

4 Propojení zjednodušené verze modelu Vltavské kaskády s modelem horní a dolní Vltavy.

V současné době je v rámci ČHMÚ provozován operativní předpovědní systém **AquaLog**. Program je provozován jednotlivými regionálními pracovišti, vždy pro příslušné území náležející do kompetence příslušné pobočky. Pokud bychom vzali v úvahu, že hlavní přínos manipulace na Vltavské kaskádě spočívá především v protipovodňové ochraně Prahy a níže položených měst, je nutné pro takový typ výpočtu mít vstupy z území, které patří do kompetencí tří poboček; českobudějovické, plzeňské a pražské. Z toho lze vydvojit následující varianty týkající se konfigurace systému:

1. Model může být provozován v rámci jednotlivých poboček a výstup v závěrovém profilu je okrajovou podmínkou a vstupem do modelu pobočky jejíž zájmové území leží níže po toku. Tak se dá charakterizovat současný stav. Výstupy z modelů na pobočce v Č.Budějovicích, Plzni a Praze (Sázava) jsou vstupem do modelu Vltavské kaskády na pobočce např. v Praze, tzn. bude standardně provozován model přítoku do VD Orlík, model Berounky, model Sázavy a model Vltavy pod kaskádou v rámci modelu Labe. Model kaskády se bude počítat pouze za povodňových průtoků.
2. Model bude provozován na jedné pobočce a bude zahrnovat veškerá povodí, jež jsou odvodněna do Vltavské kaskády, tzn. model počítá průtoky ve všech hlavních přítocích, jmenovitě Vltavě nad VD Orlík, Otavě, Lužnici, Sázavě a Berounce a některých dalších povodích přímo odvodněných do Vltavské kaskády. Lze předpokládat, že tento model bude provozován pouze za povodňových průtoků kaskádou. Je ale nutné vyřešit problém počátečních podmínek srážko-odtokových modelů, které nejsou běžně provozovány v rámci pobočky.

Z pohledu operativního provozu lze definovat u každého ze dvou výše uvedených řešení výhody a nevýhody, kterých jsou stručně uvedeny Tab. 4-1.

Model provozován na pobočce v Praze	
Varianta 1	Varianta 2
Závislá na výstupech poboček v Českých Budějovicích, Plzni a Praze	Nezávislá na výstupech poboček v Českých Budějovicích, Plzni a Praze (Sázava)
Výpočet se týká pouze několika povodí <ol style="list-style-type: none"> 1. odvodněných do Vltavské kaskády (Brzina, Mastník, Kocába, Loděnice) 2. Sázavy 	Je nutné provést výpočet pro povodí na: <ol style="list-style-type: none"> 1. Otavě 2. Vltavě nad VD Orlík 3. Lužnici 4. Berounce 5. Sázavě 6. dalších méně významných přítocích
Standardní množství dat ke zpracování	Velké množství dat ke zpracování. Zpracovávat se budou i data nad rámec standardního provozu, která jsou v působnosti ostatních poboček. Po vyřešení centrální operativní databáze problematické.
Problémy s počátečními podmínkami pouze pro mezipovodí Vltavské kaskády (lze softwarově vyřešit)	Problémy s počátečními podmínkami u povodí mimo působnost pobočky (lze softwarově vyřešit)
	V případě výpadku provozu pobočky je reálné provádět předpovědi i pro její předpovědní profily.

Tab. 4-1 Porovnání variant výpočtu Vltavské kaskády

V rámci varianty 1. byl vytvořen model všech přítoků kaskády, který vznikl propojením modelu Vltavy, Otavy, Lužnice, Sázavy a Berounky s modelem Vltavské kaskády popsaným v kapitole 2.1.

V rámci varianty 2. byl upraven model popsaný v kapitole 2.1. Vstupy do modelu podle varianty 1 jsou uvedeny v tabulce v příloze Tab. 7-14.

4.1.1 Varianty sestavení modelu kaskády

Koncept makrotopografie a mezotopografie v **AquaLogu** umožňuje dva základní způsoby sestavení modelu kaskády:

1. Model každé nádrže (Tab. 4-2) je vytvářen pomocí modelu MAN a nádrže mezi sebou jsou propojeny pomocí systému předchůdců a následníků. Výpočet v takovém případě probíhá pro každou nádrž nezávisle na ostatních nádržích. Po ukončení simulace jedné nádrže (předchůdce) výpočet pokračuje u nádrže (následník) logicky navazující.
2. V rámci modelu MAN jsou propojeny všechny nádrže (Tab. 4-3) a výpočet probíhá pro každou časovou hladinu pro všechny nádrže současně.

Hrana výpočtového schématu VD Orlík	Označení	Horní uzel výpočtového schématu	Dolní uzel výpočtového schématu
A1	nádrž	1	2
B1	elektrárna	2	3
C1	celkový odtok	3	4
D1	P1_přeliv	2	3
E1	P2_přeliv	2	3
F1	P3_přeliv	2	3
G1	P4_přeliv	2	3
H1	V1_výpust	2	3
I1	V2_výpust	2	3

Tab. 4-2 Výpočtové schéma VD Orlík jako samostatná jednotka makrotopografie systému

Hrana výpočtového schématu Vltavské kaskády	Označení	Horní uzel výpočtového schématu	Dolní uzel výpočtového schématu
A1	VD Orlík	1	2
B1	elektrárna	2	3
C1	P1_přeliv	2	3
D1	P2_přeliv	2	3
E1	P3_přeliv	2	3
F1	V1_výpust	2	3
G1	V2_výpust	2	3
H1	VD Kamýk	3	4
I1	elektrárna	4	5
J1	P1_přeliv	4	5
K1	P2_přeliv	4	5
L1	P3_přeliv	4	5
M1	P4_přeliv	4	5
N1	VD Slapy	5	6
O1	elektrárna	6	7
P1	P1_přeliv	6	7
Q1	P2_přeliv	6	7
R1	P3_přeliv	6	7
S1	P4_přeliv	6	7
T1	V1_výpust	6	7

hrana výpočtového schématu Vltavské kaskády	Označení	Horní uzel výpočtového schématu	Dolní uzel výpočtového schématu
U1	V2_výpust	6	7
V1	VD Štěchovice	7	8
W1	elektrárna	8	9
X1	P1_přeliv	8	9
Y1	P2_přeliv	8	9
Z1	P3_přeliv	8	9
a1	P4_přeliv	8	9
b1	P5_přeliv	8	9
c1	VD Vrané	9	10
d1	P1_přeliv	10	11
e1	P2_přeliv	10	11
f1	P3_přeliv	10	11
g1	P4_přeliv	10	11
h1	Vrané – celkový odtok	11	12
i1	mezi-přítok Slapy	13	5
j1	přítok Vrané	14	9
k1	přítok Berounka	15	11

Tab. 4-3 Mezo-topografie modelu Vltavské kaskády

4.1.2 Varianty provozu modelu nádrže

Modely nádrží zvyšují v rámci HPS náročnost na množství požadovaných dat. Jedná se především o vodní stavu v nádrži, nastavení výpustí a přelivů a průtok elektrárny. Podle dostupnosti těchto dat a podle požadavků na předpověď je možno vybrat ze tří základních variant konfigurací modelů. Varianty výpočtu od jednoduché až ke komplexní se liší pouze v typu modelu pro simulaci VD.

Komplexní varianta V této variantě je pro VD použit model nádrže **MAN**. Je nejnáročnější z hlediska nutných dat pro její provoz. V modelu **MAN** jsou použity měrné křivky výpustí a bezpečnostního přelivu. Pro provoz této varianty je třeba znát nastavení otevření jednotlivých výpustí případně jejich změnu v čase. V tomto režimu se model nádrže nejvíce přibližuje reálnému provozu nádrže. Z hlediska předpovědi je nutné znát manipulace VD pro předpovídané období, na rozdíl od ostatních variant, kdy je požadován pouze předpovídaný průtok.

Jednoduchá varianta V této variantě je pro VD použit model nádrže **MAN**. Je nutné znát průtok na odtoku z VD a počáteční hladinu v nádrži. Model na základě známého odtoku z nádrže a přítoku do nádrže počítá výšku hladiny v reservoáru. Při dosažení úrovně hladiny, kdy dochází k nekontrolovatelnému odtoku z nádrže model na tuto skutečnost upozorní a poskytne varianty dalšího řešení, které je možné přednastavit.

Náhradní varianta V této variantě je místo modelu nádrží použit model **TDR**. V modelu **TDR** není kontinuita mezi přítokem a odtokem. Pro profily je nutné znát průběh časové řady průtoků pro aktuální data a pro předpovídaná data. Tato varianta je určena především pro provoz modelu v období bez možnosti zvýšených průtoků.

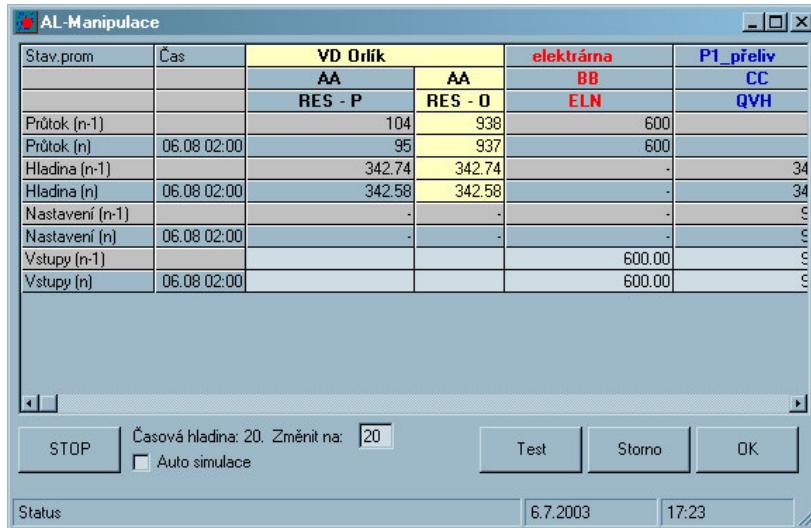
Podrobně je model nádrže **MAN** popsán v kapitole 1.2.

4.1.3 Interaktivní a optimalizační režim

Během výpočtu modelem nádrže **MAN** lze ovlivňovat průtoky na základě manuálního vstupu v každé časové hladině výpočtu. Ukázka menu programu je na Obr. 4—1. Změny stavových proměnných je možné otestovat před pokračováním výpočtu do další časové hladiny. Ve výpočtu je rovněž možné se vrátit na libovolnou časovou hladinu a upravit stavovou proměnnou. Tento interaktivní způsob byl např. použit při vyhodnocení variant 3a-k. a 4 popsaných v kapitole 3.

Součástí programu **MAN** je i optimalizační modul, který umožňuje na základě signálu v některé z větví výpočtového grafu ovlivňovat průběh stavové proměnné v jiné větvi grafu na základě

předdefinovaného pravidla. Například průtok ve větvi **h1** (celkový odtok z VD Vrané) ovlivňuje nastavení ve větvích **C1** až **E1** (přelivy 1 - 3 na VD Orlík) na základě proporcionální závislosti.

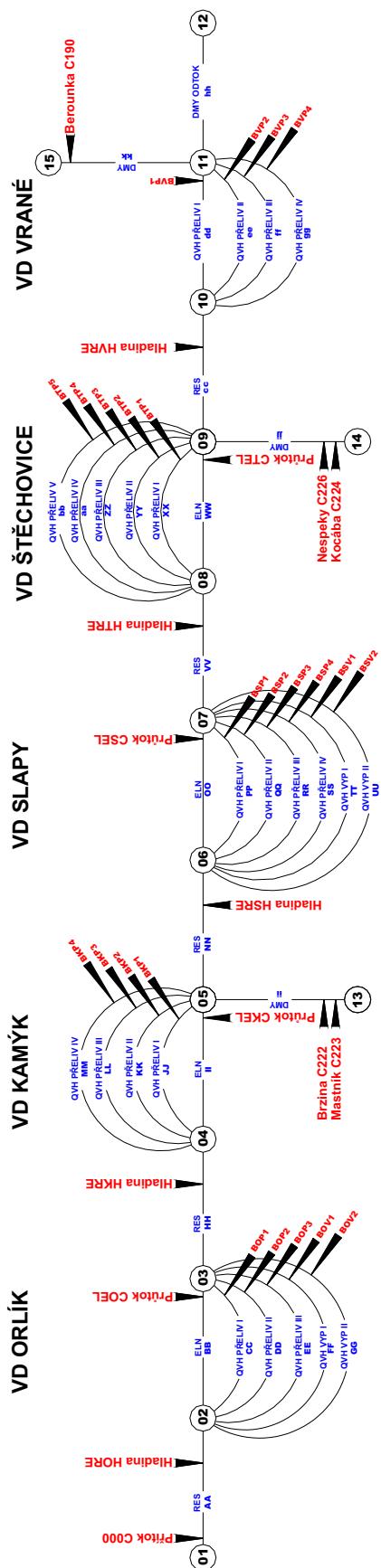


Stav.prom	Čas	VD Orlík		elektrárna	P1_přeliv
		AA	AA		
		RES - P	RES - O		
Průtok (n-1)		104	938	600	
Průtok (n)	06.08 02:00	95	937	600	
Hladina (n-1)		342.74	342.74	-	34
Hladina (n)	06.08 02:00	342.58	342.58	-	34
Nastavení (n-1)		-	-	-	-
Nastavení (n)	06.08 02:00	-	-	-	-
Vstupy (n-1)				600.00	
Vstupy (n)	06.08 02:00			600.00	

Obr. 4—1 Interaktivní program na vstup průtoků, vodních stavů a manipulací během výpočtu.

4.1.4 Kalibrace modelu

Model Vltavské kaskády se skládá z modelů nádrží a srážko-odtokových modelů propojených s modely tvorby a tání sněhové pokrývky. V současnosti existující HPS zahrnuje většinu povodí ovlivňujících průtok kaskádou. V tomto HPS nebyly pouze zahrnuty menší přítoky především do nádrže VD Slapy (Brzina, Mastník) a nádrže VD Vrané (Kocába). V rámci první fáze projektu byl sestaven model na Obr. 2—2, schéma je na Obr. 2—3. Seznam mezipovodí s uvedením jejich identifikátorů a vymezujících říčních profilů je v Příloze v Tab. 7-13. Vzhledem k tomu, že ke klasické kalibraci srážko-odtokového modelu je třeba znát průtok v závěrovém profilu, byla předběžně kalibrována pouze povodí Loděnice, Kocáby, Brziny a Mastníku. Seznam srážkoměrných stanic použitých pro kalibraci je uveden v Tab. 7-8. V případě zprovoznění automatických hydrologických stanic bude možné tato povodí zahrnout do HPS a umožnit jejich rutinní provoz.



Obr. 4—2 Schéma modelu kaskády

4.1.4.1 Závěr

Byl sestaven model nádrží Vltavské kaskády a propojen s **HPS** používaným v rámci předpovědní služby ČHMÚ. K dispozici jsou dvě základní varianty výpočtu. První používá jako okrajové vstupy spočítané průtoky z povodí odvodněných do Vltavské kaskády. Počítá pouze přítoky z mezipovodí, které nejsou běžně operativně provozovány. Druhá varianta má jako okrajové vstupy především srážko-odtokové modely povodí ležících na přítocích Vltavské kaskády.

Propojení zjednodušené verze modelu Vltavské kaskády s modelem horní a dolní Vltavy

