

A	HYDROLOGICKÝ MODEL A JEHO PROCEDURY	A-1
A.1	KLASIFIKACE MODELŮ.....	A-3
A.1.1	<i>Klasifikace modelů dle WMO.....</i>	A-3
A.1.1.1	Rozdělení modelů dle účelu a způsobu aplikace	A-3
A.1.1.2	Rozdělení modelů dle typu simulovaného systému.....	A-3
A.1.1.3	Rozdělení modelů dle komplexnosti simulovaného systému	A-4
A.1.1.4	Klasifikace na základě příčiny a důsledku.....	A-4
A.1.1.4.1	Deterministické modely	A-5
A.1.1.4.2	Stochastické modely	A-5
A.1.2	<i>Další kritéria pro klasifikaci modelů</i>	A-6
A.1.2.1	Modely založené na matematické formulaci procesu.....	A-6
A.1.2.2	Modely v kontextu časo-prostorové oblasti řešení	A-8
A.1.2.3	Časo-prostorová závislost.....	A-8
A.1.2.3.1	Časová diskretizace	A-8
A.1.2.3.2	Prostorová diskretizace	A-9
A.1.2.3.3	Celistvé modely	A-9
A.1.2.3.4	Distribuované modely	A-10
A.1.2.3.5	Semi-distribuované modely	A-11
A.1.2.4	Účel modelu.....	A-11
A.2	MODEL, MODELOVACÍ TECHNIKA A INTEGROVANÝ MODELOVACÍ SYSTÉM.....	A-12
A.2.1	<i>Model, monitorovací systém, databáze</i>	A-13
A.3	VAZBY SRÁŽKO-ODTOKOVÝCH MODELŮ NA OSTATNÍ KOMPONENTY SYSTÉMU	A-14
A.3.1	<i>Propojení srážko-odtokových modelů s modely sněhu.....</i>	A-14
A.3.1.1	Vstupní data	A-14
A.3.1.2	Modely sněhu.....	A-14
A.4	VAZBY MODELŮ VODNÍCH DĚL A SRÁŽKO-ODTOKOVÝCH MODELŮ.....	A-16
A.5	OPERATIVNÍ ŘÍZENÍ VD V PODMÍNKÁCH NEURČITOSTI	A-17
A.6	SOUČASNÉ TRENDY VE VYUŽITÍ S-O DISTRIBUOVANÝCH MODELŮ	A-18
A.7	POROVNÁNÍ DISTRIBUOVANÝCH A CELISTVÝCH MODELŮ	A-18
A.7.1	<i>Otázky časo-prostorového rozdělení.....</i>	A-20
A.7.2	<i>Složitost metody a úspěšnost aplikace.....</i>	A-21
A.8	RADAROVÁ DATA V HYDROLOGICKÉM MODELOVÁNÍ	A-24
A.8.1	<i>Principy.....</i>	A-24
A.8.2	<i>Využití radarových dat v modelu Sacramento.....</i>	A-25
A.9	PROJEKT HOMS	A-29
B	PROJEKTY POSOUZENÍ SRÁŽKO-ODTOKOVÝCH MODELŮ.....	B-30
B.1	KRITÉRIA POSOUZENÍ MODELŮ.....	B-30
B.1.1	<i>Obecná klasifikační kritéria.....</i>	B-30
B.1.1.1	Spolehlivost předpovědi.....	B-30
B.1.1.2	Procentní objemová chyba VE.....	B-31
B.1.1.3	Relativní chyba kulminace MF	B-31

B.1.1.4 Fázová chyba	B-31
B.1.2 Projekt DMIP	B-32
B.1.3 Projekt SNOWMIP	B-33
B.1.3.1 Vstupní data a požadované výstupy	B-33
B.1.3.2 Shrnutí srovnávacích projektů	B-34
B.1.4 Porovnání modelů APIC a SAC-SMA	B-35
B.1.5 Posouzení modelu ARMAX, SAC-SMA a neuronových sítí (Kuo-lin Hsu, et al) ..	B-
36	
B.1.6 Posouzení modelu NAM, SHE a WATBAL	B-37
B.2 STAV MODELŮ V ČR	B-37
C POPIS VYBRANÝCH MODELŮ	C-37
C.1 SYSTÉM AQUALOG	C-38
C.1.1 Stručná charakteristika	C-38
C.1.2 Architektura SW	C-39
C.1.3 Organizace zadávání vstupních dat	C-39
C.1.4 Vybrané modelovací techniky	C-40
C.1.5 AquaLog - případová studie předpovědního systému	C-41
C.2 EFFORTS - ARNO	C-41
C.3 SYSTÉMY HBV	C-42
C.3.1 Popis modelu HBV	C-42
C.3.2 Moduly HBV	C-44
C.3.2.1 Sněhový modul	C-44
C.3.2.2 Modul půdní vlhkosti	C-44
C.3.2.3 Modul geneze odtoku	C-45
C.3.2.4 Modul výpočtu nádrže	C-45
C.3.3 Vstup dat a kalibrace	C-45
C.3.4 Parametry modelu HBV	C-46
C.3.5 Model HBVMOR	C-49
C.3.6 Automatická optimalizace korekcí srážkových a teplotních vstupů	C-49
C.4 VYBRANÉ SYSTÉMY FIRMY US ACE HEC (HEC1, HEC-HMS A HEC-WMS)	C-49
C.4.1 Systém HEC-WMS	C-49
C.4.1.1 Výpočet odtokové ztráty	C-50
C.4.1.2 Výpočet hydrogramu odtoku z povodí	C-51
C.4.1.3 Pohyb povodňové vlny říční sítí	C-52
C.4.1.4 Transformace povodňové vlny nádrží	C-52
C.4.1.5 HEC1-HEC-WMS: vstup parametrů	C-53
C.4.1.6 Sestavení hydrologického modelu	C-53
C.4.1.7 Vstupy srážkových dat	C-54
C.4.1.8 Využitelnost modelů třídy HEC-1	C-55
C.5 MODEL HYDROG-S	C-55
C.6 MODEL MIKE - NAM	C-58
C.6.1 Popis modelu	C-58
C.6.2 Vstupy modelu NAM	C-58
C.6.2.1 Meteorologická data	C-58
C.6.2.2 Hydrologická data	C-59
C.6.2.3 Struktura modelu NAM	C-59
C.6.2.4 Komponenty modelu	C-60
C.6.2.4.1 Povrchová nádrž (Surface Storage)	C-60
C.6.2.4.2 Spodní - kořenová zóna (Lower or root zone storage)	C-60

C.6.2.4.3	Evapotranspirace	C-60
C.6.2.4.4	Plošný odtok (Overland flow).....	C-60
C.6.2.4.5	Hypodermický odtok (Interflow).....	C-60
C.6.2.4.6	Řízení hypodermického a povrchového odtoku.....	C-61
C.6.2.4.7	Doplňování podzemní vody	C-61
C.6.2.4.8	Obsah vlhkosti	C-61
C.6.2.4.9	Základní odtok	C-61
C.6.2.4.10	Rozšířené komponenty podzemní vody	C-61
C.6.2.4.11	Sníh	C-61
C.6.2.4.12	Parametry modelu NAM a jeho stavové veličiny	C-62
C.7	SYSTÉM SHE	C-64
C.8	SYSTÉM NWSRFS	C-66
C.8.1	<i>Systém kalibrace parametrů</i>	C-67
C.8.1.1	Modul MCP	C-67
C.8.1.2	Modul OPT	C-67
C.8.1.3	Předpovědní systém	C-67
C.8.1.4	ESP, rozšířené předpovědi průtoků.....	C-68
C.8.1.5	Případově orientovaný (event oriented) systém.....	C-68
C.8.2	<i>Modelovací techniky</i>	C-69
C.8.2.1	RSNWELEV	C-69
C.8.2.2	SNOW-17.....	C-70
C.8.2.3	APIc (continuous)	C-70
C.8.2.4	ASSIM Asimilace/přizpůsobení půdní vlhkosti	C-72
C.8.2.5	SAC-SMA Sacramento Soil Moisture Accounting	C-72
C.8.2.6	FFG-OPER Flash Flood Guidance Operation	C-72
C.8.2.7	SS-SAC	C-72
C.8.2.8	Příprava dat pro podpůrné programy	C-74
C.9	SAC – SMA	C-74
C.9.1	<i>Horní a spodní zóna</i>	C-75
C.9.2	<i>Distribuce vlhkosti a podpovrchový odtok</i>	C-75
C.9.3	<i>Perkolace</i>	C-77
C.9.4	<i>Základní odtok a podpovrchové odvodnění</i>	C-79
C.9.5	<i>Odtok</i>	C-80
C.9.6	<i>Evapotranspirace</i>	C-80
C.9.7	<i>Parametry modelu SAC-SMA</i>	C-81
C.10	SYSTÉM SOBEK – SAMO	C-82
C.10.1	<i>Model SNOWMELT</i>	C-83
C.10.2	<i>Model SAMO</i>	C-83
C.10.3	<i>Uplatnění systému SOBEK v povodí Orlice</i>	C-83
C.11	OSTATNÍ MODEL Y	C-83
C.11.1	<i>Model DHSVM (Distributed Hydrologic Soil Vegetation Model)</i>	C-83
C.11.2	<i>Model RMS (Research Modeling System)</i>	C-85
C.11.3	<i>Catflow</i>	C-86
C.11.4	<i>Modely vhodné pro Alert</i>	C-87
D	PARAMETRY MODELU	D-89
D.1.1	<i>Vhodná volba měřítka</i>	D-90
D.1.2	<i>Nejistoty spojené s kalibrací</i>	D-90
D.1.3	<i>Kriteria přesnosti předpovědi</i>	D-90
D.1.4	<i>Strategie kalibrace</i>	D-91

D.1.4.1 Strategie kalibrace rozsáhlého povodí.....	D-92
D.1.5 Obvyklé problémy při kalibraci modelu.....	D-94
D.1.6 Verifikace modelu.....	D-95
D.1.7 Kalibrace modelů SNOW-17 a SAC - SMA.....	D-95
D.1.8 Využití programu ArcView při kalibraci.....	D-96
D.1.9 Parametry sněhového modelu SNOW-17.....	D-97
D.1.10 Parametry použité v modelu SAC-SMA.....	D-99
E AUTOMATICKÁ OPTIMALIZACE PARAMETRŮ.....	E-99
E.1 ÚVOD.....	E-99
E.1.1 SCE.....	E-99
E.1.2 Vícekriteriální optimalizace.....	E-100
E.1.3 Kriteria.....	E-101
E.2 INTERAKTIVNÍ KALIBRACE.....	E-102
E.3 POROVNÁNÍ MANUÁLNÍ A AUTOMATICKÉ KALIBRACE.....	E-102
F CHARAKTERISTIKY POVODÍ A ČASOVÉ ŘADY.....	F-103
F.1 KATEGORIE DAT.....	F-103
F.1.1 Digitální model terénu.....	F-103
F.1.2 Charakteristiky využití území.....	F-104
F.1.3 Charakteristiky půd.....	F-104
F.1.3.1 Podklady dle VÚMOP.....	F-105
F.1.3.2 Skupiny půdních typů.....	F-105
F.1.3.3 Infiltrační schopnost půd.....	F-105
F.1.3.4 Retenční vodní kapacita (RVK) půdy (Vopravil a Novák, 2002).....	F-106
F.1.4 Prostorová data získávaná z GIS pro vývoj modelů.....	F-106
F.1.5 Časové řady.....	F-106
F.1.6 Srážková data.....	F-108
F.1.6.1 Předpovědi srážek.....	F-109
F.1.7 Vodní hodnoty sněhové pokrývky.....	F-110
F.1.8 Evapotranspirace.....	F-110
F.1.9 Vodní stavy a průtoky.....	F-110
F.1.10 Data o vodních dílech.....	F-111
F.2 POŽADAVKY NA VSTUPNÍ ČASOVÉ ŘADY.....	F-111
F.3 SBĚR A PŘÍPRAVA VSTUPNÍCH DAT PRO PŘEDPOVĚDNÍ VÝPOČTY.....	F-112
F.3.1 Problematika dostupnosti dat pro ČR.....	F-114
F.3.2 Seznamy a tabulky časových řad.....	F-115
F.3.3 Testy prostorové homogenity.....	F-115
F.3.4 Opravy heterogenity řady.....	F-115
F.3.5 Srážkoměrná síť.....	F-116
F.3.6 Hustota srážkoměrné sítě.....	F-116
F.3.7 Metody výpočtu plošné srážky.....	F-118
F.3.8 Zásady návrhu srážkoměrné sítě.....	F-118
F.3.9 Kritéria návrhu na úpravy operativní sítě stanic.....	F-119
F.4 RADAR - TEORIE RADIOLOKAČNÍCH MĚŘENÍ.....	F-120
F.4.1 Měření radiolokační odrazivosti a produkty odrazivosti.....	F-120
F.4.1.1 Meteorologické radiolokátory.....	F-121
F.4.1.2 Výška radarového paprsku.....	F-121
F.4.2 Radarové odhady srážek a jejich odvození.....	F-122
F.4.2.1 Optimální radarový produkt pro odhad srážek.....	F-123

F.4.2.2	Následné (statistické) korekce radarových odhadů	F-124
F.4.2.3	Kombinovaný odhad srážkového pole z meteorologických radarů a srážkoměrů	F-125
F.4.2.4	Multisenzorová analýza.....	F-125
F.4.2.5	Problém reprezentativnosti srážkoměrných stanic	F-125
F.4.3	<i>Odhady srážek z meteorologických družic</i>	F-125
F.4.4	<i>Adjustace radarových odhadů</i>	F-126
F.4.4.1	Kombinace (adjustovaných) radarových odhadů se srážkoměrnými měřeními	F-127
F.4.4.2	Nowcasting srážek.....	F-128
F.5	PŘÍPADOVÉ STUDIE PRO TESTOVÁNÍ MODELŮ	F-131
F.5.1	<i>Výběr lokalit</i>	F-131
F.5.2	<i>Výběr modelů pro testování</i>	F-132
F.5.3	<i>Charakteristiky vybraných povodí</i>	F-133
F.6	ČASOVÉ ŘADY	F-134
F.6.1	<i>Srážky</i>	F-134
F.6.2	<i>Teploty</i>	F-143
F.6.3	<i>Průtoky</i>	F-144
F.6.4	<i>Volyňka po Nemětice</i>	F-144
F.6.5	<i>Černá po Ličov</i>	F-144
F.6.6	<i>Sázava po Chlístov</i>	F-146
F.6.7	<i>Zdobnice po Slatinu nad Zdobnicí</i>	F-146
F.6.8	<i>Bělá po Častolovice</i>	F-148
F.6.9	<i>Svratka po Borovnici</i>	F-148
F.7	KALIBRACE A VERIFIKACE MODELŮ	F-149
F.7.1	<i>Kalibrace NAM</i>	F-149
F.7.2	<i>Kalibrace SAC-SMA</i>	F-150
F.7.2.1	Základní kroky při kalibraci modelu SAC-SMA	F-150
F.7.2.1.1	Strategie kalibrace	F-150
F.7.2.1.2	Základní odtok.....	F-151
F.7.2.1.3	Kapacity zón vázané vody.....	F-151
F.7.2.1.4	Přívalové srážky	F-151
F.7.2.1.5	Závěrečné úpravy hodnot parametrů	F-151
F.7.2.1.6	Model IUH.....	F-152
F.7.2.1.7	Výsledky kalibrace SAC-SMA	F-152
F.7.3	<i>Kalibrace modelu HEC-WMS</i>	F-157
F.7.3.1	Příprava podkladů.....	F-157
F.7.3.2	Export charakteristik povodí	F-159
F.7.3.3	Příklady simulací.....	F-159
F.7.3.4	Příprava vstupů.....	F-159
F.7.3.5	Simulace, optimalizace parametrů.....	F-160
F.7.3.5.1	Povodí Zdobnice.....	F-160
F.7.3.5.2	Povodí Bělé	F-160
F.7.3.6	Závěry experimentů s HEC-1 WMS	F-162
F.7.4	<i>Kalibrace SSAC</i>	F-163
F.7.5	<i>Kalibrace HBV</i>	F-167
F.7.6	<i>Porovnání modelů SAC-SMA a SSAC</i>	F-167
F.8	VYHODNOCENÍ SIMULACÍ.....	F-167
F.8.1	<i>Statistická kritéria pro vyhodnocení kontinuálních předpovědí</i>	F-167

<i>F.8.2</i>	<i>Vyhodnocení kalibrace</i>	<i>F-169</i>
<i>F.8.3</i>	<i>Vyhodnocení operativní předpovědi</i>	<i>F-171</i>
<i>F.8.3.1</i>	<i>Hodnocení bodových 24- a 48-ti hodinových předpovědí</i>	<i>F-173</i>
<i>F.8.4</i>	<i>Výsledky SAC-SMA a API</i>	<i>F-173</i>
<i>F.8.5</i>	<i>Vliv srážkoměrné sítě na model SAC-SMA</i>	<i>F-176</i>