k zahlubování výtoků z jezer. Tím se jezera zahlubovala, zužovala a vyprazdňovala. Takto se chovaly i Moravské řeky, které tímto způsobem prodlužovaly svoje řečiště. Při tom docházelo k četným změnám v průběhu říčních proudů.

Moravská brána byla zavodňována mocným vodním tokem, který nad Holešovem, v relativní výšce cca 120 m nad dnešní úrovní řeky Moravy, zanechal své štěrky přinesené z Beskyd a Jeseníků. Bečva v té době tekla přibližně v trase dnešního údolí a do Moravy ústila v okolí Přerova. Morava, přijímajíc vody z Dřevnice a Olšavy, obcházela Chřiby a Ždánický les z druhé strany než dnes. Tekla proti směru dnešní říčky Hané, dále ve směru vyškovské Litavy do Dyjskovstrateckého úvalu, kde ústila do předchůdkyně dnešní Svitavy, která byla tehdejší nejvodnější moravskou řekou.

Předchůdkyně dolní Moravy zpětnou erozí později vyhloubila karpatochřibský průlom u Napajedel (Chřiby byly dříve propojeny s Vizovickými vrchy). Řeka měla v důsledku tohoto protřžení větší spád a posunovala svoje pečeje zpětným směrem proti proudu. Tím se prohlubovalo řečiště i celé údolí, jejíž úroveň se dostala pod úroveň sousedních řek. Morava tak postupně stahovala vodstvo okolních říčních soustav (pirátství vodního toku). Takovým pirátstvím, asi z konce třetihor, se ochudila vodnost řek na západní Moravě a protřžením valu u Napajedel se řeka Morava dostala přibližně do dnešní trasy a stala se hlavní řekou Moravy.

Vývoj Moravské Sázavy se pravděpodobně oživil v důsledku zpětné eroze hornomoravského údolí, které vyvolalo novou erozi této řeky natolik, že tok se zařezával do hostýnského masivu až do okolí Lanškrouna, kde asi byly pirátsky podchyceny přítoky Svitavy.

Do oblasti východní Moravy pronikla svou zpětnou erozí Vlára, dnešní přítok Váhu. Její eroze byla podporována tektonicky, vznikem trhliny přetínající Bílé Karpaty. Pirátstvím Vlára byla ochuzena Olšava o svůj bývalý horní tok z okolí Valašských Klobouk.

K podstatným změnám ve směru vodních toků došlo také v Moravské bráně, v Poběčví a Poodří. Voda v Moravské bráně tekla dříve ve směru od Ostravy k Přerovu. Až do doby ledové napájela jezera dolní Moravy a horního Podunají a zanášela jejich údolní nivu štěrkem. Pro geomorfologický vývoj Moravské brány této doby byla rozhodující existence ledovce, jehož proudění od severozápadu dnešním Poodřím a Povislím naráželo na Beskydy, při čemž ledový jazyk (v severovýchodním Německu mocný 1000 m) ztenčený na 400 m vnikal od Moravské brány až do středního Poběčví, kde odcházel. Jeho vody vnikaly do dutin Hranického krasu. Dno údolí Bečvy bylo v úrovní terasy, oproti dnešku asi o 50 m vyšší. Mocná vyorávací činnost severského ledovce se z doby jeho největšího rozsahu posunula až k Moravské bráně a při tom podstatně snížila dnešní rozvodnici Dunaje a Odry. Východní část Moravské brány se odvodňovala již stejnoměrnými předchůdkyněmi Rusavou a Moštěnkou, které sbíraly vody ze západní části Beskyd, vrcholících Javorníky. K obrácení směru horní Odry došlo při dočasných ústupcích a nakonec při konečném ústupu ledovce, který hloubil a rozšířil oblast povodí Odry v mladší době ledové.

Také v jiných oblastech Moravy je možné najít říční terasy, které svědčí o obnovených fázích zahlubování údolí a následně k jejich rozšiřování. Toto zahlubování však nebylo jako u povodí Odry vyvoláno ústupem ledovce, ale vyprazdňováním jezer a erozí jezerních sedimentů, což bylo popsáno výše.

Hranický průlom se vytvořil prolomením jeskyní a dutin promývaných Bečvou. Jejich stropy se postupně zřítily a původně podzemní cesta ponorné řeky se změnila v otevřeně údolí. Od té doby tekla Bečva dnešním údolím.

Dobou ledovou se geomorfologický vývoj území neukončil. V hrubých rysech však měla tehdejší údolí řek dnešní podobu.

### D.5.5. Vývoj údolní nivy řeky Moravy před osídlením a v době osídlování

Kolišání klimatu v posledním tisíciletí je charakterizováno (podklad I<sup>8</sup> – Kotyza):

- středověkým teplým obdobím (1150 – 1300), posunutím atlantické cyklony severním směrem
- přechodným nestálým obdobím
- malou dobou ledovou (1550 – 1850), kdy snížení teploty nepřekročilo 5 stupňů
- následným oteplováním.

Z podkladu 4 – Bukáček 1999 vyplývá, že na základě studia historických povodní od roku 1500, byla povodňová aktivita nadprůměrná ve druhé polovině 16. století, koncem 17. století, v první polovině 18. století a zejména pak v první polovině 19. století. Velmi málo povodní se vyskytlo ve druhé polovině 20. století.

Údolní niva měla před osídlením (další text podklad 6 – Opravil 1983) velmi členitý povrch (erozní rýhy, zbytky starších terasových stupňů, pískové přesypy apod.). Tvořily ji převážně fluvialní šterkopisky, zarůstající třídou vegetací. V rýhách a depresích vznikala bažinná společenstva slatinných výplní. Lesními dřevinami byly zarostlé zahliněné terasy, případně agradační valy, pokryté většinou sprásemí. Ostatní šterkové náplavy byl bez zapojené lesní vegetace.

Tento stav zůstal až do doby, kdy se v území objevil neolitický zemědělec, který pronikl jen řídce zarostlou údolní nivou do střední Evropy. Počátkem zemědělské výroby došlo k prvním splachům z přilehlé pahorkatiny a z nižších terasových stupňů. Lidé se usidlovaly nejen na okrajích teras v blízkosti vodních toků, ale pronikali i na povrch fluvialních šterkopiskových uloženin v nivě. Při okrajích nivy se začaly ukládat splachy, související s počátkem eroze odlesněných půd. V některých částech nivy došlo k uložení prvních povodňových hlín. Jejich rozsah byl však nannoze lokálně omezený a nepostihoval nivu v celé její šíři.

Pokračující osídlování údolní nivy prokazují nálezy z neolitu a doby bronzové. Před začátkem našeho letopočtu došlo k rozsáhlejší sedimentaci písků a hlín patrně v nejnižších partiích údolní nivy, kdy se na povrchu údolní nivy začala vytvářet půda a kulturní vrstva doby římské. Lokálně pokračovala sedimentace povodňových hlín vně agradačního valu. Zvýšení srážek podnítilo zvětšení eroze a první výraznější zarovnání údolní nivy ve starých sídelních oblastech. V zalesněných územích, jako např. v prostoru Moravské brány a Podbeskydské pahorkatiny, stále zarostlých souvislým lesním krytem, zůstala niva beze změn.

První slovanské kmemy, přicházející na Moravu, zastihly ještě vertikálně poměrně výrazně členěný povrch údolní nivy. Zbytky terasových stupňů a písčité přesypy dosud výrazně vystupovaly nad okolní povrch údolní nivy a lákaly k budování opevněných hradišť s rozsáhlými podhradími. Ještě v hradištní době (600 až 1200 našeho letopočtu) povrch údolní nivy netrpěl katastrofálními záplavami. Osídlení údolní nivy dokazuje, že vodní stavy řeky Moravy nebyly rozkolsané, niva netrpěla záplavami a dlouhodobým podmačením. Ty se začaly projevovat teprve na jejím konci.

K neintenzivnější sedimentaci povodňových hlín, které pokryly a srovnaly téměř celou údolní nivu došlo ve 12. a 13. století, v období kolonizace, v souvislosti s rozsáhlým kácením lesů v horských a podhorských oblastech Jeseníků a Beskyd. Tím také došlo k pohřbení většiny velkomoravských i starších sídlišť povodňovými hlínami. Mimo dosah této akumulace zůstaly jen partie na terasách. Povodně začaly postihovat údolní nivu téměř v celé její šíři. Místy vyvinutá svrchní pohřbená půda odpovídá kratšímu období klidu asi od poloviny 13. století do poloviny 14. století.

V důsledku častých povodní a zvýšené hlinité sedimentace se radikálně změnila hydrogeologie celé údolní nivy. Na podmačených a často zaplavovaných půdách zanikl původní tvrdý luh, který byl nahrazen měkkým luhem. Tvrdý luh se vyvíjel pouze na vyyvýšeninách a při okrajích údolní nivy. K regeneraci tvrdého luhu, již jen na hlinitých uloženinách, dochází od konce 19. století následkem regulace vodních toků a tím snížení výskytu záplav.

### D.5.6. Změny moravní nivy v historické době

I když byla údolí řek Moravy a Bečvy, v historické době, do konce 19. století, zaplavovaná každoročně, její území se v této době hojně využívá zemědělsky. Řeky zde prodělávají neustálé změny, koryta mění svůj tvar v důsledku působení vody a pohybují se v celé šířce údolní nivy. Větvení řeky Moravy probíhá téměř v celé délce od soutoku s Dyjí až po Olšany. Největší množství ramen má řeka nad soutokem s Dyjí a nad Olomoucí v Litovelském Pomoraví. Trasy řek jsou zakřivené. Typické meandrování toku (na sebe navazující dlouhé táhlé oblouky, jejichž středový úhel je větší jak 180 stupňů) je na řece Moravě patrné v úseku pod Napájeďly.

Původně si lidé v zarovnané nivě stavěli sídla jen výjimečně. K většímu zastavování nivy došlo až ve dvacátém století, nejvíce pak v jeho druhé polovině, po regulaci řeky Moravy. Podle Kiliánové (podklad 8) se zvyšovala rozloha intravilánů v údolní nivě řeky Moravy v úseku pramen – soutok s Dyjí následovně: v roce 1836 byla plocha sídel - 6 km<sup>2</sup>, 1877 – 19 km<sup>2</sup>, 1953 – 38 km<sup>2</sup>, 1999 – 66 km<sup>2</sup>.

Lužní lesy řeky Moravy, které se táhly až k soutoku s Desnou (podklad 7 – Kurfirst 1997) byly postupně mýceny a měnily se v role (olomoucký biskup v roce 1532 vyznačil místa ke klučení). Od začátku 19. století (od této doby jsou k dispozici mapy) se plochy lesů zmenšily jen málo, z 27% na 26% plochy celé nivy. V tomto období došlo k výrazné změně ve využívání zemědělské půdy. Plochy poli se zvětšily z 22% na 52%, na úkor luk a pastvin jejichž podíl klesl ze 48% na 8%. Výrazně se zvýšila plocha sídel ze 3% na 10% (podklad 8 – Kiliánová 2001).

Řeka Morava byla již od pravěkých dob, za příznivého vodního stavu, splavnou od ústí Bečvy pro malé čluny, pramice a zejména pro plě (vory). Byla používána jako obchodní cesta z Olomouce do Vídně a Pešti. Plavba po řece byla postupem doby obtížnější, neboť ji začaly překážet četné jezy, které vzdouvaly vodu do náhonů (k přivádění vody náhony na mlýny a pily byla často využívána ramena řek). Proto bylo mlynářům v roce 1542 nařízeno, aby zajistili plavbu pletí přes jezy (2) - Horák 1911). Jezy navíc snižovaly kapacitu koryt a způsobovaly časté vyběžování vody a četné zaplavování okolních zemědělských pozemků. Např. jez v Kroměříži, vysoký 4 m, způsoboval každoroční širokou záplavu, která se táhla až k ústí Bečvy.

Ing. Horák (2) píše, že na řece Moravě od Rohatce až po ústí Desné stálo 25 jezů a uvádí průtočnost některých jezů: v Litovli – 68 m<sup>3</sup>/s, v Olomouci – 193 m<sup>3</sup>/s, u Kroměříže – 223 m<sup>3</sup>/s,



u Kvasic – 146 m<sup>3</sup>/s, u Napajedel – 280 m<sup>3</sup>/s, v Uherském Ostrohu – 122 m<sup>3</sup>/s, ve Veselí nad Moravou - 231 m<sup>3</sup>/s, u Znorov - 250 m<sup>3</sup>/s, u Rohatce - 22 m<sup>3</sup>/s, u Hodonína – 197 m<sup>3</sup>/s.

V důsledku malé kapacity jeví i koryta řeky Moravy, nekapacitních silničních a železničních mostů se voda do údolní nivy rozlévala již při menších povodních kde se povodňová vlna výrazně zplošťovala. Např. (podklad 2 – Ing. Horák 1911) při povodni v červnu 1883 se postupně po toku snižovaly průtoky za nejvyššího vodního stavu ze 360 m<sup>3</sup>/s v Kroměříži na 155 m<sup>3</sup>/s v Hodoníně. Velké vody v moravní nivě vytvářely souvislou záplavu místy širokou až 6 km, z níž vycínávaly jen obce.

V období rozkvětu českého a moravského rybníkářství, tj. od poloviny 15. století, se v moravní nivě postavila rybníční soustava, která se využívala až do konce 18. století. Ne všechny hráze zrušených rybníků se odtěžily. Některé dones slouží jako inundační hráze nebo jako tělesa silnic, jiné se změnily v terénní vlny na polích.

Od středověku se v údolí řeky Moravy stavěly od řeky odsazené inundační hráze, pro ochranu zemědělské půdy tzv. „selské“ hráze, pro ochranu intravilánů „obecní“ hráze. Hráze byly stavěny do úrovně poslední známé povodně. Do jejich násypů se běžně používal nevhodný místní materiál a tak často docházelo k jejich přelití a k protřžení. Při rekonstrukci hrázového systému ve 20. a 30. letech 20. století, trasy nových hrází sledovaly trasy někdejších „selských“ hrází (podklad 7 – Kurfirst 1997).

Časté povodně působily velké škody na zemědělské půdě, především na polích a v obcích. Regulační práce na řece Moravě se začaly v roce 1818 prokopáním několika meandrů a narovnáním řeky. Po velké povodni v roce 1875 zesílil tlak obcí, měst, okresů, panství, spolků a společností na vládu, kvůli zajištění protipovodňové ochrany. První stavba systematické úpravy řeky Moravy, se však zahájila v Napajedlich až v roce 1907 (podklad 2 – Horák 1911). Regulace řeky Moravy pokračovala téměř po celé 20. století. V přírodě blízkém stavu zůstaly pouze dva úseky: jeden je v Litovelském Pomoraví, který je ukázkou dřívějšího bohatého větvení horní Moravy a druhý úsek je mezi Strážnicí a Rohatcem, kde se zachovalo meandrující koryto, typické pro charakter střední Moravy.

Z porovnání trasy koryta řeky Moravy, na starých mapách v úseku od pramene po ústí Dyje, jsou patrné změny její délky (dle podkladu 8 – Kiliánová 2001):

	<b>před r.1836</b>	<b>1836</b>	<b>1877</b>	<b>1953</b>	<b>1999</b>
Celková délka toku	345,46	334,86	329,52	285,36	268,02 km
Zkrácení délky toku o		10,60	5,34	44,16	17,34 km
<b>Zkrácení celkem o</b>		<b>77,44 km, tj. o 22%</b>			

V důsledku nevhodného hospodářeni na ploše povodí dochází k velkým splachům, především obdělávané půdy. Odvodňování pozemků, které vrcholilo ve třicátých a zejména sedmdesátých letech 20. století zasáhlo především vrcholové části povodí, které jsou rozhodující pro vznik povodní. Situaci zhoršilo pěstování erozně náchylných plodin. Plaveninami se zanáší bermy a na březích kynety koryta řeky Moravy se vytváří balv z nánosů a uhybnulých travin. Správci vodních toků tyto nánosy, kvůli zajištění kapacity koryta, cyklicky odtěžují a likvidují náletové dřeviny. Po velkých povodních zasypávají a opevňují náttže břehů a opravují protřžené inundační hráze.

### D.5.7. Vývoj názorů na koncepci úprav řeky Moravy

Nejstarší pokusy o zlepšení odtokových poměrů na řece Moravě souvisí s úsilím o zlepšení podmínek pro plavbu (podklad 2 – Horák 1911). V průběhu doby vrchnost nechala postavit na řece četné jezy, čímž se plavba stávala stále obtížnější. Usnesením sněmu z roku 1542 bylo mlynářům nařízeno, aby se jezy uvolnily pro plavbu. V roce 1653 se moravští stavové usnesly na splavnění řeky Moravy a na jejím spojení s řekou Odrou. V 18. století se začalo uvažovat navíc i s propojením Labe přes Mohelnici a Lanškroun. I když se myšlenka plavebního spojení s Odrou několikrát oživovala, neuskutečnila se pro nedostatek finančních prostředků a kvůli neochotě zainteresovaných subjektů.

Pozdější projekty sledovaly kromě účelu splavnění i protipovodňovou ochranu. Z nařízení dvorské kanceláře, z roku 1831, jímž se již sledovala ochrana pozemků, bylo uloženo prokopání nejhorských meandrů. Nařízení se opět nerealizovalo, stejně tak i celá řada dalších pokusů o úpravu odtokových poměrů. Až velké povodňové škody na řece Moravě vyvolaly novou aktivitu obcí, měst, panství, okresů, spolků a společenství, na základě níž poslanci při zasedání sněmu v roce 1875 interpelovali vládu. Kladii především důraz na zájmy moravského zemědělství.

Podle následného projektu, předloženého v roce 1877 příčinou tak velkých záplav byla devastace lesů v horských a podhorských oblastech, eroze půdy, zanášení vodních toků a nedostatečná kapacita jezů. Jeho autoři navrhovali zalesnění holých strání, zachycení vody v retenčních nádržích a především systematickou regulaci řeky a rekonstrukci jezů. Projekt se projednával 25 let a několikrát se přepracovával. K původní variantě systematické úpravy řeky Moravy (v úseku dolní a střední Moravy od ústí do Dunaje po Rohatec se navrhovaly odsazené hráze) se připojila druhá varianta uvažující narovnání řeky pouze v nejnútnější míře a budování odsazených inundačních hrází ve vzdálenosti 100 až 200m od břehové hrany koryta.

Výběr výsledné varianty z obou variant byl ovlivněn vydáním vodocestného zákona v roce 1903. Od koncepcí dílčích úprav řeky Moravy a odsazených hrází se upustilo. Realizovat se měla varianta systematické úpravy řeky v parametrech umožňujících plavbu. Taktó se ukončila zdlouhavá diskuse trvající řadu let a otevřela se cesta technickému přístupu, který pak ovlivňoval myšlení vodohospodářů po celé 20. století.

Zásady vodohospodářského řešení řeky Moravy zformulované před I. světovou válkou byly v podstatě československými úřady převzaty s menšími změnami a byly ctěny i posledními vodohospodářskými generacemi. Princip systematické úpravy řeky přežíval celé 20. století. V duchu projektu Webera (podklad 1) – Weber 1894) se realizovala regulace střední a horní Moravy po Moravičany. Až na malé odchylky se držela trasa průkopů meandrů. Neuskutečnily se průkopy meandrů v úseku mezi Rohatcem a Strážnicí. Oproti projektu Webera, který předpokládal v úseku soutok s Dyjí – Rohatec budování odsazených hrází ve vzdálenosti 180 až 230 m od břehové hrany, se v tomto úseku uskutečnila regulace s přisunutými hrázemi.

Povodňové události z roku 1997 vyvolaly znovu, po téměř sto letech, diskusi o koncepci protipovodňové ochrany. Bylo zřejmé, že stará koncepce ochrany zemědělské půdy se musí změnit na diferencovanou ochranu sídel stojících v údolní nivě. Nesporným, všemi přijatým principem, byla potřeba zvýšit retenční potenciál povodí jeho revitalizací. V diskusích o opatřeních na ochranu před účinky povodní však došlo ke střetu dvou zásadně odlišných přístupů.

Technicky smýšlející vodohospodáři prosazovali, aby se povodňové vlny na řekách Moravě a Bečvě zachytávaly ve velkých retenčních nádržích Hanušovice, Zábřeh, Mohelnice, Teplice a v dalších menších poldrech (podklad 9) – Generel 1998) a aby se k převádění části povodňových průtoků využil uvažovaný průplav Dunaj – Odra – Labe.

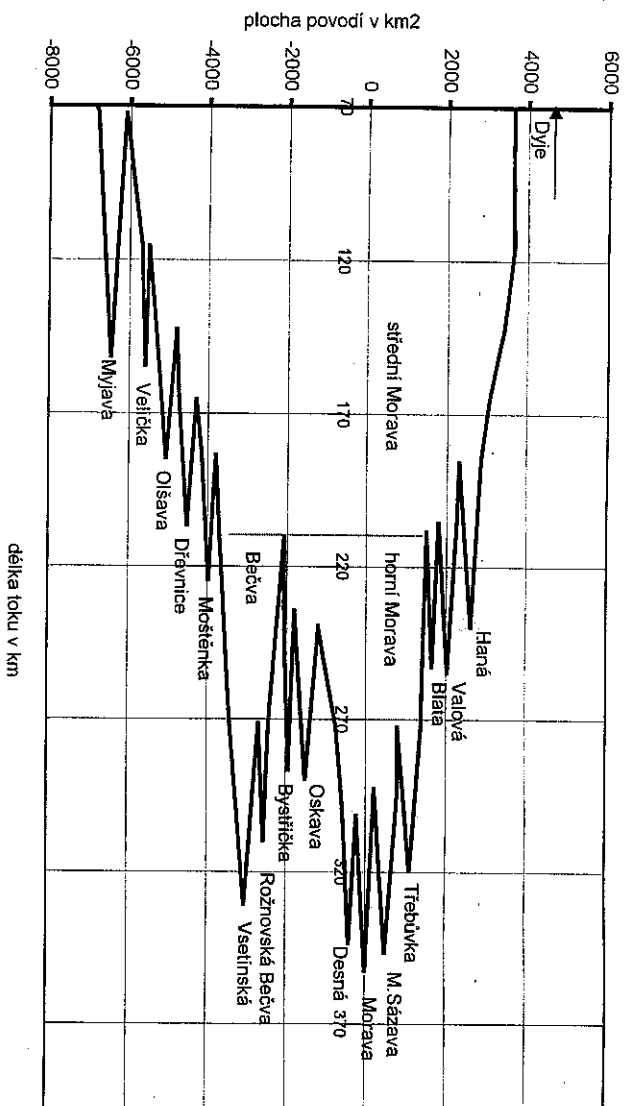
Ekologové namítali, že se do této koncepce stále promítá již nevhodné staré vodohospodářské paradigma (soubor metodologických koncepcí určujících způsob hospodaření s vodou v krajině), které je možné charakterizovat přibližně takto (podklad 10 – Analýza 1998): „z říční sítě se technickými úpravami stane Vodohospodářská soustava, voda bude akumulována v nádržích a její neškodný odtok bude zajištěn retenčními nádržemi a kapacitně přízřebnými koryty řek tak, aby byl, pokud je to možné, omezen rozliv v říční nivě“.

I když se na realizaci technických úprav odtokových poměrů vynaložily nemalé finanční prostředky, při povodni v roce 1997 pro povodňovou vodu nebyla překážkou žádná inundační hráz, žádná regulace řeky. Technokratická odpověď, na otázku co dělat, aby se podobná situace neopakovala, byla jednoduchá: “v příštupu, uplatňovaném ve 20. století, je nutné pokračovat. Povodňové škody v roce 1997 vznikly jednak proto, že nebylo zcela realizováno všechno co se naplánovalo, jednak proto, že vodohospodářská soustava řeky Moravy nebyla na tak velkou vodu dimenzována. Proto je třeba vložit další finanční prostředky na opravu poškozených objektů a koryt vodních toků, na opravu poškozených hrází, na jejich zvyšování, na stavění retenčních nádrží a poldrů. Jestli se v budoucnosti vyskytne ještě extrémnější povodeň, na kterou nebude přebudovaný systém protipovodňové ochrany dimenzován, bude nutné jej znovu přestavět“. Z toho důvodu ekologové tuto koncepci odmítali nejen z ekologických, ale i z ekonomických důvodů.

Druhý přístup se od dosavadního vodohospodářského paradigmatu zásadně liší: „Systém protipovodňové ochrany by měl být co nejjednodušší, aby se mohl snadno a levně adaptovat i na katastrofálnější povodně. Technické prostředky by se měly použít pouze k individuální ochraně obcí. Koryta vodních toků by se neměla stále dokola opravovat, ale měla by se uvolnit pro přirozené říční procesy. Navrhuje, aby se zlepšování odtokových poměrů řešilo ozdravováním krajiny jak v povodí, tak v říčních nivách. Na ploše povodí zvyšováním akumulací a retenční schopnosti území pomocí komplexních úprav pozemků. V říčních nivách zvyšováním jejich retenčního potenciálu zalesňováním údolí. Povodňové škody na zemědělské produkci v říční nivě by se měly eliminovat změnou zemědělského hospodaření“.

## **D.5.8. Základní charakteristika vodní soustavy řeky Moravy**

Vodní soustava řeky Moravy má dvě hlavní složky: střední Moravu a Dyji. Povodí střední Moravy má ve své horní části tvar vějířový (horní Morava a Bečva), ve své dolní části tvar podélný. Rovněž horní Morava má v horní části tvar vějířový, v dolní podélný. I Bečva má na soutoku Rožnovské a Vsetínské Bečvy tvar vějířový, který se po toku mění ve tvar podélný.



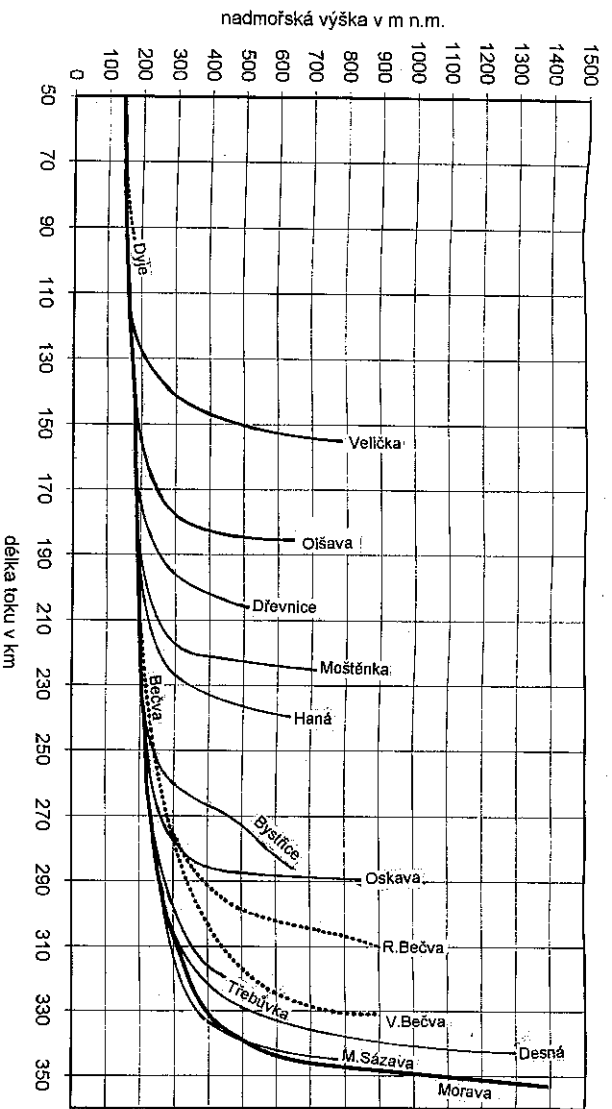
**Obř. 1 Vztah mezi velikostí povodí a délkou vodního toku**  
*Plochy povodí byly převzaty z Hydrologických poměrů ČSSR z roku 1970, délky vodních toků z vodohospodářské mapy 1: 50 000*

Významnější historické povodně se na střední Moravě vytvářely v horských a podhorských oblastech v nadmořských výškách 800 až 1490 m n. m. Území povodí střední Moravy leží rovným dílem ve dvou geomorfologických soustavách Českém masivu (horní Morava s přítoky a pravostranné přítoky střední Moravy) a Karpat (Bečva se svými přítoky a levoběžnými přítoky střední Moravy).

Řeka Morava a její přítoky Krupá, Branná a Desná jsou v pramenné oblasti charakteristické svým povodňovým režimem, tj. poměrně velkou rozkolísaností. Na těchto vlastnostech se do značné míry podílí geologické složení území, které je tvořeno vrstevami krystalinika s převážujícími krystalickými břidlicemi (rula, svor, fylitické horniny) a částečně i vyvřelinami. Zvětralinou tvoří pokryvné útvary zpravidla na mnohem rozsáhlejší povrchu než horniny matečné. I když je propustnost matečné horniny krystalických břidlic a vyvřelin menší jak u hornin flyšového pásma, jejich zvětralinou a půdy z nich tvořené jsou naopak propustnější.

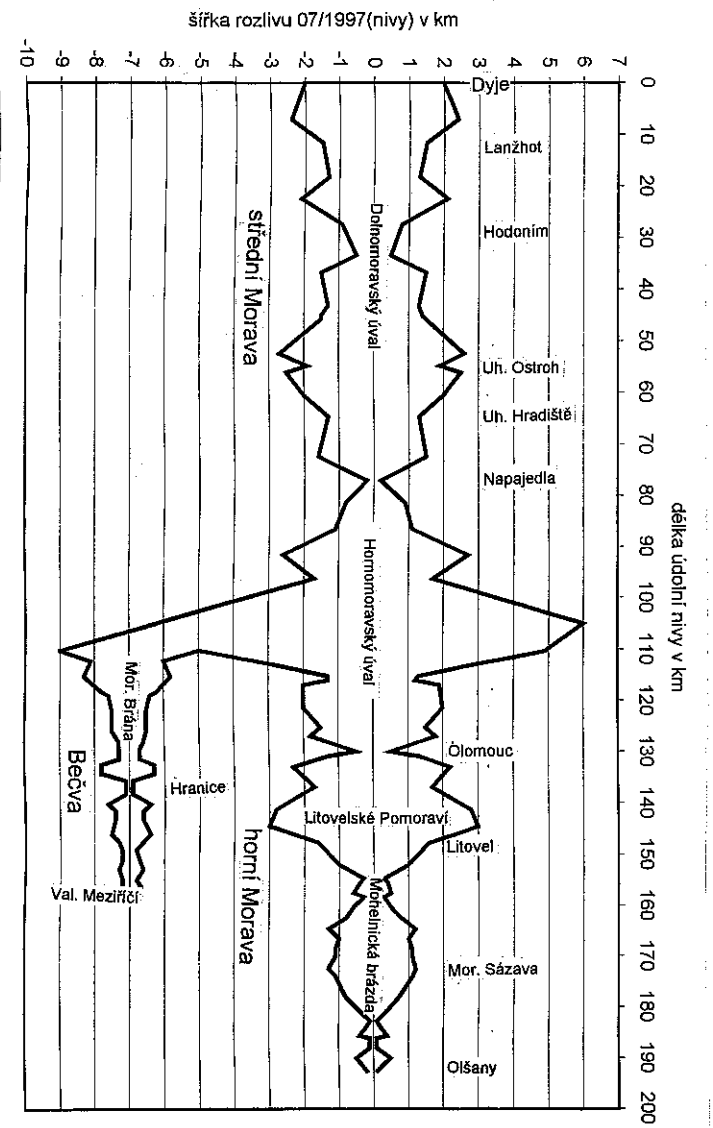
Řeka Bečva, její dvě složky Rožnovská a Vsetínská Bečva, i její přítoky prameni na vnější straně Západních Karpat. Převážná část povodí řeky Bečvy je složena ze sedimentů karpatského flyše (jíly, jílovité břidlice a pískovce). Horniny flyše zvětrávají na velmi malá zrna, vytváří velmi málo propustnou půdu a tím se povodí Bečvy a dalších vodních toků flyšového pásma vyznačují velmi malou vsakovací schopností a rychlým nástupem povodňové vlny s vysokým vrcholem.

Pro horskou a podhorskou oblast Jeseníků i Západních Karpat jsou charakteristické strmé svahy 20 až 30 stupňů a poměrně velké sklony úzkých údolí. Značnou členitostí a sklonitostí terénu (sklony svahů 20 až 25 stupňů) a velkým skonem údolí se vyznačují i přítoky řeky Moravy stékající svahy Hornomoravského a Dolnomoravského úvalu. Schematický podélný profil, na obrázku č. 2, poměrně výstižně charakterizuje, v hrubých obrysech, morfologii území, která je jedním z rozhodujících faktorů ovlivňujících postupové doby a střetávání povodní.



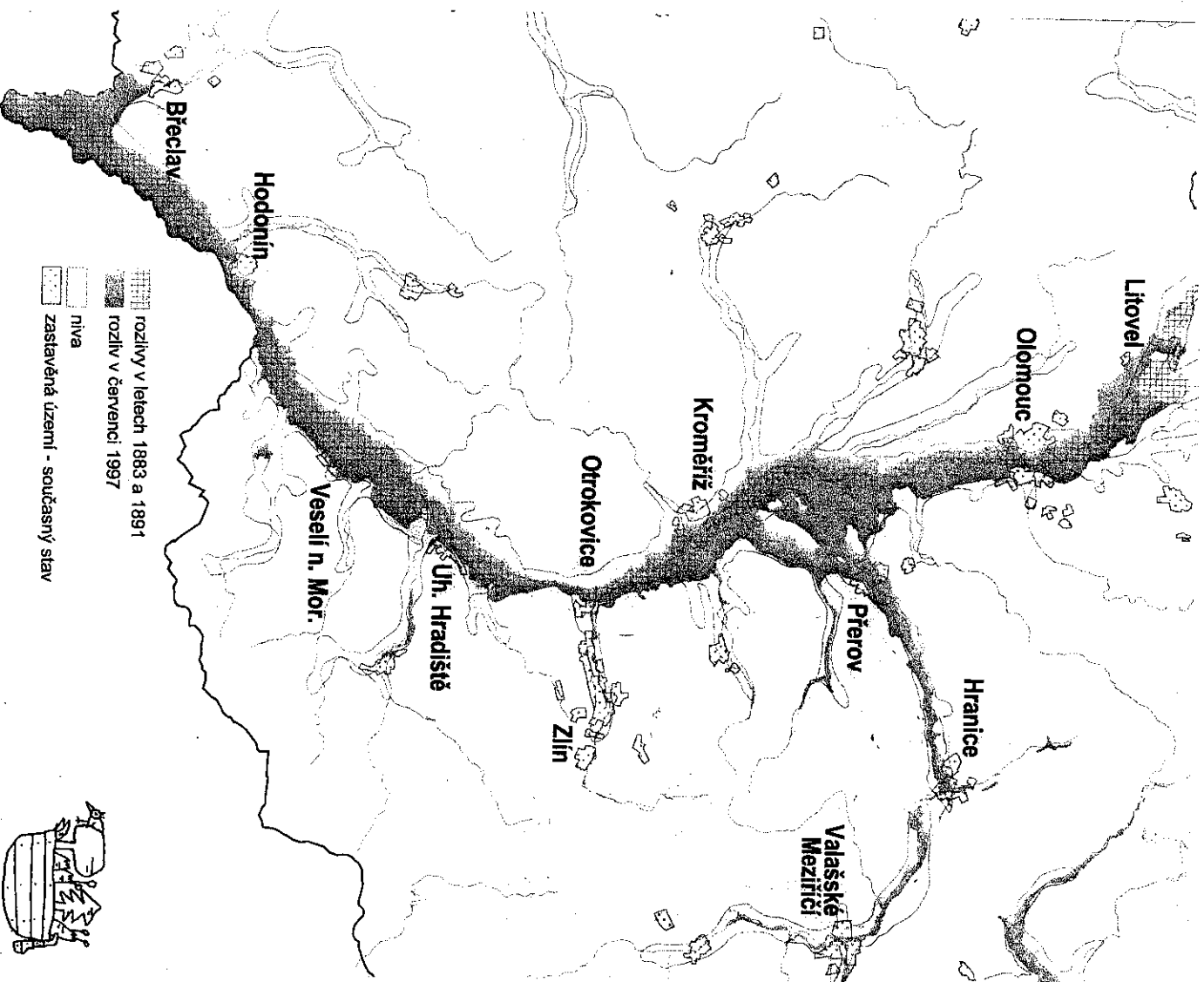
**Obr. 2 Schematický podélný profil řeky Moravy a jejích přítoků**  
*Podélný profil byl vyneseny z vodohospodářské mapy v měřítku 1:50 000*

V horských oblastech řek Moravy a Bečvy nejsou větší náhorní plošiny, či širší údolní nívy, kde by se mohla povodňová vlna transformovat vlivem retenčních prostorů. Až pod Olšanami, v Mohelnické brázdě, se údolí řeky Moravy rozšiřuje. Při povodni v roce 1997 byla šířka rozlivu pod Olšanami 2 km, v Litovelském Pomoraví až 6 km a pod Olomoucí se voda rozlila v šířce 4 km. Údolí řeky Bečvy je výrazně užší jak údolí horní Moravy. Jeho šířka se pohybuje od 0,5 km u Valašského Meziříčí po 2,5 km u Přerova. Největší šířku má údolní níva na soutoku Moravy a Bečvy, kde se v roce 1997 voda rozlila v šířce 12 km.



**Obr. 3 Schéma šířky rozlivu při povodni 07/1997**  
*Schéma rozlivu bylo vyneseno ze zákresu záplavové čáry povodně 1997 v mapě 1:50 000, která byla přílohou podkladu 9 – General 1998*

Záplavová čára z roku 1997 se pod Kroměříží shoduje se zákresem záplavového území historických povodní z roku 1883 a 1891 (podklad 1 – Weber 1894). I když byly kulminační průtoky starších povodní mnohem nižší, např. v červnu 1883 v Olomouci 206 m<sup>3</sup>/s, v Kroměříži 308 m<sup>3</sup>/s, v Uherském Hradišti 280 m<sup>3</sup>/s, v Hodoníně 155 m<sup>3</sup>/s (podklad 2 – Horák 1911) oproti povodni v roce 1997 kdy teklo maximum v Olomouci 760 m<sup>3</sup>/s, v Kroměříži 1 034 m<sup>3</sup>/s, ve Svytláněvy 920 m<sup>3</sup>/s, v Kopčanech 671 m<sup>3</sup>/s (podklad 11 – Dostál 2002), byla záplava pod Kroměříží obdobná. Koryto řeky Moravy mělo však před regulacemi řeky výrazně nižší kapacitu. Voda se tehdy z koryta rozlévala v důsledku velmi malé kapacity koryta a jezů již při nástupu povodňové vlny, pravidelně každý rok, někdy 2x až 3x do roka (podklad 2 – Horák 1911). Záplava shora uvedených povodní se zhruba kryje s hranicí údolní nivy (viz obr. 4).



**Obr. 4** Srovnání maximálního rozlivu povodní z roku 1883, 1891 a 1997 (podklad 10 – Unie 1998)

## **D.5.9. Základní charakteristiky vzniku a vývoje povodní**

### **Vliv různých srážkových situací**

Povodně na řece Moravě vznikají a vyvíjejí se složitým srážko-odtokovým procesem, který je při každé povodni jiný. Budu její dokumentovat na několika charakteristických povodních.

Zatím co povodeň z dubna 1900 (podklad 3 – Bratránek 1939) byla zaviněna opožděnými sněhovými srážkami z konce března a dešťovými srážkami začátkem dubna, tak povodeň z května 1911 byla způsobena katastrofálními srážkami, které zasáhly více povodí Moravy než povodí Bečvy.

Povodeň z června 1926 (podklad 3 – Bratránek 1939) vznikla ze dvou srážkových vln, z nichž první zasáhla intenzivněji oblast Beskyd a Jeseníků, druhá perioda postihla s větší intenzitou povodí Dyje a povodí pravostranných přítoků řeky Moravy. Povodí horní Moravy a Bečvy vykazovala srážky ponekud menší. Prvá perioda způsobila větší rozvodnění pouze na Bečvě, horní a střední Morava nebyly vážněji postiženy. Postáčila však k tomu, aby se nasýtla půda a zaplavily některé inundační plochy. Když se dostavila druhá srážková vlna, bezprostředně došlo k náhlému stoupnutí vody na střední Moravě.

Ponekud jiný průběh měl vznik povodně v červenci 1997, kdy přišlo několik dnů na celém území Moravy, území již nasyceném vodou z předchozích dešťů. Největší intenzitu měly srážky v Jeseníkách a Beskydech neboť se zde projevil jak návětrný efekt pohoří, tak i návětrná orientace jednotlivých horských údolí, která srážku ještě více zesílila, na rozdíl od závětrných částí údolí, která nebyla výrazně postižena (podklad 11 – Dostál 2002). Srážka na území Moravy proběhla ve dvou vlnách, z nichž první měla katastrofální, zcela mimořádné důsledky a druhá již byla výrazně menší.

### **Vliv retenčního potenciálu plochy povodí**

Pro vznik povodní v povodí Moravy a Bečvy je rozhodující již denní úhrn srážek 40 – 50 mm způsobující zvýšení průtoků v řekách. S každými dalšími 50 mm, které spadnou během téhož nebo následujícího dne se hrozba povodně zvyšuje. Denní srážkový úhrn 100 mm již představuje povodňové ohrožení, při jeho dalším zvyšování, třeba i následujícího dne, se pak výrazně snižuje retenční schopnost krajiny (podklad 9 – General 1998).

Podle Doc. Ambrose (podklad 12 – Ambros 2000) lesní půdy v pramenných oblastech Moravy a Bečvy jsou schopné zadržet srážky pouze do výše jejich hodnoty potenciálního vsaku, který většinou kolísá od 20 mm do 100 mm, v závislosti na propustnosti půdy a hydrologické kvalitě povrchu půdy. Průměrný potenciální vsak srážkové vody plochy povodí je o něco vyšší v Jeseníkách jak v Beskydech.

## Vliv vodní soustavy na vývoj povodní

Vznik a vývoj povodní je v převážné míře determinován geomorfologií povodí řeky Moravy a dalšími faktory, které jsem se snažil vystihnout pomocí schémat na obr. 1. až 3. a popisem v kapitole D.5.8. a D.5.9. Chování systému odtokové poměry na řece Moravě je možné velmi přibližně charakterizovat povodňovým režimem, např. pomocí poměrné hodnoty K100 nebo průběhem povodňového specifického průtoku.

Poměrná hodnota  $K100 = Q100/Qa$ , tj. podíl stoletého průtoku a průměrného dlouhodobého průtoku v daném profilu. Niže uvedená tabulka 1 byla sestavena z podkladů 9 – Generel 1998, který přebíral vstupní údaje z atlasu Hydrologické poměry ČSSR z roku 1970.

Tab. 1 Součinitel K100

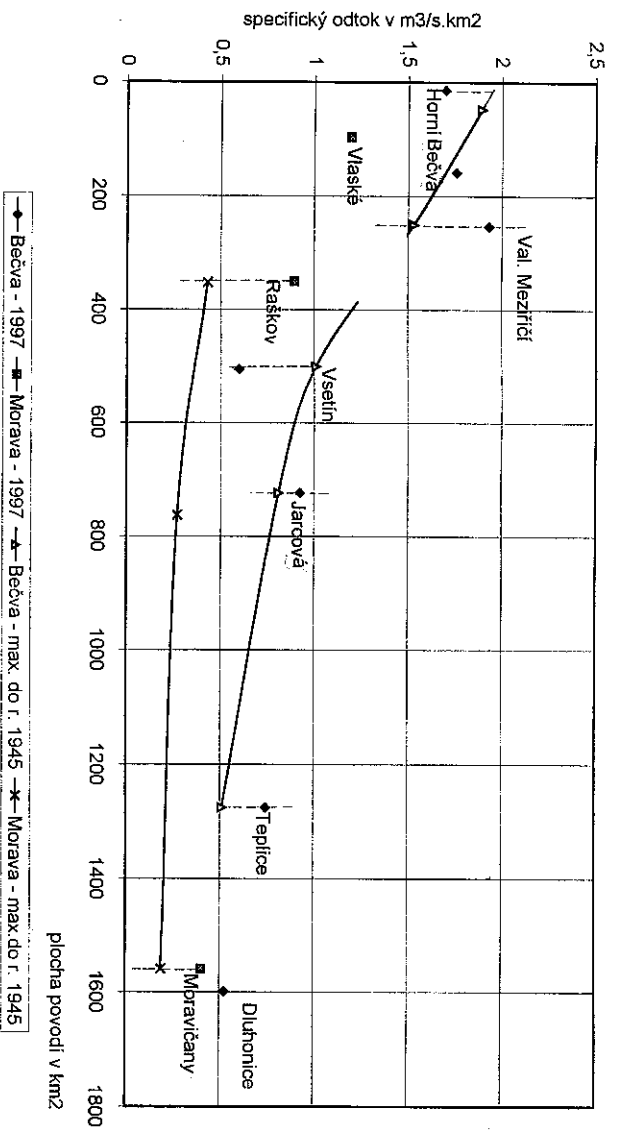
Povodí horní Moravy				
Profil na toku	vodní tok	Qa (m <sup>3</sup> /s)	Q100(m <sup>3</sup> /s)	K100
Vlaské	Morava	1,88	78	41,5
Habartice	Krupá	1,98	88	44,4
Jindřichov	Branná	1,40	70	50,0
Andělské žleby	Hučivá Desná	0,50	50	100,0
Šumperk	Desná	3,95	127	32,2
Moravčany	Morava	17,10	292	17,1

Povodí Bečvy				
Profil na toku	vodní tok	Qa (m <sup>3</sup> /s)	Q100(m <sup>3</sup> /s)	K100
Lužná	Senice	1,00	132	132,0
Bystřička (nad)	Bystřice	0,77	121	157,0
Horní Bečva	Rožnovská Bečva	0,29	54	186,2
Kelč	Juhyně	0,85	150	176,5
Teplice	Bečva	15,30	780	51,0
Dluhonice	Bečva	17,30	685	39,6

Ze srovnání (v několika uvedených příkladech) poměrných hodnot součinitele K100, který vyjadřuje rozkolísanost průtoků na vodních tocích vyplývá, že kulminální průtoky v karpatské flyšové oblasti mají extrémnější hodnoty jak povodně v pohorí Jeseníků. Zvláště extrémní jsou průtoky v pramenných oblastech, kde součinitel K100 překračuje hodnotu 100. V nižších partiích pak tyto hodnoty klesají. Ve Strážnici na Moravě je např.  $K100 = 12,5$ .

K obdobným závěrům vede i grafické vyjádření průběhu povodňového specifického odtoku na obr. 5, kde jsou vyneseny hodnoty maximálních průtoků dosažené do roku 1945 na 1 km<sup>2</sup>. Pro srovnání jsou v grafu vyznačeny maximální specifické průtoky vyhodnocené při povodni v roce 1997.





**Obr. 5 Průběh povodňového specifického odtoku**  
*Pro vykreslení křivky specifického odtoku byl použit graf dle podkladu 13 – Heisig 1948.*

### D.5.10. Režim zimních a letních povodní

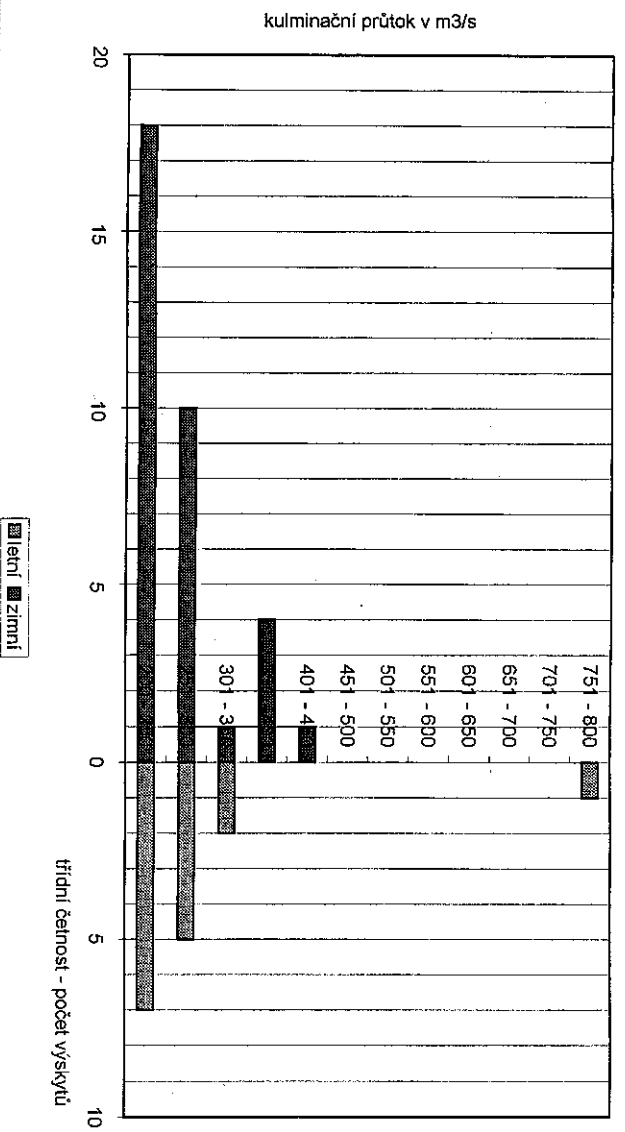
Charakteristika typů povodní v údolní nivě řeky Moravy:

**Zimní typ povodně:** po období nízkých teplot, vysoké sněhové pokrývky se prudce oteplí. V některých případech tání sněhu urychlí dlouhý silný déšť. Oteplování je vyvoláno postupem frontálních systémů s jihuzápadním či západním prouděním z oblasti Atlantického oceánu.

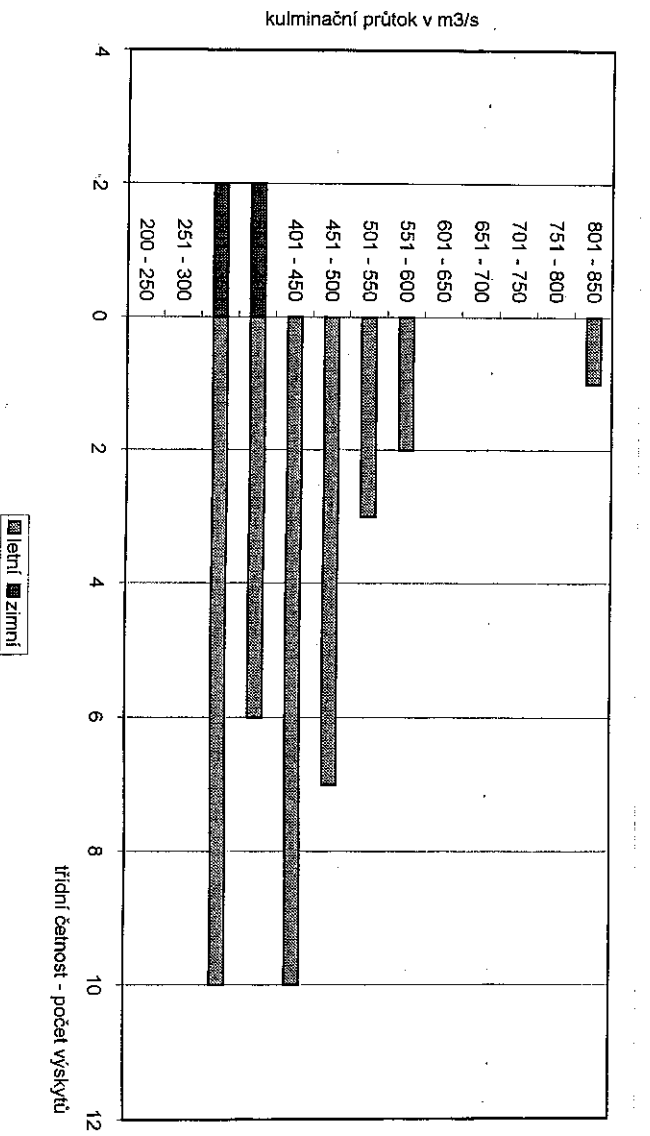
**Letní typ povodně:** je charakterizován snížením teplot vzduchu, které předchází povodním. V těchto případech postupuje tlaková níže (teplý a vlhký vzduch) ze severní Itálie přes Moravu a západní Slovensko k severovýchodu nad Polsko nebo zůstává téměř bez pohybu. Na styku vzduchových mas se vytvoří sřihové proudění (vrstvení teplého a studeného proudy) a silná vrstva vzduchu extrémně nasyceného vlhkostí, z níž vyprádávají nadměrné srážky. Množství spadlých srážek je násobeno návětrným efektem pohoří, především Jeseníků a Beskyd. Takový charakter měla i katastrofální povodeň v červenci 1997.

Historické povodně, resp. maximální průtoky při jednotlivých povodních, v období 1900 až 1997 jsem rozdělil (obdobně jako podklad 3 – Bratránek 1939) na letní (duben až září) a zimní (říjen až březen). Dílčí povodí jsou charakterizována stanicemi: Olomouc horní Moravu, Dluhonice (Přerov) Bečvu a Kroměříž střední Moravu.

Na níže vykreslených grafech jsou maximální průtoky povodní rozděleny do třídních intervalů po 50 m³/s.



**Obr. 6** *Režim zimních a letních povodní ve stanici Olomouc*  
*Vyšetřovány byly povodně, které měly kulminační průtoky větší jak  $\tilde{Q} = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ve sledovaném období 1900 až 1997 se na horní Moravě se vyskytují převážně zimního charakteru. Poměr zimních a letních povodní je 69 : 31, počet vyšetřovaných povodní 48.*



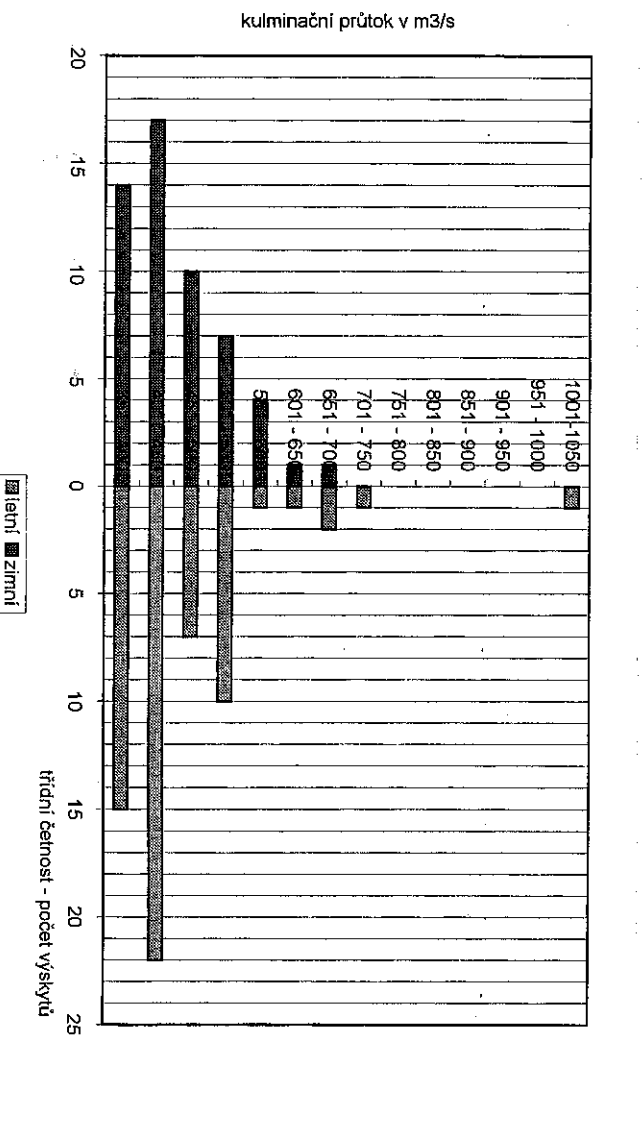
**Obr. 7** *Režim zimních a letních povodní ve stanici Dluhonice*  
*Vyšetřovány byly povodně, které měly maximální průtok větší než  $\tilde{Q} = 300 \text{ m}^3/\text{s}$ . Sledováno bylo celkem 43 povodní.*

V období 1900 až 1997 na Bečvě převládal režim letních povodní. Nad maximálním průtokem  $\tilde{Q} = 400 \text{ m}^3/\text{s}$  se nevyskytovala ani jedna povodeň. Poměr zimních a letních povodní je 9 : 91.

Sezónností povodní se zabývala i starší studie (podklad 3 – Bratránek 1939), která prověřovala povodně pravděpodobně od roku 1900 do roku 1936. Podle této studie je poměr zimních a letních povodní s maximálním průtokem nad  $Q = 300 \text{ m}^3/\text{s}$  22 : 78 z celkového počtu 18 sledovaných povodní a při max. průtocích menších než  $Q = 300 \text{ m}^3/\text{s}$  (od  $Q = 150 \text{ m}^3/\text{s}$ ) je tento poměr 53 : 47 ve prospěch zimních, z celkového počtu 176 povodní.

K obdobným výsledkům na Bečvě dospěl Bukáček (podklad 4 – Bukáček 1999) na základě databáze historických povodní z období 1500 až 1929, podle něhož je na Bečvě poměr zimních a letních povodní 31 : 69, ze 77 sledovaných povodní (bez uvedení údajů o maximálních průtocích, které byly zahrnuty do této statistiky).

Relativní četnost výskytu historických povodní v jednotlivých měsících roku se velmi dobře shoduje s četností výskytu povodní z období přístrojového pozorování (období po roce 1900). Tato shoda je patrná na všech sledovaných tocích v povodí řeky Moravy (podklad 4 – Bukáček 1999)



**Obr. 8** *Režim zimních a letních povodní ve stanici Kroměříž*  
*V grafu jsou povodně, které měly maximální průtoky větší jak  $Q = 350 \text{ m}^3/\text{s}$ .*

Z grafu vyplývá, že četnost letních a zimních povodní na střední Moravě, v jednotlivých třídních intervalech, je přibližně stejná. Dvě maxima nad  $Q = 700 \text{ m}^3/\text{s}$  se však vyskytla jenom u letních povodní. Poměr zimních a letních povodní je 47 : 53 ze 114 sledovaných povodní.

Podle podkladu 3 – Bratránek 1939, v období 1900 až 1936, byl z 55 povodní s maximy nad  $Q = 350 \text{ m}^3/\text{s}$  poměr zimních a letních povodní 47 : 53. Téměř stejný poměr zimních a letních povodní 46 : 54 vychází z údajů 67 povodní staršího období 1500 až 1929 (podklad 4 – Bukáček 1999). Proto můžeme mít za to, že režim zimních a letních povodní je na střední Moravě dlouhodobě v rovnováze.

## D.5.11. Postup regulačních prací na řekách Moravě a Bečvě

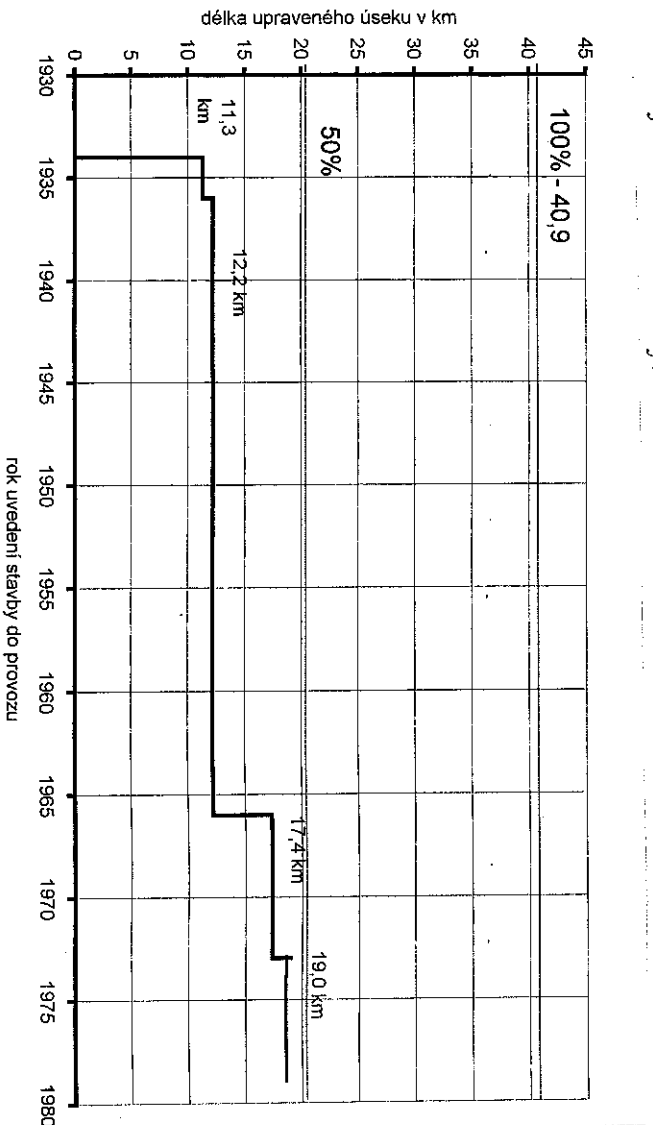
Odtokové poměry řek Moravy a Bečvy ovlivnily bezprostředně regulace hlavních vodních toků i jejich přítoků, budování systému ochranných inundačních hrází stavby komunikací na násypcech. Těmito zásahy se ne nepodstatně změnila retenční funkce údolní řek.

Grafy a tabulky v této kapitole byly zpracovány na základě podkladu 14 – Technicko-provozní evidence. Tento podklad však není úplný. Některé stavby uvedené v seznamu technicko-provozní evidence se realizoval jako rekonstrukce již dříve provedených úprav vodních toků nebo rekonstrukce inundačních hrází, jimiž se zvyšovala jejich kapacita.

### Horní Morava

Od středověku se nejstarší snahy o zmírnění důsledků povodní zaměřily na budování inundačních hrází situovaných vně lužních lesů. Koruny hrází se stavěly v úrovni maximální hladiny poslední povodně. Zemina do násypů byla získávána z místního materiálu. Časté protřetí hrází bylo způsobeno použitím nevhodné zeminy a přelítím hrází (podklad 7 – Kurfirst 1997). Nad Olomoucí se ve 30. letech 20. století rekonstruovaly po obvodu lužních lesů, staré sešské hráze. V průběhu 20. století se rovněž zvyšovaly a zesilovaly inundační hráze nad Mohelnicí. Odsazenými hrázemi se omezil rozliv povodňové vody do údolní nívy.

Objem inundačních prostorů mezi Novými Sady a Cholínkou se postupně zmenšoval v důsledku regulace řeky Moravy, s níž se započalo v roce 1909. Odtok vody se zrychloval i již dříve realizovanými úpravami přítoků Třebůvky a Oskavy (podklad 3 – Bratránek 1939). Kromě této úpravy řeky Moravy dlouhé 11 km byla ve 30. letech upravena trať v Litovli v délce 5 km. V ostatních úsecích se do tvaru přičného profilu koryta výrazně nezasahovalo. Kapacita koryta řeky Moravy v úseku soutok s Bečvou – Olomouc a nad Litovelským Pomoravím se mírně zvýšila narovnáváním řeky, jímž se zvětšoval sklon řeky, a také opevňováním břehů, odtěžováním nánosů, odstraňováním nátrží, údržbou břehových porostů, čímž se snižovala drsnost koryta. Dílčí úpravy řeky Moravy podél štěrkovité u Mohelnice a v intravilánech obcí povodňový režim neovlivnily:



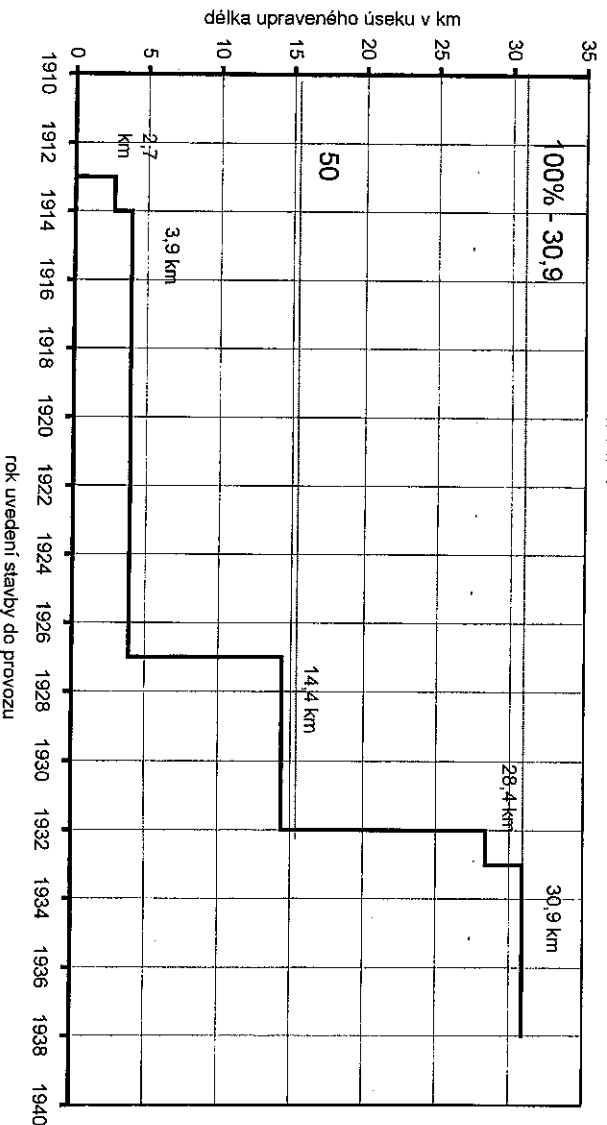
Obř. 9 Průběh regulace horní Moravy v úseku Moravičany – Olomouc

## Bečva

Před regulací neměla Bečva výrazné koryto. Polybovala se ve fluvialních štěrkových náplavech s množstvím štěrkových lavic, tůň a řady mělkých ramen, zvláště ve své horní trati. Při povodních se rozlévala v celé šířce údolní nivy (podklad 2 – Horák 1911).

Podle podkladu 3 – Bratránek 1939 se Bečva upravila už před I. světovou válkou v celé své trati od ústí do Moravy až po Hrozenkov na Vsetínské Bečvě a po Prostřední Bečvu na Rožnovské Bečvě. V důsledku intenzivního chodu splavenin se v průběhu doby značně měnila kapacita upraveného koryta. Bystlý proud narušoval břehy a tak se koryto Bečvy často opravovalo a rekonstruovalo. Rozsáhlejší úpravy Bečvy probíhaly ve 20. letech a v první polovině 30. let 20. století (podklad 14 – Technicko-provozní evidence).

Při povodni v roce 1997 se na Bečvě vytvořily rozsáhlé nátrže, koryto řeky se místy rozšířilo z 50m až na 150m. Po povodni bylo vybráno 6 úseků v celkové délce 7,3 km, které by měly být ponechány přirozenému vývoji (podklad 15 – Lacina 2000).



Obr. 10 Průběh regulace řeky Bečvy v úseku Teplice - Dluhonice

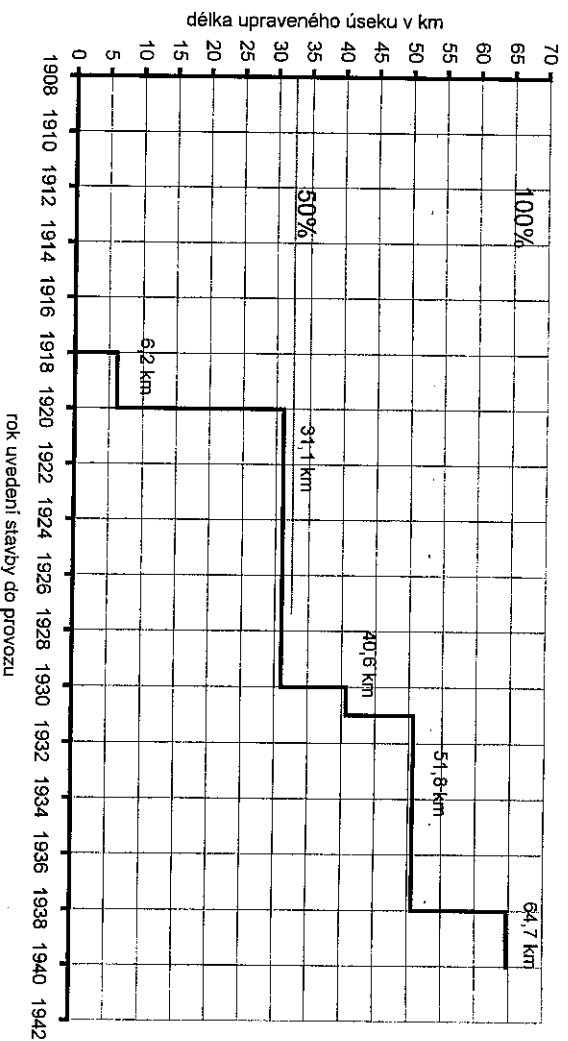
## Střední Morava

O povodních na střední Moravě jsem měl o odtokových poměrech nejvíc dlouhodobých informací. Z toho důvodu je možné považovat popis chování vodní soustavy i změny fungování soustavy po regulacích střední Moravy, za velmi pravděpodobné.

Před systematickou regulací střední Moravy měla řeka velmi proměnlivou kapacitu. Tak např. v Kroměříži  $Q = 223 \text{ m}^3/\text{s}$ , v Kvasicích  $Q = 146 \text{ m}^3/\text{s}$ , v Napajedlich  $Q = 280 \text{ m}^3/\text{s}$ , v Nedakonicích  $Q = 63 \text{ m}^3/\text{s}$ , v Uherském Ostrohu  $Q = 122 \text{ m}^3/\text{s}$ , ve Veselí  $Q = 231 \text{ m}^3/\text{s}$ , v Rohatci  $Q = 22 \text{ m}^3/\text{s}$  (vzdutí jezem) a v Hodoníně  $Q = 197 \text{ m}^3/\text{s}$  (podklad 1 – Weber 1894).

S úpravou střední Moravy se započalo v Napajedlich v roce 1907, první částečnou regulací, po které následovaly dílčí úpravy u Kroměříže a v Uherském Hradišti (podklad 2 – Horák 1911). V průběhu 20. století se na střední Moravě realizovala systematická regulace. Příčný profil se upravil do tvaru složeného lichoběžníku. Koryto řeky dnes lemuje hráze, v některých úsecích vysoké až 3 m. Neupravený zůstal pouze úsek mezi Strážnicí a Rohatcem, kde je inundace

omezena odsazenými hrázeními. Většina pevných jezů, které snižovaly kapacitu koryta se nahradila pohyblivými jezy, některé jezy se zrušily. Podle podkladu 9 – Generel 1998 se pohybovala kapacita koryta řeky Moravy i prostoru mezi hrázeními mezi  $Q = 560$  až  $700 \text{ m}^3/\text{s}$ , místně  $450$  nebo až  $850 \text{ m}^3/\text{s}$ . V současné době se na řece odtěžují nánosy v korytě a zeminou doplňují průlehy hrází.



Obr. 11 Příběh regulace střední Moravy v úseku Kroměříž – Strážnice

### Rekapitulace postupu regulačních prací

Tab. 2 Přehled vývoje regulačních prací a stavby inundačních hrází

Dekáda	Střední Morava		horní Morava		Bečva	
	Regulace	hráze	regulace	Hráze	Regulace	hráze
1910 – 1919	11,07	-	-	-	11,20	-
1920 – 1929	24,93	-	0,60	7,96	13,15	-
1930 – 1939	62,51	24,97	22,43	27,92	33,86	-
1940 – 1949	-	6,23	0,27	-	-	-
1950 – 1959	-	-	-	-	-	-
1960 – 1969	-	-	7,13	2,30	-	-
1970 – 1979	21,67	14,82	30,11	-	-	-
1980 – 1989	9,60	-	-	-	-	-

### Rekapitulace

Regulace a hráze	Regulace a		Regulace b		Regulace c	
	km	%	km	%	km	%
Regulace a	115,86	89 %	50,52	39 %	60,54	100 %
Regulace b	13,92	11 %	0	0	94,26	61 %
Regulace c	0	0	0	0	0	0
Celkem	129,78	100 %	50,52	100 %	154,80	100 %

*Komentář k tabulce: délka regulovaných úseků, délka inundačních hrází a termíny staveb byly převzaty z počkladu 14 – Technicko-provozní evidence. Údaje se týkají střední Moravy v úseku soutok s Dyjí – Bezměrov, horní Moravy v úseku Bezměrov – V. Morava a Bečvy v úseku soutok s Moravou – Valašské Meziříčí. V tabulkách jsou uvedeny délky upravených toků a délky postavených odstavených inundačních hrází v km, budovaných v jednotlivých dekadách. Některé starší stavby před rokem 1919 nejsou v tabulce uvedeny, neboť nejsou evidovány. Jedná se o regulace na horní Moravě a stavby hrází na střední a horní Moravě.*

## **D.5.12. Odtokové poměry a jejich změny v důsledku úprav**

I když jsem měl k dispozici údaje o povodních od roku 1883, využitelných hydrologických podkladů jsem neměl mnoho. Proto nebylo možné některé výsledky šetření, především na horní Moravě, zpracovat do úrovně jednoznačnějších tvrzení. Je jasné, že analýza povodní prostřednictvím kulminací průtoků (stětávání a postup) může sloužit pouze k přibližné orientaci. Z toho důvodu by se měly některé níže uvedené závěry o chování povodí horní Moravy považovat za teze, které je třeba prohloubit podrobnější analýzou historických povodňových vln. Vliv regulací průtoků na stětávání povodí Moravy a průtoků není možné zjistit, neboť povodně na přítocích byly sledovány až po realizaci větší části jejich úprav.

### **Horní Morava**

#### **a) Úsek Raškov – Moravičany**

Vrchol povodně na horní Moravě se vytváří střetnutím pramenišť Moravy s Desnou, s Moravskou Sázavou a jejich menších bystřiných přítoků. V horních tratích, nad soutokem Moravy a Desné, postupuje povodňová vlna úzkými údolními zpočátku velmi rychle, aby se u Postřelmova rozlila do širší nívy. Ke zvyšování povodňových průtoků i kulminací přispívá u Zábřehu větší pravostřanný přítok, Moravská Sázava. Vlivem rozsáhlých inundaací pod Postřelmovem se postup povodňové vlny zpomaluje. V důsledku transformace v inundačních prostorech se sice povodňová vlna zplošťuje, ale průtoky se zvyšují o přispěvky z přítoků.

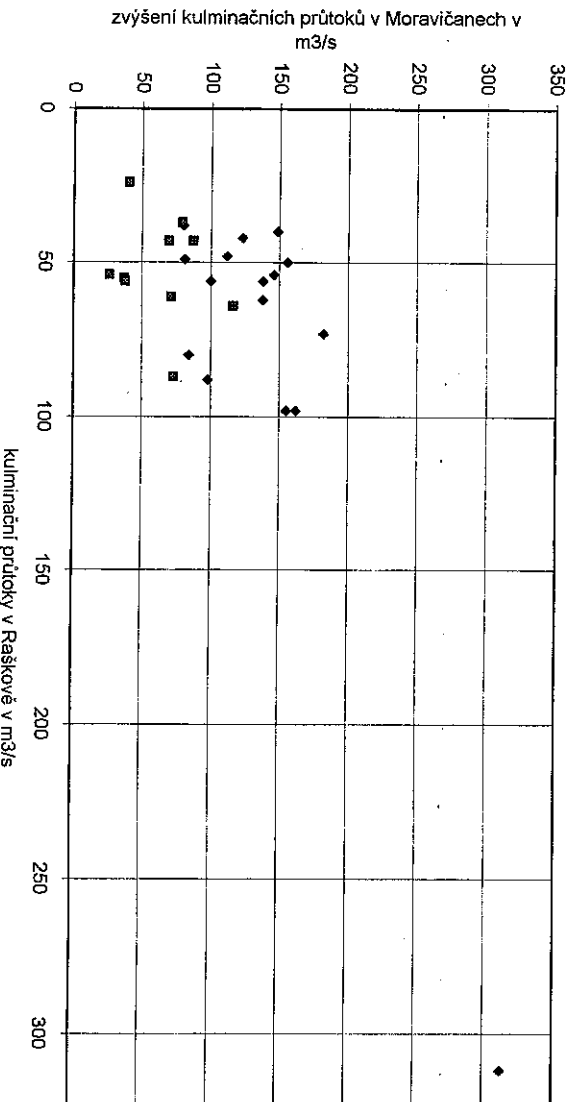
Z podkladů, které jsem měl k dispozici není možné přesněji definovat stětávání povodní nad vodometnou stanicí Moravičany. Vějířový tvar povodí Moravy s Desnou i okolnost, že jejich vody stékají ze stejného pohoří, vytváří předpoklady pro těsné střetávání povodní. Některé povodně z Desné a Moravské Sázavy se do moravního údolí dostávají v předstihu, jiné opožděně za hlavním tokem, což ovlivňuje postupovou dobu i velikost maximálního průtoku pod zaústěním přítoku. Pod soutokem Moravy a Moravské Sázavy nebyl vždy dominantní hlavní tok. Např. v 10/1930 převládla kulminace Moravské Sázavy, která se prosadila vyvoláním maxima nejen v Moravičanech, ale i v Olomouci, zatím co Morava v Raškově kulminovala až jeden a půl dne později. Podobně se Moravská Sázava prosadila v moravní nivě i při povodních 03/1962 a 01/1987.

### Tub. 3 Sřetřívání povodní Desná a Moravské Sázavy s horní Moravou

Vzhledem k tomu, že jsem měl k dispozici jen 3 resp. 6 hodinových údajů o sřetřívání povodní, převzal jsem údaje z podkladu 9 – General 1998, kde je uvedený pouze den výskytu kulminací. V níže uvedené tabulce, jakož i v dalších obdobných tabulkách, jsou sledovány časové rozdíly maximálních (kulminačních) průtoků.

Desná	
Desná předbřhá řeku Moravu	6x (3 – 6 hod.)
Desná se opožďuje za řekou Moravou	2x (2 –3 dny)
Desná a řeka Morava kulminují v průběhu jednoho dne	3x (krát)

Moravská Sázava	
Moravská Sázava předbřhá řeku Moravu	5x (37 hod.-5 dní)
Moravská Sázava se opožďuje za řekou Moravou	5x (7 hod.-2 dny)
Moravská Sázava a Morava kulminují ve stejnou hodinu	2x



### Obr. 12 Změny kulminačních průtoků mezi Raškovem a Moravičanami

V tomto a ve všech dalších grafech znázorňujících změny kulminačních průtoků jsou na vísle ose y nmeseny hodnoty o něž se zvýší průtoky mezi vstupním a výstupním profilem. Na vodorovné ose jsou hodnoty maximálních průtoků (kulminací) na vstupním profile.

Z grafu lze vyčíst, že po částečném napřímění koryta řeky Moravy, snížení drsnosti příčného profilu (v současné době je kapacita koryta přibližně  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$ ) a po vybudování odsazených hrází, se zvýšily kulminační průtoky v úseku mezi Raškovem a Moravičanami. Tuto skutečnost potvrdilo matematické modelování (podklad 19 – Gimun 2004), jímž se proěřoval vliv případného odstranění inundáčních hrází a zvýšení drsnosti koryta v Mohelnické hrázdě, nad Třebůvkou (simulací 30%, 40%, 50%, 60%, 66%, 70%, 77%, 100% a 125% srážky povodně 1997). Při simulování povodní, jejíž hladina nepřesahovala úroveň koruny inundáčních hrází, se odstranění hrází a rozliv v celé šířce nívy projevíly snížením kulminačních průtoků a zpožděním kulminace až o 8 hod. (v profilu pod Třebůvkou). Naopak při vyšších průtocích, než byla kapacita hrází, byl transformační účinek nívy vyšší, neboť voda přepadající přes korunu hrází natéká při vyšších průtocích do prázdné inundace za hrázem.



## b) Úsek Moravičany - Olomouc

Oproti předchozímu úseku vodní soustava pod Moravičanami nepodléhá takové náhodlosti srážkových situací, neboť se zde projevuje protáhující se tvar povodí. Při svém postupu údolím se povodňová vlna zvětšuje o vody z přítoků. Čím jsou přítoky zaústěny níže po toku a čím jsou přítoky kratší a strmější oproti Moravě, tím jsou řidší případy předbílání povodní hlavního toku před přítoky. Od Třebůvky dolů po řece se stále výrazněji prosazuje vrchol Moravy až po zaústění Bečvy. V nivě pod Zábřehem se vrchol povodně zplošťuje vlivem rozlivu vody. Čelo moravní vlny se protahuje díky vlnám předbílajících přítoků., sestupná větev se při vyprazdňování inundčních prostorů prodlužuje.

### Tab. 4 Stručování povodní řeky Moravy a jejich přítoků

Údaje byly převzaty z podkladu 9 – General 1998 (denní údaje) a doplněny z podkladu 17 – ČHMÚ Ostrava (údaje v hodinách)

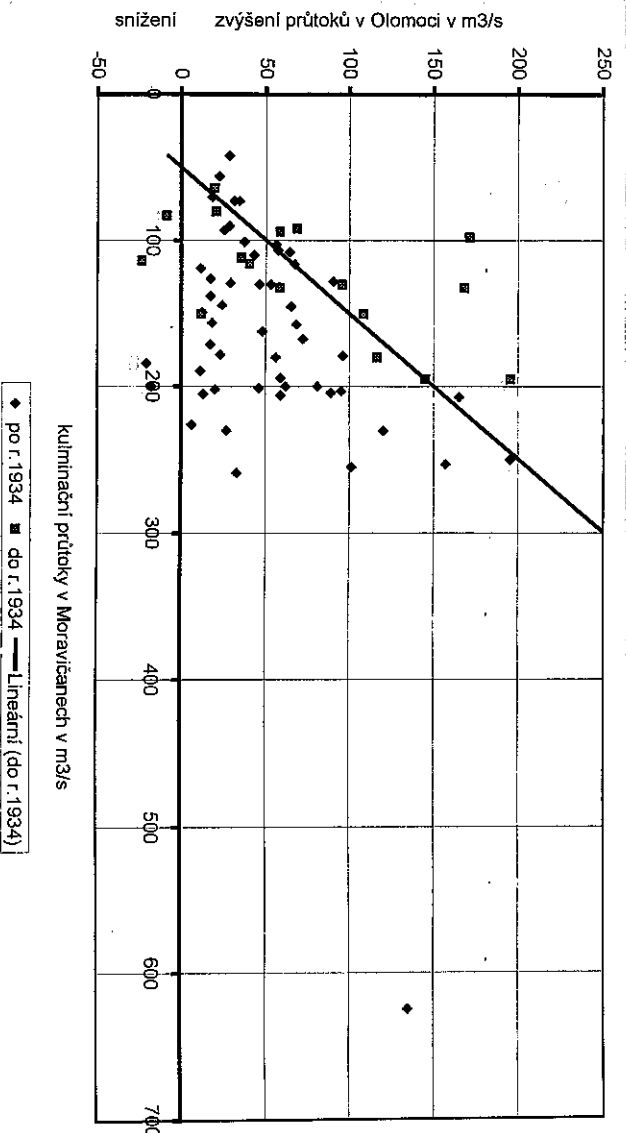
#### Třebůvka

Třebůvka předbílá řeku Moravu	<b>10x</b> (4 hod.-4dny)
Třebůvka se opožďuje za řekou Moravou	<b>2x</b> (13 – 42 hod.)
Třebůvka při ústí kulminuje ve stejný den jako Morava	<b>4x</b>

#### Oskava

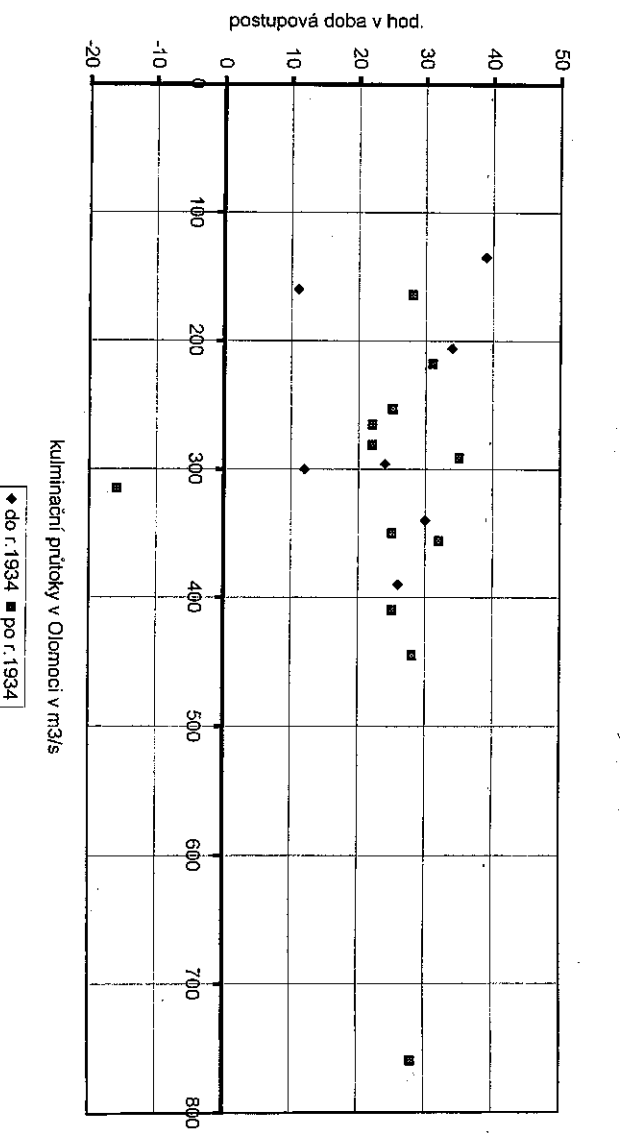
Oskava předbílá řeku Moravu	<b>6x</b> (1 – 3 dny)
Oskava se opožďuje za řekou Moravou	<b>2x</b> (3 dny)
Oskava při ústí kulminuje ve stejný den jako Morava	<b>1x</b>

V úseku mezi Moravičanami a Olomoucí se povodňové vlny zplošťují a zpomalují v ohrázovaných lužních lesích Litovelského Pomoraví. Systém inundčních hrází vznikal většinou ve 30. letech 20. století postupnou rekonstrukcí tzv. selských hrází. Nejvýraznější odtokové poměry změnila regulace řeky Moravy mezi Novými Sady a Cholinou realizovaná v první polovině 20. let a koncem 30. let 20. století.



Obr. 13 Změny kulminálních průtoků mezi Moravičanami a Olomoucí (podklad 9 – General 1998 a podklad 17 – ČHMÚ Ostrava 1998)

V grafu není patrná korelace vztahu kulminančního průtoku a snížení, resp. zvýšení kulminančních průtoků trať mezi Moravičanami a Olomoucí, bodové pole je příliš rozptýlené. Z podkladů, které jsem měl k dispozici není možné vyhodnotit ani vliv regulace řeky Moravy v úseku Nové Sady – Cholinka a stavby inundančních hrází na odtokové poměry, neboť jsem měl k dispozici pouze tři údaje o povodních před rokem 1925.



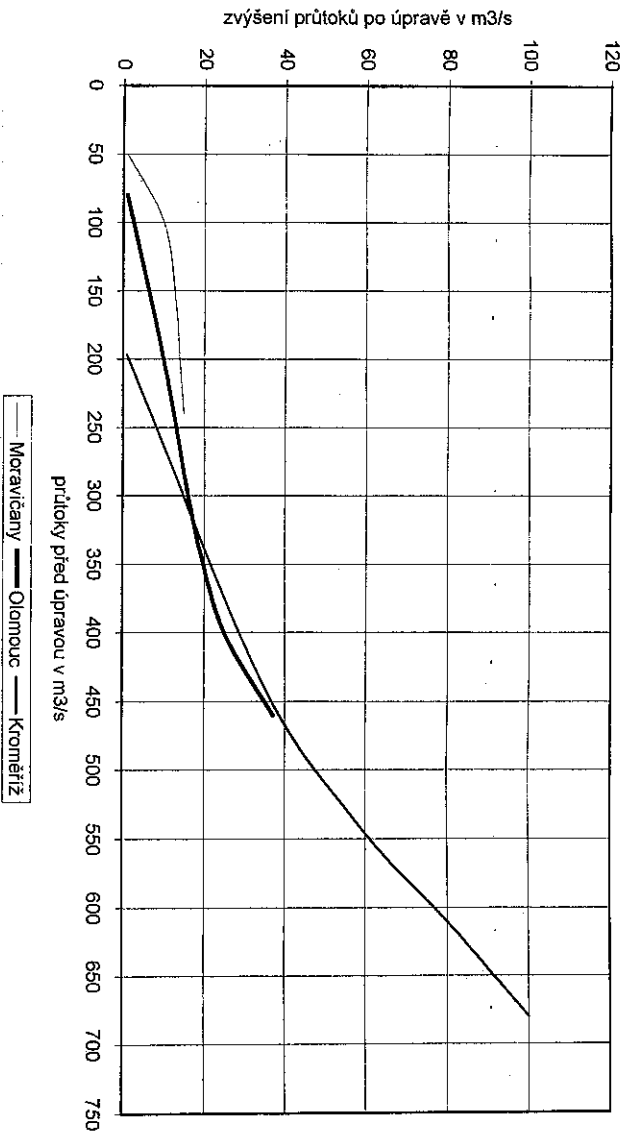
**Obr. 14 Vztah postupové doby a kulminace mezi Moravičanami a Olomoucí**

Z grafického zobrazení není patrné, že by se po provedení úpravy odtokových poměrů průkazně změnila postupové doby kulminančních průtoků. Podle podkladu 2 – Horák 1911, v úseku mezi Moravičanami a Olomoucí, je průměrná postupová doba 36 hod. (vyhodnocená z povodní 06/1883, 07/1891 a 03/1891). Doc. Bratránek (podklad 3) vypočítal průměrnou dobu postupu 37 hod. studiem 8 povodní, které se vyskytly v období 1900 až 1930. Z údajů, které jsem měl k dispozici vychází průměrná postupová doba v úseku Moravičany - Olomouc poněkud nižší: 26 hod. s poměrně velkým rozptylem 11 až 39 hod.

### c) Úsek Olomouc – soutok s Bečvou

V úseku mezi soutokem s Bečvou a Olomoucí nebyly na řece Moravě realizovány úpravy, které by v tomto úseku významně ovlivnily odtokové poměry. Vývoj povodní zde není možné vyhodnotit, neboť nad soutokem s Bečvou se neměří průtoky.

Protože z podkladů, které jsem měl k dispozici není možné posoudit vliv regulací horní Moravy na její povodňový režim, odvolávám se na šetření a hodnocení provedené Doc. Bratránkem z jehož práce vychází graf na obr. 15.



**Obr. 15 Zvýšení průtoků v důsledku úprav horní Moravy (nad Kroměříž)**

*Graf byl vykreslen na základě podkladu 3 – Bratřánek 1939. Šetřeny byly povodně do roku 1930. V té době ještě nebyly v provozu regulace horní Moravy a jejich přítoky*

Horní Morava zhoršila svůj povodňový režim v důsledku regulaci Moravy, úprav přítoků a rekonstrukcí hrázového systému. Zvyšování kulminací a zkracování postupových dob je patrné u povodní jejichž maximální průtoky jsou nižší než kapacita koryta. U povodní s většími kulminacemi se povodňová špička „odřezává“ převilem nadkapacitních průtoků do inundačních prostorů. Tímto způsobem se zplošňovala např. povodňová vlna z roku 1997.

## Bečva

Průběh povodní na Vsetinské a Rožnovské Bečvě bývá nezřídka velmi podobný a zpravidla se vrcholy obou těchto vodních toků dostávají k soustoku v řešení časovém sledu. Často se stává, že vrcholy, někdy i více vrcholů, Vsetinské a Rožnovské Bečvy se střetávají a jejich maximální průtoky se sčítají.

### Tab. 5 Střetávání povodní Vsetinské a Rožnovské Bečvy

*V podkladu 9 – General je uveden čas kulminací ve dnech, v podkladu 17 – ČHMÚ Ostrava v hodinách*

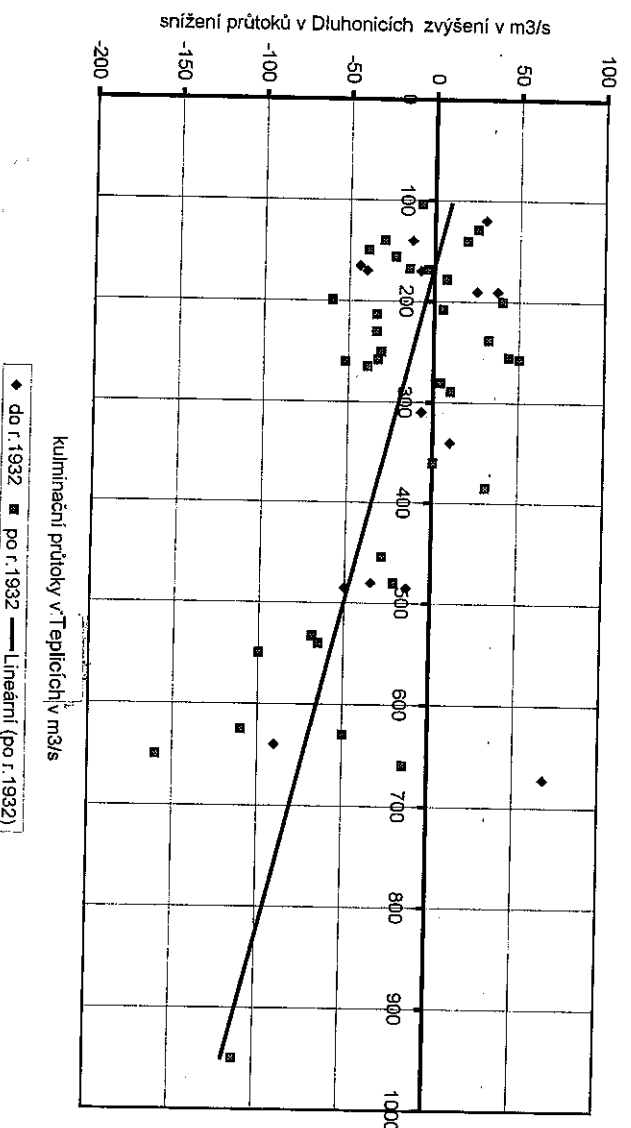
Vsetinská Bečva předbílá Rožnovskou Bečvu	3x (1 až 4 hod.)
Vsetinská Bečva se opoždíje za Rožnovskou Bečvou	8x (1 až 5 hod.)
Vsetinská Bečva se střetne s Rožnovskou ve stejný den	7x

Střetávání Vsetinské a Rožnovské Bečvy je jednou z nejvýznamnějších příčin velmi vysokých maximálních průtoků, obvykle vysokého a štíhlého vrcholu povodně pod soustokem obou Bečev. Odlišnost vzniku povodní na Bečvě a na horní Moravě je zřejmá na první pohled a je možné ji dokumentovat aspoň několika charakteristikami oblastí, kde se povodně na obou řekách vytváří:

Profil	Plocha povodí	Stanice	Q100
Pod Rožnovskou a Vsetinskou Bečvou	989 km <sup>2</sup>	Teplice	780 m <sup>3</sup> /s
Morava nad zástěním Třebůvky	1 559 km <sup>2</sup>	Moravičany	292 m <sup>3</sup> /s

*Hodnoty stoletých vod jsou převzaty z dokumentu Hydrologické poměry ČSSR*

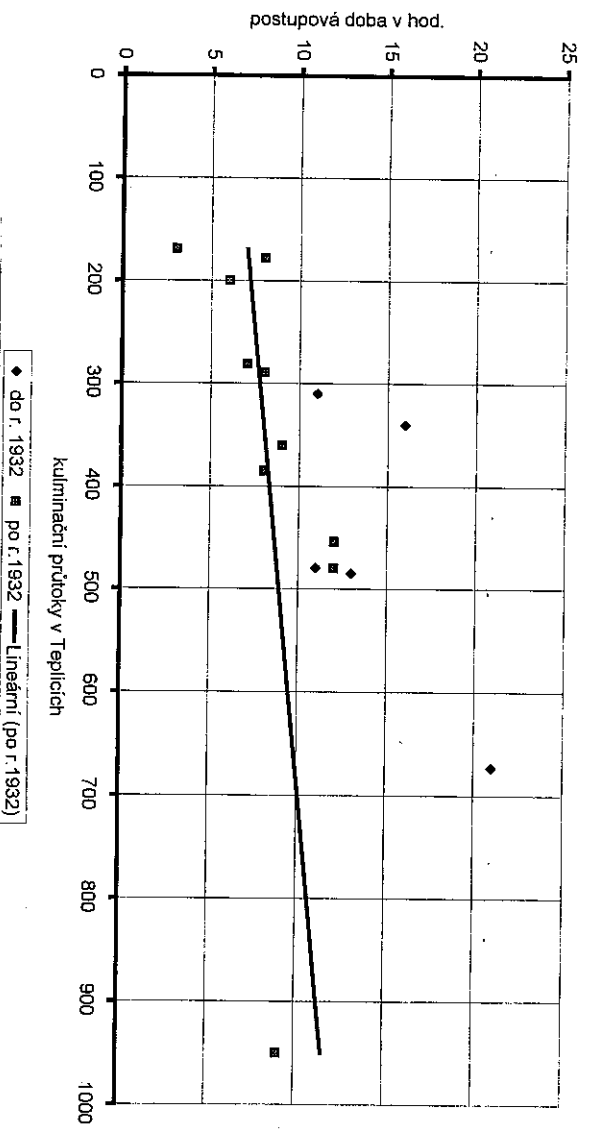
Pod soutokem Vsetinské a Rožnovské Bečvy postupuje vrchol povodně úzkým strmým údolím. Přítoky, které jsou vyšší než kapacita koryta (nad  $Q = 400 \text{ m}^3/\text{s}$ ) se rozlévají do nivy a v trati mezi Teplícemi a Dluhonicemi se kulminace snižují. Přítoky, které pojme koryto (pod  $Q = 400 \text{ m}^3/\text{s}$ ) se naopak zvyšují o přispěvky přítoků. Při povodni z roku 1883 se kulminace snížila již při průtoku  $Q = 310 \text{ m}^3/\text{s}$  v Teplících na  $303 \text{ m}^3/\text{s}$  v Dluhonicích (podklad 2 – Horák 1911). Přítoky Bečvy (pod soutokem Vsetinské a Rožnovské Bečvy) odtokové poměry významně neovlivňují.



**Obr. 16 Změny kulminačních průtoků mezi Teplícemi a Dluhonicemi**

Graf dokumentuje situaci na Bečvě od roku 1925 a vystihuje pouze vliv úprav prováděných koncem 20. let a ve 30. letech. V té době již byla regulována celá Bečva. Jedinou informací o vlivu prvních úprav, kterou jsem měl k dispozici, podává podklad 2 – Horák 1911: „Zkušenosť ukázala, že v regulované Bečvě se odtok vody značně zvětšil. Při poslední povodni, v září 1910, je možné odhadnout zvýšení průtoků o  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ “. Ověření věrohodnosti tohoto tvrzení nebylo v mých možnostech.

Z rozložení bodového pole grafu není patrné, že by se po úpravách ve 20. a 30. letech výrazně změnila transformační funkce údolí řeky Bečvy. Zřejmě je transformační funkce bečevní nivy ve vztahu k maximálním průtokům na vstupním profilu v Teplících: s nárůstem hodnoty kulminace v Teplících je větší snížení průtoků v Dluhonicích.



**Obr. 17 Vztah postupové doby a kulminace mezi Teplícemi a Dluhonicemi**

Z grafu vyplývá, že v důsledku regulačních prací ve 20. a 30. letech se postup kulminačního průtoku urychlil. Postupová doba povodně se prodlužuje s nárůstem kulminačního průtoku na vstupním profilu v Teplících.

### **Střední Morava**

Vrchol Bečvy postupuje značně rychleji jak vrchol horní Moravy a tak se k soutoku dostavuje zpravidla dříve. Pod soutokem Moravy s Bečvou se vytvoří nový vrchol povodně, jehož postupová doba je mezi propagacemi obou toků. Více se blíží postupové době Bečvy. I když plocha povodí Bečvy (1 625 km<sup>2</sup>) je na soutoku poloviční jak plocha horní Moravy (3 585 km<sup>2</sup>), velikostí kulminačních průtoků se vyrovnává moravním povodním. Její strmý vrchol často pod soutokem dominuje, a postupová doba střední Moravy se více přibližuje postupové době Bečvy. což lze vyčíst z následující tabulky.

**Tab. 6 Sřetávání povodní na soutoku horní Moravy a Bečvy**

*Pozn.: - kulminace Bečvy se opožďuje za kulminací horní, resp. střední Moravy + kulminace Bečvy předbíhá kulminaci horní, resp. střední Moravy do průměrné doby časového rozdílu kulminací Moravy a Bečvy nejsou započítány hodnoty záporné a hodnoty větší jak 150 hod.*

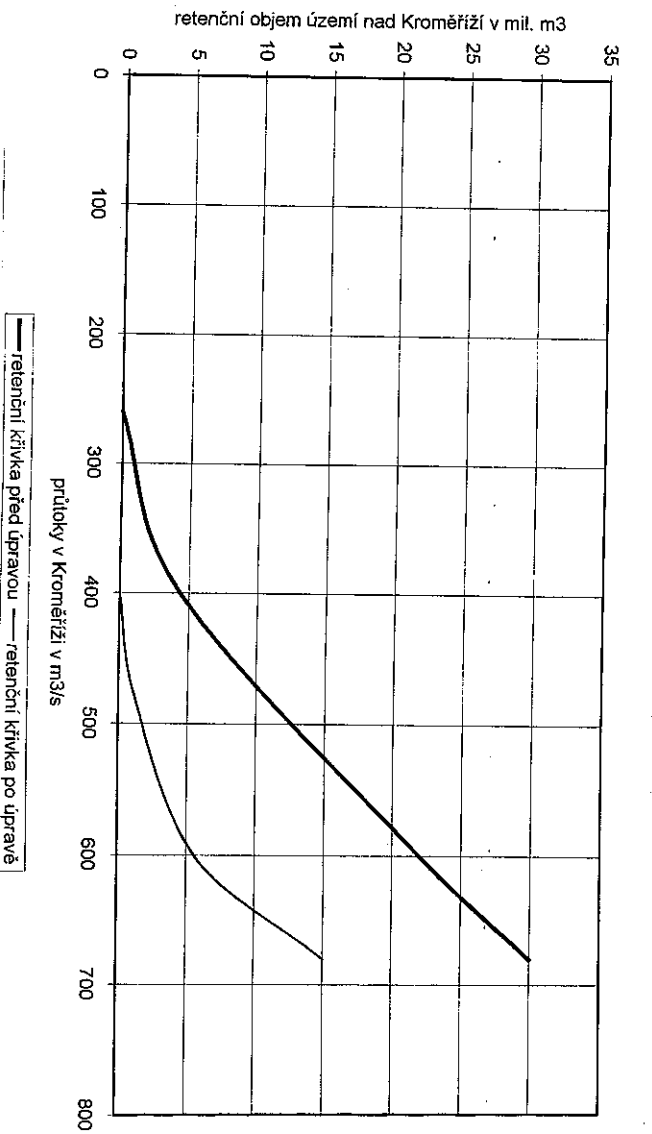
Měsíc a rok vyskytu povodně	Časový posun kulminačních průtoků v hod.	
	Bečva a horní Morava	Bečva a střední Morava
06. 1883	+ 45	+ 7
03. 1891	- 86	
07. 1891	+ 60	
05. 1911	+ 38	+ 6
01. 1920	- 71	- 116
08. 1925	+ 47	- 3
06. 1926	+ 271	+ 336
11. 1930	- 30	+ 5
03. 1937	+ 174	+ 158
09. 1937	+ 1	+ 1
09. 1938	+ 29	+ 2
07. 1939		0
07. 1943		- 1
02. 1946	+ 20	+ 17
03. 1947	+ 39	+ 46
07. 1958	+ 197	
07. 1960		+ 2
07. 1966	+ 1	- 5
02. 1967	+ 65	+ 22
03. 1970	+ 31	- 15
07. 1970		+ 6
03. 1981	+ 56	+ 18
08. 1985	+ 50	- 3
06. 1986	+ 20	
07. 1997	+ 54	+ 27
<b>Průměr 1883 až 1997</b>	<b>+ 37</b>	

Celkem je možné říci, že řeka Bečva průměrně předbíhá horní Moravu asi o 37 hod., podle podkladu 3 – Bratránek 1939 o 46 hod (za předpokladu, že se povodně v obou prameništích vytvářely ve stejnou dobu). Případy, kdy se kulminace Bečvy a horní Moravy střetly, nebo se Bečva opozdila jsou řídké. Stává se však jako např. při povodních v roce 1920 a 1930, že povodeň horní Moravy i Bečvy má několik vrcholů a střetne se předcházející vrchol horní Moravy s následujícím vrcholem Bečvy, čímž je zpláštení vlny pod soutokem menší (Bratránek 1939). Mimo to je povodňová vlna horní Moravy poměrně protáhlá, takže střetnutí s vrcholem Bečvy se děje zpravidla při vysokých vodních stavech. Z toho vyplývá, že účinek zhoršení odtokových poměrů v důsledku snížení retenčního potenciálu údolí na Horní Moravě se ve většině případů projeví i pod ústím Bečvy. V důsledku úprav na Moravě a Bečvě došlo ke zrychlení postupu povodní na obou řekách, více na Moravě. Povodně se na soutoku dostávají dříve než před úpravami a tak se čas kulminací povodní na střední Moravě více přiblížil času kulminací přítoku.

Ke zhoršení odtokových poměrů pod soutokem horní Moravy a Bečvy může dojít nejen v důsledku urychlování postupu povodní na horní Moravě, ale i přibřzdováním povodní

na Bečvě. Podle Gimuna, který matematickým modelováním povodně 1997 simuloval vliv navrhovaných protipovodňových opatření, se zhorší situace na střední Moravě v důsledku vyloučení části inundačních prostorů (při ochraně obcí) na horní Moravě. Kulminace na střední Moravě až pod Dřevnici se zvýší rovněž přibrzděním povodně na Bečvě následkem transformace povodňové vlny navrhovaným poldrem u Teplíc. K poněkud odlišným výsledkům dospěl Ing. Malíšek (VÚV Praha 1974), který se zabýval vlivem retenčního prostoru nádrže Teplice, objemu 20 mil. m<sup>3</sup>. Zjistil, že situace na střední Moravě by se po stavbě nádrže zlepšila, na dolní Moravě naopak zhoršila.

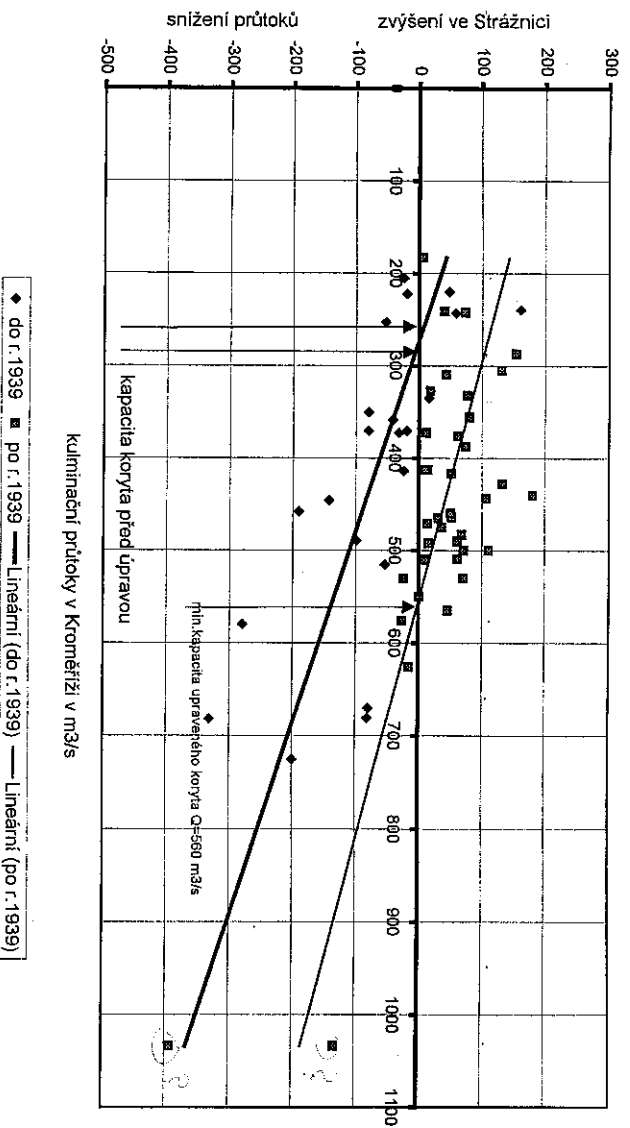
Na soutoku Moravy a Bečvy má údolní niva největší šířku. Retenční potenciál této části moravní nivy se snížil po rekonstrukci jezu a ohrázováním řeky Moravy nad Kroměříží, což se projevilo zvýšením kulminálních průtoků v Kroměříži.



**Obr. 18** Vliv úprav nad kroměřížským jezem na retenční objem území  
*Graf byl vykreslen na základě podkladů 3 – Bratránek 1939*

Střední Morava se regulovala téměř v celé trati mezi Kroměříží a ústím Dyje v průběhu 20. století. Před regulací a před rekonstrukcí nebo zrušením některých jezů se voda pravidelně každý rok rozlévala, např. u Kroměříže průměrně 2x do roka (podklad 2 – Horák 1911). Vlivem malé kapacity koryta a rozsáhlých inundací se povodně výrazně zpožďovaly a povodňová vlna se zplošťovala. Průběh transformace povodňové vlny popisuje Horák 1911 na příkladu povodně z června 1883: za nejvyšších vodních stavů teklo v Kroměříži 360 m<sup>3</sup>/s, v Napajedlích 330 m<sup>3</sup>/s, v Uherském Hradišti 280 m<sup>3</sup>/s, v Rohatci 270 m<sup>3</sup>/s a v Hodoníně 155 m<sup>3</sup>/s. V té době se v přirozených inundačních prostorech povodně výrazně transformovaly, podle současných měřtek, již malé povodně.

Povodňový režim se radikálně změnil v důsledku kanalizování řeky Moravy. Zvýšená kapacita koryta umožňuje převádění násobného množství vody korytem, bez rozlivu. Doc. Bratránek tuto ochranu označuje za absolutní. Jenže povodeň z července 1997 prokázala, že tato ochrana není absolutní. Voda přepadala přes vysoké inundační hráze, některé protrhla a zaplavovala rozlehlé inundační prostory v nichž se povodňová vlna transformovala (zplošťovala a přibrzdžovala).



**Obr. 19 Změny kulminačních průtoků mezi Kroměříží a Strážnicí**  
*Min. kapacita koryta řeky Moravy před úpravou byla stanovena na základě podkladu 1 – Weber 1894, min. kapacita koryta po úpravě na základě podkladu 9 – General 1998. Příspěvky (průtoky) přítoků nejsou zahrnuty do bilance vstupních údajů.*

Průběh funkce naznačuje:

- po úpravě koryta řeky Moravy v úseku Kroměříž- Strážnice došlo v tomto úseku ke zhoršení odtokových poměrů
- kulminační průtoky překračující kapacitu koryta se v trati od Kroměříže směrem ke Strážnici snižují a to tím více, čím jsou vyšší
- kulminační průtoky, které jsou menší jak kapacita koryta se v úseku mezi Kroměříží a Strážnicí zvyšují.

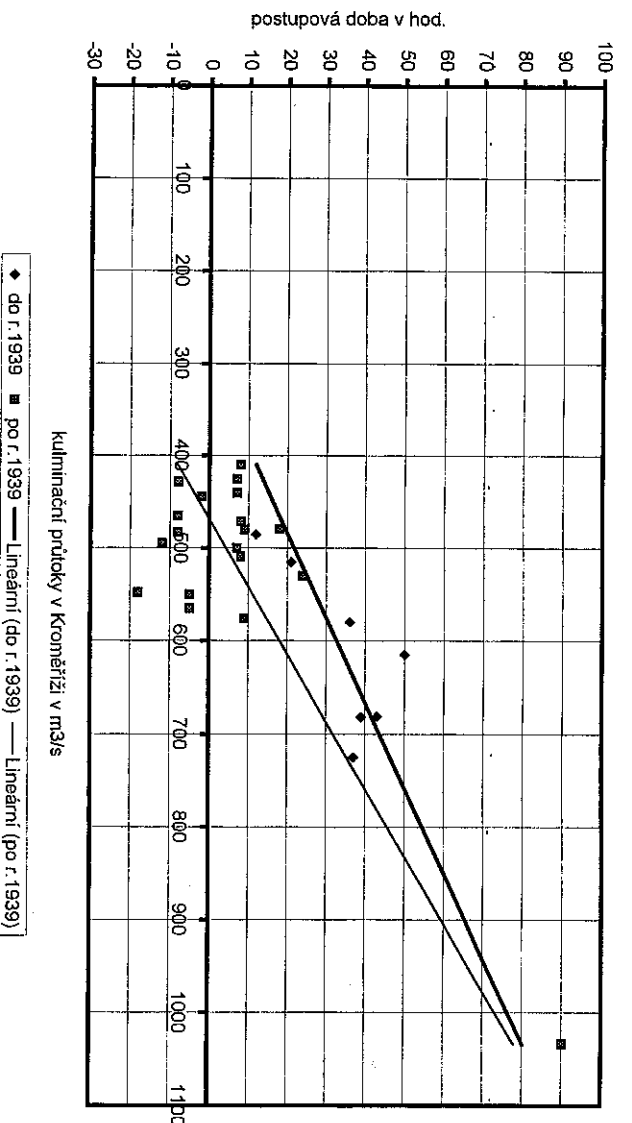
Inundační prostor mezi Kroměříží a Strážnicí dnes funguje jako boční, umělý polder, který má obsah mnoha desítek ml. m<sup>3</sup>. Voda do inundace přepadá přes dlouhou hráz řeky tenkým paprskem. Tak se v korytě udržuje stálý průtok odpovídající kapacitě koryta. Při průtocích nižších než je kapacita koryta v profilu Kroměříž se průtoky v korytě doplňují o příspěvky přítoku.

Vlivem značného objemu poldrů podél obou břehů řeky Moravy, se povodňové vlny, jejichž průtoky jsou vyšší než kapacita koryta, zplošťují, povodně jejichž průtoky jsou nižší než kapacita koryta se zvyšují o průtoky z přítoků. Soustava pod Kroměříží vyrovnává povodňové průtoky. Vlivem výrazné transformace povodně pak trvá v profilu pod Strážnicí ustálený, maximální průtok mnohdy několik dnů. Po provedených úpravách střední Moravy se ve Strážnici většina hodnot kulminací ustálila mezi průtoky 510 až 610 m<sup>3</sup>/s (z 27 vyšetřovaných povodní od roku 1938 do roku 1997 mělo 8 povodní nižší hodnoty kulminací a 1 povodeň – 1997 hodnoty vyšší), zatím co rozptýl hodnot kulminací též povodní v Kroměříží byl větší: 410 – 725 m<sup>3</sup>/s

Takto se mezi Kroměříží a Strážnicí vyvíjela povodeň i v červenci 1997. V Kroměříží tato povodeň kulminovala průtokem 1 034 m<sup>3</sup>/s dne 10.7. (podklad 11 – Dostál 2002). Ve Strážnici



však tekli setrvalý průtok 600 - 630 m<sup>3</sup>/s 5 dnů až do 13. 7. kdy se protřihlo těleso trati Bzence – Strážnice, zadržující povodňovou vodu v inundaci. Protržení železničního náspu vyvolalo umělý vrchol povodně, který dne 14. 7. dosáhl ve Strážnici kulminaci 901 m<sup>3</sup>/s. V trati pod Strážnicí se tato umělá povodňová vlna transformovala a tak v Kopčanech teklo max. 671 m<sup>3</sup>/s.



**Obr. 20 Vztah postupové doby a kulminace mezi Kroměříží a Strážnicí**

Po realizaci úpravy koryta řeky Moravy v úseku Kroměříž – Strážnice se postupová doba povodně znatelně zkrátila.

**Tab. 7 Sřetení povodní řek Moravy a Dřevnice**

*Kromě údaje o kulminaci povodně z roku 1911 byly na Dřevnici k dispozici údaje o povodních po roce 1938 (11 povodní s hodinovými údaji, 10 povodní s denním údajem).*

Dřevnice předbílá řeka Moravu	21x (11 hod. – 4 dny)
Průměrný časový rozdíl 11 sřetených povodní	38 hod.

**Tab. 8 Sřetení povodní řek Moravy a Dřevnice**

*Údaje o kulminování povodní na Olšavě od roku 1949 (pouze 1 povodeň s hodinovým údajem)*

Olšava předbílá řeka Moravu	16x (1 – 4 dny)
-----------------------------	-----------------

Ve všech sřetených případech se kulminační průtoky řeky Moravy opožďovaly za kulminacemi Dřevnice a Olšavy. Protože nejsou k dispozici údaje o starších povodní na přítocích, ještě před úpravou Moravy, není možné vyhodnotit vliv regulací na sřetávání povodní při ústí Dřevnice a Olšavy. Lze však předpokládat, že v době před regulacemi vodních toků byly časové rozdíly mezi kulminacemi přítoků střední Moravy a hlavního toku podstatně větší. Postupové doby povodní se zkrátily v důsledku regulací vodních toků více u Moravy a Bečvy, než u přítoků střední Moravy a tak de facto povodně Moravy „dohrnaly“ povodně svých přítoků, čímž se zvýšily kulminace na hlavním toku.

K soutoku Moravy a Dyje se dostávají povodně ze střední Moravy značně zploštěné, s vysokými průtoky, trvajícími až 6 dnů.

### **Tab. 7 Sřetávní povodní z Moravy a Dyje**

*Pozn.:* - Dyje předbíhá střední Moravu

+ Dyje se opožďuje za střední Moravou

- Dyje kulminuje až po kulminaci dolní Moravy

+ Dyje kulminuje před kulminací dolní Moravy

- střední Morava kulminuje až po kulminaci dolní Moravy

+ střední Morava kulminuje před kulminací dolní Moravy

Měsíc a rok výskytu povodně	Časový posun kulminačních průtoků		
	střední Moravy a Dyje	střední Moravy a dolní Moravy	Dyje a dolní Moravy
05. 1911	- 33 hod.		
01. 1920	+ 15 hod.	+ 20 hod.	+ 5 hod.
06. 1926	- 24 hod.	+ 41 hod.	+ 65 hod.
11. 1930	+ 27 hod.	+ 26 hod.	- 1 hod.
09. 1937	+ 3 hod.	0 dnů	0 dnů
09. 1938	- 29 hod.	+ 1 den	+ 2 dny
07. 1939	- 45 hod.		
03. 1940	- 12 hod.		
02. 1946	+ 41 hod.	+ 1 den	- 1 den
03. 1947	+ 24 hod.	- 1 den	0 dnů
02. 1948			- 2 dny
12. 1954	víc jak + 1 den		
07. 1958		+ 3 dny	
07. až 08. 1960	+ 28 dnů		
05. 1962	+ 64 hod.	+ 3 dny	- 1 den
06. 1965	- 58 hod.	+ 2 dny	+ 4 dny
02. 1966			- 4 dny
02. 1967	+127 hod.		
03. 1970	+ 68 hod.	+ 2 dny	- 1 den
03. 1981	+ 53 hod.	+ 3 dny	0 dnů
08. 1985		- 3 dny	
06. 1986		+ 2 dny	
07. 1997	+ 6 dnů	+ 7 dnů	- 1 den

Podle šetření se kulminace Dyje opožďují za střední Moravou (ve 12 případech z celkového množství 18 šetřených případů). Průměrný časový posun opožďení kulminací Dyje je 54 hod. Podle Bratránka (podklad 3) naopak vrchol Dyje předbíhá vrchol střední Moravy asi o 27 hod. Diametrální odlišnost obou výsledků vyplývá z různých výchozích podkladů, z různé doby pozorování povodní.

Při hodnocení sřetávní povodní na soutoku Moravy a Dyje Bratránek vycházel z povodní do roku 1930 a předpokládal, že následující úpravou odtokových poměrů se sice obě řeky zrychlí, ale zrychlení bude stejné. Tím by se podle něho neměl měnit ani časový rozdíl kulminací. Byl to jen jeho odhad, podrobněji nedoložený. Na rozdíl od střední Moravy, se však v povodí Dyje postavila řada vodních nádrží s velkým retenčním objemem, které ovlivnily postupové doby a přibrzdily povodně na Dyji. Vliv nádrží na pozdržení povodní je jen jedním možných vlivů,

kteřé by bylo vhodné podrobněji analyzovat. Další otázkou je do jaké míry se na střetávání povodní Moravy a Dyje podílí náhodnost srážko-odtokových jevů.

## D.5.13. Shrnutí

### Chování vodní soustavy řeky Moravy při povodních

Povodně na řece Moravě vznikají a vyvíjejí se velmi složitým srážko-odtokovým procesem, který je při každé povodně jiný. Přesto lze najít jisté zákonitosti dané geomorfologií povodí. Tvar povodí má významný vliv na vytvoření, postupu a střetávání povodní.

Vrchol povodně, který se vytváří střetnutím vod pramenišť Moravy, Desné, Moravské Sázavy a dalších menších přítoků, postupuje z počátku dosti rychle, později vlivem rozsáhlých inundací se jeho postup značně zpomaluje. Časový sřet povodní z Moravy, Desné a Moravské Sázavy bývá poměrně těsný. Při svém postupu údolím se povodňová vlna zvětšuje o vody z přítoků. Čím jsou přítoky zaústěny do řeky Moravy níže po toku a čím jsou přítoky oproti Moravě kratší a strmější, tím jsou řídkší případy předbřhání povodňových vln přítoků před hlavním tokem. Proto se od Třebůvky dolů po řece stále výrazněji prosazuje vrchol Moravy až po zaústění Bečvy. V nivě pod Zábřehem se vrchol povodně zplošřuje vlivem rozlivu. Čelo moravní povodňové vlny se protahuje díky vlnám předbřhajících přítoků, sestupná větev se při vyprazřňování inundačních prostorů protahuje.

Vysoký šřihlý vrchol Bečvy se vytváří časově těsným střetem povodňových vln Vsetřnské a Rožňovské Bečvy. Vrchol povodně pak postupuje úzkým, strmým údolím. Kulminacíní přítoky Bečvy přesahující kapacitu koryta se snižují v důsledku transformace povodňové vlny inundačními prostory. Průtoky, které pojme koryto se naopak v další trati zvyšují o přispěvky přítoků. Tyto přítoky však nemají větší význam při utvřření povodní na Bečvě.

Vrchol Bečvy postupuje značně rychleji než vrchol horní Moravy a k soutoku se zpravidla dostavuje dřive. Pod soutokem horní Moravy a Bečvy se na střední Moravě vytváří nový vrchol povodně, jehož postupová doba je mezi dobou kulminací obou vodních toků. Přestože má Bečva menší plochu povodí jak horní Morava, na soutoku většinou dominuje svými vysokými šřihlými vrcholy, především letních povodní. Tak se postupová doba střední Moravy více přibližuje postupové době Bečvy. Povodňová vlna horní Moravy je protáhlejší, takže střetnutí s vrcholem Bečvy se zpravidla děje při značně vysokých vodních stavech. Od soutoku s Bečvou po zaústění Dyje převládá již vrchol Moravy proti předbřhajícím vrcholům menších přítoků tak výrazně, že se pod jejich ústím postupové doby prakticky nemění.

Pod ústím Dyje do Moravy se vytvoří opět nový vrchol spojením vrcholů obou řek, při čemž vrchol na střední Moravě se v poslední době dostavuje většinou před vrcholem Dyje.

### Snižování retenčního potenciálu plochy povodí v průběhu doby

Odtokové poměry řeky Moravy se zhoršovaly dlouhodobě, již v souvislosti se začátkem osidlováním povodí. Původní pralesy v povodí měly větší retenční kapacitu. Půdy byly mocnější, měly větší obsah humusu a tím byly hydroicky kvalitnější. Povrch plochy kryté přírodními společenstvy byl členitý. Nerovnosti terénu vytvářely i napadané kmeny stromů a erozní prohlubně.

Odnos splachů a akumulace povodňových hlín probíhaly v závislosti na odlesňování, skladbě porostů a na intenzitě zemědělské výroby v povodí. Vodní režim krajiny Pomoraví se zhoršoval až do období kolektivizace zemědělství, do začátku druhé poloviny 20. století.

### **Změny odtokových poměrů v údolní nivě**

Hydrologické poměry řeky Moravy ovlivnilo kácení lužních lesů, které dříve významně brzdily a zadržovaly povodňovou vodu. Bezprostřední vliv měly regulace hlavních vodních toků i přítoků, stavby komunikací na násypch a budování systému ochranných inundačních hrází. Zkapacitňováním koryt řek a omezováním rozsahu záplavových ploch se výrazně změnil průběh retenční funkce nivy. V souvislosti s těmito změnami se měnily i postupové doby povodní a střetávání vrcholů řeky Moravy s jejich přítoky.

V důsledku regulací řeky Moravy a jejich přítoků došlo nejen ke zvyšování maximálních povodňových průtoků, ale hlavně ke zrychlování postupu povodní moravní nivou. Postupem doby tak povodňové vlny na hlavním toku dobíhaly vlny přítoků, což vyvolalo četnější střetávání vrcholů povodní a tím zvyšování kulminací pod zaústěním přítoku.

Údolní niva řeky Moravy má poměrně velkou retenční kapacitu. Při průtocích, které převyšující kapacitu koryta přepadá voda přes inundační hráze a zaplňuje prázdné prostory údolní nivy. Taktó se velmi účinně odféřávají vrcholy povodňových vln. V trati nad zaústěním Dyje se tak vyskytují nejčastěji kulminační průtoky v úzkém rozsahu, trvající mnohdy několik dní.

Jediným přítokem od Třebůvky, jehož povodňové vlny se většínou opožďují za řekou Moravou je Dyje.

## **D.5.14. Nejistoty a rizika**

Povodeň, která proběhla v červenci 1997 na řekách Moravě a Bečvě byla svým rozsahem, jak kulminacemi, tak objemem povodňové vlny doposud zcela mimořádná. I když četnost jejího výskytu byla vyhodnocena s pravděpodobností menší jak jednou za 100 roků, nelze s jistotou tvrdit, že se nemůže vyskytnout častěji a že se v dohledné době nemohou vyskytnout povodně větší.

Výsledky některých výzkumných prací (např. materiály Mezivládního panelu pro klimatické změny při světové meteorologické organizaci a Národní klimatický program České republiky, Praha 2002) upozorňují na to, že klimatické změny ať globální či lokální se projevují značně nepřiznivými důsledky: zmenšením odtoku v období sucha a častějším výskytem katastrofálních srážek.

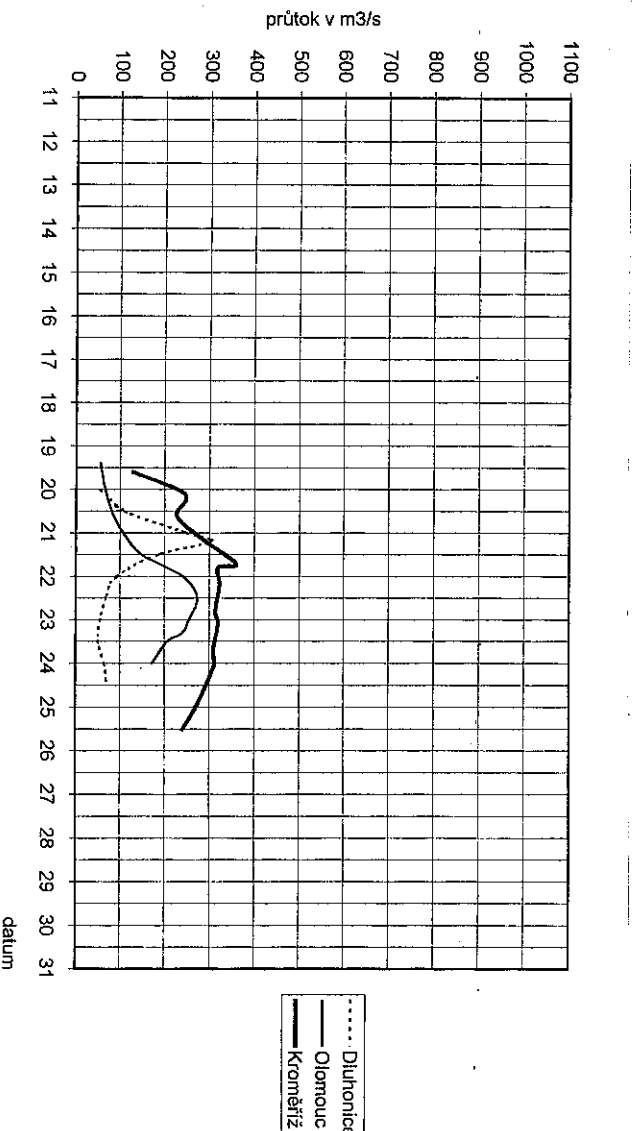
Vyskyt tak extrémních jevů jako byly povodně v roce 1997 na Moravě a v roce 2002 v Čechách může být i projevem nepravděpodobnosti klimatických poměrů. Z dlouhodobého sledování povodní v Čechách (podklad 21 – Brázdil 2003) a na Moravě (podklad 4 – Bukáček 1999) vyplývá, že v historii našich zemí se střídaly období na povodně aktivní s méně aktivními. 20. století patřilo k těm příznivějším. Při tom se systém protipovodňové ochrany na řece Moravě navrhoval na základě hydrologických podkladů vyhodnocených na základě výskytu povodní ve 20. století.

Při stanovení parametrů dokumentací protipovodňové ochrany a hydrologických údajů řeky Moravy se vycházelo z pozorování povodní, které se do té doby vyskytly. V úvahu se přitom bral i vliv plánovaných úprav vodních toků. Postupně, s prodlužováním řady pozorování, se hydrologické údaje upřeshňovaly.

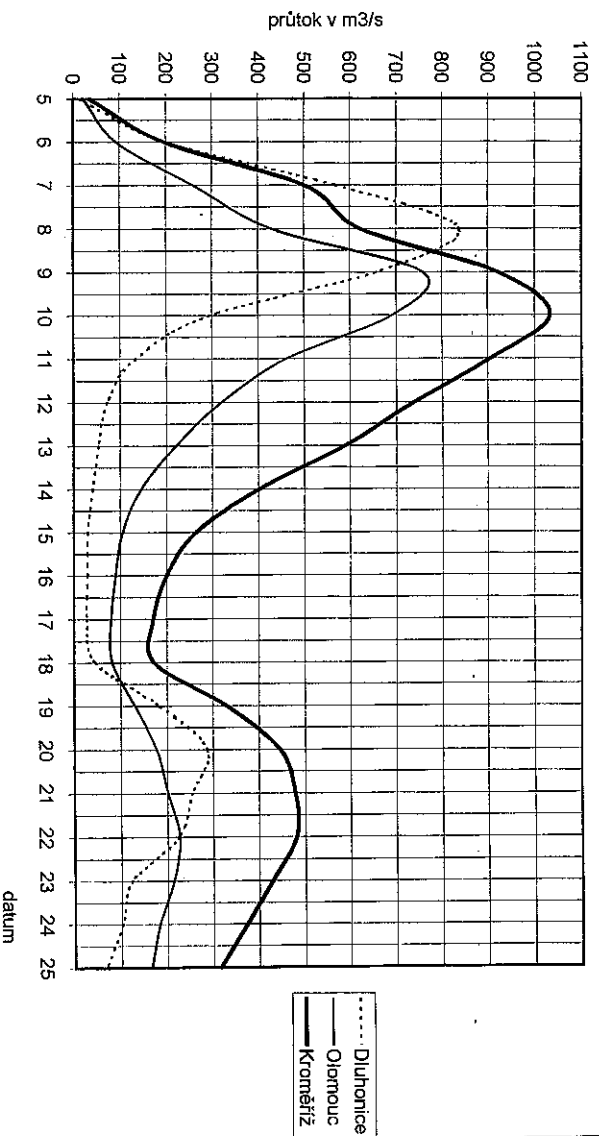
**Tab 9 Porovnání hodnot n-letých průtoků v m<sup>3</sup>/s na některých vodoměrných stanicích na řece Moravě udávaných k rokem 1939 (Bratříněk), 1965 (Čermák), 1995 (ČHMÚ) a 1999 (ČHMÚ).**

n - letost	stanice Raškov				stanice Moravičany			
	1939	1965	1995	1999	1939	1965	1995	1999
1	36	40	42		104	103	106	
2	46	55	56		133	137	137	
5	64	75	76		163	177	180	
10	81	93	92		188	205	213	
20	103	108	109		218	231	246	
50	124	130	132		248	266	291	
100		146	150	189	292	327	394	

Údaje stoleté vody v roce 1999 se oproti roku 1965 zvýšily o 30 % v profilu Raškov a o 35 % v profilu Moravičany. Jen pro velmi přibližnou orientaci jsem přiložil dva hydrografy povodní, abych poněkud přiblížil rozdíl v podmínkách, z nichž vycházeli vodo hospodáři při navrhování koncepce protipovodňové ochrany koncem 19. století a začátkem 20. století a s jakou povodní se musí vypořádat vodo hospodáři na přelomu 20. a 21. století.



**Obr. 21 Hydrograf povodně na soutoku Moravy a Bečvy v červnu 1883**



**Obř. 22 Hydrograf povodně na soutoku Moravy a Bečvy v červenci 1997**

Ke zhoršování povodňového režimu dochází i v poslední době, kdy se postupně z inundací vylučují velké plochy při zajišťování protipovodňové ochrany obcí v údolní nivě Moravy a Bečvy. Především na řece Moravě tak dochází ke zrychlování postupových dob a ke zvyšování kulminálních průtoků. Podle simulace povodně na matematickém modelu (Ing. Gimun) mohou se kulminace, v důsledku individuální ochrany obcí, zvýšit až o 15 %. Prozatím však nejsou tyto změny odtokových poměrů kompenzovány zvyšováním retence plochy povodí a údolní nivy. Některé plánované a realizované retenční nádrže na přítocích mohou režim povodní zhoršit, neboť přibrzděním povodňových vln přítoků dojde k nasedání vrcholů přítoků a hlavního toku. Ne vždy se budou povodňové vlny skládat stejným způsobem jako v červenci 1997 (podle této povodně se modeloval vliv retenčních nádrží).

Další riziko a nejistota odtokových poměrů představuje nebezpečí protržení hrází a komunikací na vysokých náspech, kdy dochází k vytvoření umělých povodňových vln. Absolutní vyloučení poruch náspů je nereálné. V odohospodářské a dopravní stavby poskytují výhodné životní podmínky rozmanitým druhům zemních savců i dalším eurymbiontům druhům živočichů. Často se v nich vyskytují ve větší populační hustotě (podklad 20 - Grulich 1982) ve než v sousedních obdělávaných půdách. Při záplavách jsou jedinými místy výskytu. Jejich nory a komory vytváří predisponované cesty průsaku vody zemním tělesem, která se postupně sufozí rozšiřuje až dojde k prolomení tělesa. Při povodni v roce 1997 jsem byl u Uherského Ostrohu svědkem několika vývěru z inundační hráže o průměru 100 mm. K poruše hrází může dojít i porušením stability svahů, kdy soudržnost zeminy je snížena činností savců vyhrabávajících chodby v několika etážích. K sesuvu dochází až při povodni, kdy svah ztrácí stabilitu rozmočením nakypřené zeminy.

## D.5.15. Doporučení zásad protipovodňové ochrany

Vznik a vývoj povodní je u každé povodně jiný. Přesto struktura vodní soustavy v povodí řeky Moravy vykazuje určitou pravidelnost chování. Aby se odtokové poměry v moravní nivě nezhoršovaly, musí se koncepcí protipovodňové ochrany tvořit v souladu s tímto chováním. Akceptování následujících zásad je podmínkou efektivní a bezpečnější protipovodňové ochrany v povodí řeky Moravy, ochrany, kterou se vodní soustava připraví i na případné katastrofálnější povodně, než byla povodeň z roku 1997.

Doporučuji, aby se protipovodňová ochrana navrhovala v souladu s těmito principy:

- 1) maximální průtoky v údolí řeky Moravy se pod ústím přítoků snižují v závislosti na časovém oddálení vrcholů povodní hlavního toku a přítoků. Riziko střetávání vrcholů povodní řeky Moravy a přítoků se sníží pozdržováním moravní povodňové vlny v úseku pod záústěním Moravské Sázavy až k soutoku s Dyjí,
- 2) neúčelnější je zadržování vody na ploše povodí pramenných oblastí řek Moravy, Desné a Moravské Sázavy, Vsetínské a Rožnovské Bečvy. Pro zlepšení povodňového režimu na střední Moravě je účinnější pozdržovat více horní Moravu (základnu povodňové vlny) než Bečvu. Zdržování povodní na přítocích, pod záústěním Moravské Sázavy, zhoršuje odtokové poměry v moravní nivě,
- 3) údolní niva horní Moravy výrazně transformuje průběh povodňových vln na řece Moravě. Zvyšováním jejího retenčního potenciálu dochází ke zpoždění postupu povodní na horní Moravě a snižování hodnot kulminálních průtoků. Vylučováním prostorů z inundační se naopak povodňový režim zhoršuje.
- 4) na povodňový režim střední Moravy může mít velký vliv rozsáhlá inundace na soutoku horní Moravy a Bečvy. Zvýšení jejího retenčního potenciálu vytvoří podmínky pro větší zpošťování a přibrzdění povodňových vln obou toků
- 5) současná soustava střední Moravy (řeka, inundační hráze, přeliv vody přes inundační hráze, poldr podél řeky Moravy) velmi účinně odřezává špičku povodňové vlny,
- 6) pod souotkem střední Moravy a Dyje je možné zlepšit povodňový režim ovládním průtoků na Dyji pomocí zvýšené retence vodních nádrží (snížením prostoru stálého nadřezání, předpouštění nádrží a zmenšením akumuláčnických prostorů), především Novomlýnské nádrže,
- 7) protože nelze vyloučit výskyt katastrofálnějších povodní, měla by se této možnosti přizpůsobit protipovodňová ochrana (návrhem parametrů) a průběh transformační funkce nivy (tak, aby se zajistila transformace i extrémnějších povodní, než byla povodeň v roce 1997),
- 8) vysoké náspy vodohospodářských a dopravních staveb v nivě představují riziko vzniku umělých vrcholů povodní, které je možné snížit omezením rozsahu takových liniových staveb. Vybrané komunikace umožňující spojení obou okrajů údolní nivy při velmi extrémních povodních musí být vybaveny inundačními otvory, které umožní převést zcela mimořádné průtoky. U ostatních se musí předpokládat jejich přelévání.
- 9) ochranné valy a zdi jsou stabilnější a bezpečnější i při přelíhí koruny než ochranné inundační hráze. Je třeba je volit zvláště v místech, kde se dá očekávat přelíhí ochranného prvku při překročení návrhového průtoku.

Poděkování:

Děkuji všem, kteří mě umožnili vypracování této analýzy, především Ivo Dostálovi, Kamile Florové, Heleně Králové, Jaroslavu Ungermanovi a také Ing. Mylbachrovi z Povodí Moravy.

V Brně, únor 2005