

# OBSAH

<b>1.</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
1.1	VYMEZENÍ CÍLŮ A OBSAHU PUBLIKACE.....	10
1.2	TERMINOLOGIE POUŽÍVANÁ V ANALÝZE RIZIKA PŘEHRAD.....	11
1.3	NÁVRHOVÉ PARAMETRY VODNÍCH DĚL.....	27
1.4	BEZPEČNOST PŘEHRAD.....	29
1.5	TECHNICKO-BEZPEČNOSTNÍ DOHLED.....	30
1.5.1	<i>Charakteristika a rámec činnosti TBD.....</i>	<i>30</i>
1.5.2	<i>Poznámky k historii TBD v ČR.....</i>	<i>31</i>
1.5.3	<i>Další činnosti prováděné v rámci TBD.....</i>	<i>32</i>
1.6	SPOLEHLIVOST VODNÍCH DĚL.....	33
1.7	RIZIKOVÁ ANALÝZA PŘEHRAD.....	34
1.7.1	<i>Předmět a cíle rizikové analýzy přehrad.....</i>	<i>35</i>
1.7.2	<i>Koncepční přístupy k rizikové analýze přehrad.....</i>	<i>36</i>
1.7.3	<i>Aktuální stav RA přehrad v ČR.....</i>	<i>38</i>
<b>2.</b>	<b>ANALÝZA DOMÁCÍCH PŘEDPISŮ.....</b>	<b>40</b>
2.1	IMPLEMENTACE PRÁVA EVROPSKÉHO SPOLEČENSTVÍ.....	40
2.2	PRÁVNÍ PŘEDPISY A METODICKÉ POKYNY.....	40
2.2.1	<i>Všeobecně.....</i>	<i>40</i>
2.2.2	<i>Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách v platném znění.....</i>	<i>41</i>
2.2.3	<i>Vyhláška č. 471/2001 Sb. o technicko-bezpečnostním dohledu nad vodními díly.....</i>	<i>42</i>
2.2.4	<i>Vyhláška č. 195/2002 Sb. o náležitostech manipulačních a provozních řádů vodních děl.....</i>	<i>45</i>
2.2.5	<i>Vyhláška č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla ve znění 367/2005 Sb. ....</i>	<i>46</i>
2.2.6	<i>Metodický pokyn MZe ke zpracování posudků pro zařazení VD do kategorie.....</i>	<i>48</i>
2.3	TECHNICKÉ NORMY V OBORU PŘEHRAD.....	49
2.3.1	<i>Všeobecně.....</i>	<i>49</i>
2.3.2	<i>ČSN 75 2340 Navrhování přehrad - Hlavní parametry a vybavení</i>	<i>50</i>
2.3.3	<i>ČSN 75 2405 Vodohospodářská řešení vodních nádrží.....</i>	<i>52</i>
2.3.4	<i>ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.....</i>	<i>52</i>
2.3.5	<i>TNV 75 2935 Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních .</i>	<i>53</i>
2.3.6	<i>ČSN 75 2310 Sypané hráze.....</i>	<i>54</i>
2.3.7	<i>ČSN P 75 0290 Navrhování zemních konstrukcí hydrotechnických objektů.....</i>	<i>55</i>
<b>3.</b>	<b>ZAHRAŇIČNÍ PŘÍSTUPY.....</b>	<b>56</b>
3.1	MEZINÁRODNÍ PŘEHRADNÍ VÝBOR.....	56
3.2	ČESKÝ PŘEHRADNÍ VÝBOR.....	56

3.3	ČINNOST EVROPSKÉHO KLUBU ICOLD.....	57
3.4	AUSTRÁLIE.....	57
3.5	KANADA .....	57
3.6	VELKÁ BRITÁNIE .....	58
3.7	NĚMECKO .....	59
3.7.1	<i>Třídy přehrad</i> .....	60
3.7.2	<i>Rozdělení prostorů nádrže a stanovení mezních hladin</i> .....	60
3.7.3	<i>Bezpečnost přehrad při povodních</i> .....	63
3.7.4	<i>Porovnání se současným stavem v ČR</i> .....	65
3.8	SLOVENSKO .....	66
3.9	USA.....	67
<b>4.</b>	<b>DATA A PODKLADY V PŘEHRADNÍM INŽENÝRSTVÍ.....</b>	<b>70</b>
4.1	SOUHRNNÝ VÝČET DAT O PŘEHRADÁCH.....	70
4.1.1	<i>Geografická data</i> .....	71
4.1.2	<i>Oborová data</i> .....	71
4.1.2.1	<i>Povšechná data o vodním díle</i> .....	71
4.1.2.2	<i>Data související se vzdouvacím objektem (hrází)</i> .....	72
4.1.2.3	<i>Nádrž</i> .....	73
4.1.2.4	<i>Objekty</i> .....	73
4.1.2.5	<i>Údaje o provozu vodního díla</i> .....	74
4.1.3	<i>Vazba na vodohospodářský systém</i> .....	74
4.1.3.1	<i>Nádrže výše po toku</i> .....	74
4.1.3.2	<i>Nádrže níže po toku</i> .....	75
4.1.3.3	<i>Data o území níže po toku</i> .....	75
4.2	ZDROJ DAT – DOKUMENTACE .....	75
4.3	ROZDĚLENÍ DOKUMENTACE .....	76
4.3.1	<i>Příprava stavby</i> .....	76
4.3.2	<i>Výstavba</i> .....	77
4.3.3	<i>První plnění</i> .....	77
4.3.4	<i>Provoz a údržba</i> .....	77
4.4	DOKUMENTY PRO KONTROLNÍ ČINNOST .....	78
4.4.1	<i>Inspekční činnost - kontrola a prohlídka VD</i> .....	78
4.4.1.1	<i>Prohlídka</i> .....	78
4.4.1.2	<i>Měření</i> .....	78
4.4.2	<i>Běžné hodnocení bezpečnosti VD</i> .....	79
4.4.3	<i>Dokumenty potřebné pro řešení mimořádných situací</i> .....	79
4.4.4	<i>Analýza současného stavu dokumentů</i> .....	80
4.4.5	<i>Doporučení pro vedení dokumentace</i> .....	82
4.5	PŘÍKLAD DOSTUPNOSTI DAT PRO VD VRANOV .....	82
4.6	DATABÁZE PORUCH VZDOUVACÍCH STAVEB .....	83
4.6.1	<i>Obecně k databázi poruch</i> .....	83
4.6.2	<i>Obsah a struktura databáze poruch</i> .....	86
4.7	NĚKTERÁ DALŠÍ DOPORUČENÍ.....	89



<b>5.</b>	<b>METODIKA A NÁSTROJE RIZIKOVÉ ANALÝZY .....</b>	<b>90</b>
5.1	VYMEZENÍ POJMU RIZIKA .....	90
5.2	NÁSTROJE RIZIKOVÉ ANALÝZY .....	91
5.2.1	<i>Kvalitativní analýza</i> .....	92
5.2.1.1	Kontrolní seznamy prvků systému .....	92
5.2.1.2	Diagramy prvků systému .....	95
5.2.1.3	Sestavení soupisu scénářů nebezpečí .....	97
5.2.1.4	Analýza způsobů poruch a jejich důsledků (FMEA) .....	98
5.2.1.5	Analýza stromu poruch (FTA) .....	102
5.2.1.6	Analýza stromu událostí (ETA) .....	104
5.2.1.7	Analýza kritických stavů .....	106
5.2.2	<i>Semikvantitativní analýza metodou FMECA</i> .....	106
5.2.2.1	Odhad pravděpodobností .....	108
5.2.2.2	Analýza následků .....	108
5.2.2.3	Dostupnost dat a způsob identifikace poruchy .....	109
5.2.2.4	Stanovení kritičnosti .....	111
5.2.3	<i>Kvantitativní riziková analýza</i> .....	114
5.2.3.1	Riziko v materiální sféře .....	115
5.2.3.2	Riziko vzniku ztrát na životech a zdraví obyvatel .....	121
5.3	PŘIJATELNÉ RIZIKO .....	132
5.3.1	<i>Stav v České republice</i> .....	132
5.3.2	<i>Obecné přístupy</i> .....	133
<b>6.</b>	<b>PROBLEMATIKA ZVLÁŠTNÍCH POVODNÍ .....</b>	<b>134</b>
6.1	POSTUP ŘEŠENÍ .....	134
6.2	PODKLADY NUTNÉ PRO ŘEŠENÍ .....	137
6.3	STANOVENÍ HYDROGRAMU ZVLÁŠTNÍ POVODNĚ .....	137
6.4	PROUDĚNÍ V ÚDOLÍ POD VODNÍM DÍLEM .....	139
6.4.1	<i>Matematický model 1D proudění</i> .....	140
6.4.1.1	Proudění v korytě toku .....	140
6.4.1.2	Proudění v korytě toku a v inundačním území .....	142
6.4.1.3	Objekty na toku .....	143
6.4.2	<i>Zjednodušené řešení dle [Morris, Hewlett, Elliott 2000]</i> .....	145
6.4.3	<i>Zjednodušený výpočet podle metodiky [H]</i> .....	147
6.4.4	<i>Srovnání uvedených postupů</i> .....	148
<b>7.</b>	<b>APLIKACE SYSTEMATICKÉ REDUKCE PARAMETRŮ SMYKOVÉ PEVNOSTI .....</b>	<b>152</b>
7.1	TEORETICKÉ ZÁKLADY METODY .....	152
7.1.1	<i>Výhody a nevýhody klasické metody a metody SSR</i> .....	152
7.2	TEORIE PLASTICITY .....	153
7.2.1	<i>Drucker-Pragerova podmínka plasticity</i> .....	157
7.3	REDUKCE PARAMETRŮ SMYKOVÉ PEVNOSTI .....	161
7.4	VÝPOČET BODOVÉHO STUPNĚ BEZPEČNOSTI A OBLASTI NESTABILITY ..	163
7.5	ŘEŠENÉ PŘÍKLADY .....	163

7.5.1	<i>Příklad č.1</i> .....	163
7.5.2	<i>Příklad č.2</i> .....	166
<b>8.</b>	<b>BEZPEČNOST A SPOLEHLIVOST PŘEHRAD</b> .....	<b>170</b>
8.1	ÚVODNÍ POZNÁMKY .....	170
8.2	NORMATIVNÍ PODKLADY A POŽADAVKY .....	171
8.2.1	<i>Sypané hráze</i> .....	171
8.2.2	<i>Betonové hráze</i> .....	173
8.3	HODNOCENÍ STABILITY HRÁZÍ PODLE STUPNĚ BEZPEČNOSTI.....	174
8.3.1	<i>Sypané zemní hráze</i> .....	174
8.3.1.1	Celková bezpečnost - metody mezní rovnováhy.....	174
8.3.1.2	Lokální a celková bezpečnost.....	182
8.3.1.3	Metoda redukce parametrů smykové pevnosti.....	183
8.3.2	<i>Betonové přehrady</i> .....	183
8.3.2.1	Bezpečnost proti usmyknutí.....	183
8.3.2.2	Bezpečnost proti překlopení .....	184
8.3.2.3	Posouzení únosnosti podloží.....	184
8.3.3	<i>Posouzení vzniku filtračních deformací</i> .....	185
8.3.3.1	Bezpečnost proti hydraulickému prolomení (provalení).....	185
8.3.3.2	Bezpečnost proti ztekucení, resp. vnější sufozi.....	186
8.3.4	<i>„Plovoucí“ stupeň bezpečnosti</i> .....	187
8.4	HODNOCENÍ KONSTRUKCE HRÁZÍ PODLE MEZNÍCH STAVŮ .....	190
8.4.1	<i>Obecně k posuzování konstrukcí podle mezních stavů</i> .....	190
8.4.1.1	Mezní stavy .....	190
8.4.1.2	Návrhové situace .....	191
8.4.1.3	Parametry materiálů a základových půd .....	191
8.4.1.4	Parametry zatížení .....	191
8.4.1.5	Klasifikace a kombinace zatížení.....	192
8.4.1.6	Vyjádření významu objektu.....	193
8.4.1.7	Obecná rovnice mezního stavu stability polohy .....	195
8.4.2	<i>Sypané hráze</i> .....	195
8.4.2.1	Vyšetřování spolehlivosti zemní konstrukce .....	196
8.4.2.2	Mezní stav stability polohy.....	197
8.4.2.3	Mezní stav vzniku havarijních trhlin .....	197
8.4.2.4	Mezní stav přetvoření .....	198
8.4.2.5	Mezní stav filtrační stability .....	198
8.4.3	<i>Betonové přehrady</i> .....	198
8.4.3.1	Stabilita proti posunutí.....	199
8.4.3.2	Stabilita proti převržení .....	200
8.4.3.3	Stabilita proti nadzvednutí vzlakem .....	200
8.4.4	<i>Použití statistického modelování</i> .....	201
8.4.4.1	Mezní stav hydraulického prolomení.....	201
8.4.4.2	Mezní stav vzniku ztekucení, resp. vnější sufoze .....	204
<b>9.</b>	<b>VYUŽITÍ STATISTICKÝCH METOD V TBD</b> .....	<b>220</b>
9.1	SHLUKOVÁ ANALÝZA.....	222



9.1.1	<i>Hierarchické shlukování</i> .....	223
9.1.2	<i>Metoda k-průměrů</i> .....	224
9.1.3	<i>Využití shlukové analýzy</i> .....	224
9.2	ANALÝZA HLAVNÍCH KOMPONENT.....	227
9.3	STATISTICKÁ ANALÝZA ZÁVISLOSTÍ.....	230
9.3.1	<i>Korelační analýza</i> .....	234
9.3.1.1	Výběrový korelační koeficient.....	234
9.3.1.2	Testy hypotéz o Pearsonově korelačním koeficientu.....	237
9.3.1.3	Výběrový parciální korelační koeficient.....	240
9.3.1.4	Výběrový mnohonásobný korelační koeficient.....	241
9.3.2	<i>Regresní analýza</i> .....	243
9.3.2.1	Bodové odhady parametrů modelu.....	245
9.3.2.2	Intervaly spolehlivosti a testy hypotéz v modelu.....	248
9.3.2.3	Kritéria kvality regresního modelu.....	251
	Hodnocení výběru vysvětlujících proměnných (regresorů).....	257
9.3.2.4	Postupy při porušení předpokladů KLRM.....	266
9.4	ZÁVĚR KE STATISTICKÉMU VYHODNOCENÍ DAT.....	271

## **10. APLIKACE JEDNOTLIVÝCH POSTUPŮ PŘI HODNOCENÍ RIZIKA PŘEHRAD ..... 272**

10.1	FMEA/FMECA.....	272
10.1.1	<i>VD Dlouhé Stráně - rozhodovací analýza</i> .....	272
10.1.1.1	Kvalitativní analýza.....	273
10.1.1.2	Semikvantitativní analýza - FMECA.....	274
10.1.2	<i>VD Mostiště a VD Šance - srovnávací analýza</i> .....	281
10.1.2.1	Stručně o VD Mostiště.....	281
10.1.2.2	Riziková analýza.....	282
10.1.3	<i>Shrnutí k metodám FMEA/FMECA</i> .....	286
10.2	ANALÝZA POMOCÍ FTA A ETA VYBRANÝM SOFTWAREM.....	288
10.2.1	<i>Popis vybraného softwaru a přístupy k řešení</i> .....	288
10.2.2	<i>Příklad hodnocení - VD Šance</i> .....	290
10.2.2.1	Stručně k vodnímu dílu.....	290
10.2.2.2	Rekonstrukce díla a odhad investičních nákladů.....	291
10.2.3	<i>Scénáře porušení</i> .....	291
10.2.4	<i>Analýza pomocí stromu poruch (FTA)</i> .....	294
10.2.5	<i>Analýza pomocí stromu událostí (ETA)</i> .....	295
10.3	STANOVENÍ PRŮBĚHU ZVLÁŠTNÍ POVODNĚ.....	302
10.3.1	<i>Údaje o vodním díle</i> .....	302
10.3.2	<i>Analýza průběhu zvláštní povodně</i> .....	303
10.4	KVANTITATIVNÍ HODNOCENÍ RIZIKA METODIKOU BDS.....	308
10.4.1	<i>Základní parametry a charakteristika metodiky</i> .....	308
10.4.2	<i>Aplikace postupu na VD Šance</i> .....	308
10.4.2.1	Podklady o vodním díle.....	308
10.4.2.2	Odhad roční pravděpodobnosti poruchy.....	309
10.4.2.3	Celková roční pravděpodobnost poruchy přehrady.....	313
10.4.2.4	Odhad následků porušení přehrady.....	313

10.4.2.5	Riziko .....	315
10.4.2.6	Shrnutí výsledků a dílčí závěr.....	319
10.5	ANALÝZA NÁKLADŮ A UŽITKŮ.....	319
10.5.1	<i>Hodnocení škod na majetku.....</i>	<i>319</i>
10.5.2	<i>Analýza nákladů a užitků.....</i>	<i>321</i>
<b>11.</b>	<b>SEZNAM VELIČIN A PROMĚNNÝCH .....</b>	<b>323</b>
<b>12.</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ .....</b>	<b>328</b>
12.1	LITERATURA .....	328
12.2	WWW STRÁNKY.....	336
12.3	PRÁVNÍ, NORMATIVNÍ A METODICKÉ PODKLADY.....	337
12.3.1	<i>Zákony.....</i>	<i>337</i>
12.3.2	<i>Vyhlášky.....</i>	<i>337</i>
12.3.3	<i>Technické normy.....</i>	<i>338</i>
12.3.4	<i>Metodické pokyny a další podklady.....</i>	<i>339</i>
<b>13.</b>	<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>340</b>
<b>14.</b>	<b>RESUME.....</b>	<b>343</b>
<b>15.</b>	<b>ANGLICKO - ČESKÝ SLOVNÍK VYBRANÝCH TERMÍNŮ ..</b>	<b>346</b>
<b>16.</b>	<b>REJSTRÍK.....</b>	<b>349</b>