Povodí Odry, státní podnik
Český přehradní výbor

XXXV. PŘEHRADNÍ DNY 2016

Ostrava

21. – 23. června 2016

Sborník příspěvků – 25. kongres ICOLD 2015

Mezinárodní konference XXXV. Přehradní dny 2016
Ostrava, 21. – 23. června 2016

Odborná témata konference:

1. Řízení nádrží při extrémních hydrologických situacích
2. Přehrady - návrhové parametry a možnosti nové výstavby
3. Provoz a stárnutí přehrad a nádrží, sledování objektů přehrad
4. Malé vodní nádrže a odkaliště

Sborník příspěvků – svazek 1. – témata 1 a 2 (ISBN 978-80-01-05969-2)
Sborník příspěvků – svazek 2. – témata 3 a 4 (ISBN 978-80-01-05970-8)
Sborník příspěvků – 25. kongres ICOLD 2015 (ISBN 978-80-01-05971-5)

Editor:	Milan Zukal
Název díla:	XXXV. Přehradní dny 2016 – 25. kongres ICOLD 2015
Vydalo:	České vysoké učení technické v Praze
Zpracovala:	Fakulta stavební
Kontaktní adresa:	Katedra hydrotechniky, Thákurova 2077/7, 166 29 Praha 6 - Dejvice
Tel.:	224 354 643
Tisk:	Printo, s.r.o.
Adresa tiskárny:	Generála Sochora 1379, 708 00 Ostrava - Poruba
Počet stran:	97
Náklad:	300 výtisků
Pořadí vydání:	1.

ISBN 978-80-01-05971-5

Obsah

Úvod 2

Otázka 96 – Inovace ve využití přehrad a nádrží 4

Otázka 97 – Přelivy 23

Otázka 98 – Sypané hráze a hráze odkališť 45

Otázka 99 – Zlepšení a obnova přehrad 69

Úvod

Ve třetím svazku sborníku vydaného ku příležitosti konání konference XXXV. Přehradních dny 2016 se kolektiv účastníků 25. kongresu Mezinárodní přehradní komise pořádaného v červnu roku 2015 v norském Stavangeru pokusil připravit ve zhuštěné podobě základní informaci o kongresových materiálech.

Je zde obsaženo krátké přiblížení obsahu všech referátů publikovaných ve sborníku ke čtyřem hlavním otázkám kongresu. Kompletní referáty jsou pak dostupné ve sborníku na CD, které je možno získat na sekretariátu Českého přehradního výboru.

Kongresové otázky 2015:

Otázka 96 – Inovace ve využití přehrad a nádrží
Otázka 97 – Přelivy
Otázka 98 – Sypané hráze a hráze odkališť
Otázka 99 – Zlepšení a obnova přehrad

Česká republika byla na 25. kongresu ICOLD zastoupena následujícími příspěvky:

Q.96 - R. 9 KENDÍK, T., BŘEZINA, K., PRÁŠKOVÁ, J.
Vltavská kaskáda – změny v náhledu společnosti na využití vodních děl

Q.97 - R. 11 SATRAPA, L., BROUČEK, M., KRÁLÍK, M., ZUKAL, M.
Numerické a fyzikální modelovaní hrazených přelivů

Q.97 - R. 26 KUČERA, R., STŘEŠTÍK, J.
Zvyšování bezpečnosti vodních děl Povodí Vltavy v souladu s nynějšími požadavky

Q.99 - R. 12 HODÁK, J.
Přehrada Karolinka – technickobezpečnostní dohled v průběhu výstavby těsnící stěny

Q.99 - R. 14 RICHTR, D.
Výstavba nové spodní výpusti a stabilizace návodního svahu přehrady Jordán ve městě Tábor v ČR

Tab. 1 Statistika referátů

Stát	Q. 96	Q. 97	Q. 98	Q. 99	Sdělení	Celkem
Australia	2, 3	2	1			4
Austria				17		1
Brazil		1	6			2
Burkina Faso	33			3		2
Canada		38	20, 29, 30, 31			5
China	19, 21, 24		7	5		5
Colombia			18			1
Czech Rep.	9	11, 26		12, 14		5
For.Yug.Rep.of Macedonia			4			1
France	35, 36, 37, 38, 39, 40, 41	39, 40, 41, 42, 43, 44, 45	11, 32, 38, 39, 40, 41	46, 50, 51, 52, 53, 54, 55	5	28
Germany			26			1
Greece		36				1
India				4		1
Iran	16	25		8, 11, 34		5
Italy	28, 34	37	34, 35	18, 48, 49		8
Japan	11, 12, 13, 22, 23	10, 34, 35	2, 9	9, 42, 45	1, 2, 3	16
Morocco		3, 5	19	6		4
Norway	18, 32	16, 18, 19, 20		23, 25, 26, 27, 28, 29, 30		13
Pakistan				1		1
Poland				7		1
Portugal		29	8	35		3
Romania	4, 31	4	27	43		5
Russia	5, 6, 7, 8	6, 7, 8, 9	23, 24, 25	44		12
Slovakia	25		17	13		3
South Africa	20	27, 28	22			4
Spain	1, 10, 14, 15, 17	30, 31, 32, 33	3, 10, 21, 36	10, 36, 37, 38, 39, 40, 41		20
Sweden		12, 13, 14, 15	5, 28, 33, 37	2, 24, 47		11
Switzerland		21, 22, 23, 24	12, 14, 16,	20, 22, 31, 32, 33		12
UK	30	17	15	19, 21		5
Ukraine			13			1
USA	26, 27, 29			15, 16		5
celkem 31 států	41	45	41	55	5	187

Otázka 96 - Inovace ve využití přehrad a nádrží

Zpracovatelé výběru příspěvků otázky 96:

Ing. Miroslav Brouček, Ph.D. (Katedra hydrotechniky, Fakulta stavební ČVUT v Praze)
Ing. Milan Zukal, Ph.D. (Katedra hydrotechniky, Fakulta stavební ČVUT v Praze)

Otázka 96 byla rozdělena do 4 podtémat:

1. Role inovace u přehrad a nádrží (akumulace energie, akumulace mimo koryta, přehrady na moři,…)
2. Pozice víceúčelových přehrad a nádrží ve vztahu ke globálním změnám a požadavkům integrovaného vodního hospodářství (plánování, projektování a provoz)
3. Malé přehrady a nízké sypané zemní hráze (potřeba, specifika návrhu, výstavba a monitoring, nová řešení)
4. Potřeba budování kapacit a rozvoje profesního přehradního inženýrství pro zajištění udržitelnosti znalostí a zkušeností

Generálním zpravodajem této otázky byl pan Luc Deroo (France).

V této sekci bylo publikováno 41 příspěvků shrnutých v generální zprávě:

R. 1 GONZALEZ PACHON, J.R., OJEDA COUCHOUD, J., RUIZ CASANUEVA, J. (Spain)
Projekty víceúčelových přehrad Lower Ewaso Ng'iro South a Nandi Forest v Keni

R. 2 BURNS, F.L. (Australia)
Případová studie: Návrh provzdušnění nádrže pro kontrolu kvality vody - novátorská role pro nádrže

R. 3 LOCKE, M. (Australia)
Vodní díla pro zajištění přírodních průtoků

R. 4 ABDULAMIT, A., STEMATIU, D., IACOB, I., COJOC, R. (Romania)
Využití stávajících hydroenergetických nádrží jakožto dolních nádrží přečerpávacích vodních elektráren

R. 5 PODVYSOTSKI, BORODULIN, A. A. (Russia)
Přečerpávací vodní elektrárny s podzemními nádržemi. Konstrukční řešení. Výhledy.

R. 6 IHSANOV, R., CHERNYSHEV, S. (Russia)
Úprava vodní elektrárny Zelenchuk na řece Kubáň na přečerpávací vodní elektrárnu

R. 7 YURKEVICH, B., LVOVSKIY, V.A., KHAZIAHMETOV, R.M., DOD, E. (Russia)
Transformace povodňových průtoků přehradami s energetickým využitím v povodí řeky Amur

R. 8 BELLENDIR, E., LAPIN, G., PEKHTIN, V., PAK, A., ZHIRKEVICH, A. (Russia)
Řízení vodních děl Zeya a Bureya v povodí řeky Amur při převádění povodňových průtoků v roce 2013

R. 9 KENDÍK, T., BŘEZINA, K., PRÁŠKOVÁ, J. (Czech Republic)
Vltavská kaskáda – změny v náhledu společnosti na využití vodních děl

R. 10 POLIMON, J. (Spain)
Nezbytnost výchovy odborníků v oblasti bezpečnosti přehrad a poučení z protržení odkaliště Aznalcóllar

R. 11 MATSUURA, M., MINENO, Y. (Japan)
Úvaha nad technologickým rozvojem v oblasti nízkých sypaných hrází za účelem zvyšování racionálního využívání nádrží

R. 12 SAKAI, Y., TOYODA, T., HORIYA, S. (Japan)
Zkoumání možností zotavení mořských řas v neplodných sedimentech ze dna nádrží v Japonsku

R. 13 MITSUISHI, S., ASAI, K., AKAMATSU, Y., KAWAMOTO, N., HIRANO, Y. (Japan)
Studie protipovodňového účinku přehrady Abugawa na povodeň z července 2013 a možná opatření pro zlepšení

R. 14 BAZTAN, J., RODRIGUEZ, N., MARTÍN, A. (Spain)
Projekty přečerpávacích vodních elektráren s využitím stávajících nádrží ve Španělsku dle společnosti Gas Natural Fenosa

R. 15 JÁCOME SÁNCHEZ, V.H., CABRERA CAZORLA, L., PÁEZ PEREZ, E. LIEDANA MARTÍNEZ, M., RODRÍGUEZ PALLARES, M. (Spain)
Návrh systému ochrany před sedimenty pro projekt využití vodní energie Manduriacu v Ekvádoru

R. 16 ASHRAFI, M., JAFARI, N. (Iran)
Výzvy ve výstavbě přehrady v náročných podmínkách

R. 17 SANTA MARINA, J., PASTOR, J.J., CASTRO, M., SEVILLA, J.G. (Spain)
Přehrady pro nápravu stavu životního prostředí v povodí řeky Ramis v oblasti Punu v Peru

R. 18 NIELSEN, L.E., LINDEMARK, J., KRISTIANSEN, S.A. (Norway)
Využití retenčních kapacit velkých nádrží pro snížení dopadů povodní

R. 19 LI HUI, LI YU LI PENG (China)
Integrované vodní hospodářství kaskády víceúčelových vodních děl na řece Jinsha

R. 20 MABUDA, L.S., ANDERSON, H. (South Africa)
Společensko-ekonomické aspekty rozvoje přehradní výstavby

R. 21 FAN QIXIANG, NIE QINGHUA, LI GUO (China)
Klíčové technologie a inženýrská praxe při výstavbě obtokových tunelů s vysokou rychlostí proudění a kapacitou

R. 22 KANMURII, M., MORITA, H., TAKEZAWA, H., AOYAMA, T., MIURA, H. (Japan)
Protipovodňová opatření pro tajfun 18 v povodí řeky Yodo v roce 2013 – zamezení katastrofy díky koordinovanému řízení 7 přehrad

R. 23 UENO, K., MOHRI, Y., TANAKA, T., TATSUOKA, F. (Japan)
Vliv počátečního smykového napětí na snížení pevnosti hutněných zemin během cyklického namáhání v neodvodněných podmínkách

R. 24 LIU YU, LI HUI, ZHAI SHAOJUN, DAI LONG (China)
Automatická kompensace v provozu jezových uzávěrů na přehradě Xiangjiaba na řece Yangtze při neočekávaných výkyvech zatížení

R. 25 MYDLA, D. (Slovakia)
Změny v účelu využití velkých nádrží na východním Slovensku

R. 26 RANDALL, B.P., DUSTIN, J.S., ECK, J.L. (USA)
Využití spektrální analýzy při potížích s nekonsistencí dat z „Vibrating wire“ piezometrů

R. 27 DEL SHANNON, P.E. (USA)
Ekonomicky efektivní řešení pro návrh a výstavbu malých vodních nádrží: případová studie nádrže Pine Brook

R. 28 BALDOVIN, E., MORELLI, G.L., REDI, H. (Italy)
Přehrada Mandawa: víceúčelová nádrž v kaskádě Velkého Zábu

R. 29 HALPIN, E., ESCUDER-BUENO, I. (USA)
„Smart governance“ v oblasti inženýrských staveb: úspěchy při výzvách nadcházejících generací

R. 30 HUGHES, A.K. (UK)
Mladí lidé – naše budoucnost – děláme dost?

R. 31 ABDULAMIT, A., STEMATIU, D., IACOB, I., COJOC, R. (Romania)
Využití stávajících hydroenergetických nádrží jakožto dolních nádrží přečerpávacích vodních elektráren

R. 32 BAKKEN, T.H., RUGELBAK, J.M., ESCOBAR, M., ŞORMAN, A.U., ALFREDSEN, K., KILLINGTVEIT, A. (Norway)
Vliv změn klimatu a požadavků na závlahu na zdroje vody pro využití vodní energie v povodí Kizilirmak v Turecku

R. 33 MILLOGO, F. (Burkina Faso)
Řízení o povolení přehrady Bagre

R. 34 CICERO, G.A., GRAZIA, E., GRIGATTI, S. (Italy)
Úloha více než 50 let staré přečerpávací vodní elektrárny Guadalami v moderním rámci výroby elektrické energie z vodních zdrojů

R. 35 LEMPERIERE, F., NERINCX, N., BESSIERE, C. (France)
Nová slibná řešení pro využití energie přílivu

R. 36 BRUN, P., AYOUB, M. (France)
Přečerpávací elektrárna Guadeloupe využívající mořskou vodu: řešení, které umožňuje využití nesouvislého obnovitelného zdroje energie

R. 37 BOUTRY, M., PEYRAS, L., LAIGLE, D., MERCKLE, S., PITON, G., RECKING, A., STOLTZ, G., PATROCCO, D., DEL VESCO, R., BODRATO, G., ROPELE, P., COLLE, F. (France)
Rizika a bezpečnost hráze pro umělé zasněžování: francouzsko-italský projekt "Risba"

R. 38 BONVILLER, A., LESTREHAN, C., PELTIE, B.,SENECHAL, G. (France)
Přehrada Valley Gier - provozní změny s cílem přizpůsobit se změně klimatu a dalším očekávaným změnám využití

R. 39 HERRIER, G., PUIATTI, BONELLI, S., FRY, J-J., NERINCX, N., FROUMENTIN, M. (France)
Ošetření půdy vápnem: inovativní techniku pro výstavbu vodních děl v zemi

R. 40 SAUSSE, J., TOUSSET, N., TOURMENT, R., CURT, c., FELIX, h., NORET, C., DE FELIX, P. (France)
Kvalita a technické provedení: některé příklady vodohospodářských staveb ve Francii

R. 41 DUCHESNE, L., ABADIE, F. (France)
Hlavní změny odlišně: projekt s názvem "Společně se zaměřme na bezpečnost"

R. 1 GONZALEZ PACHON, J.R., OJEDA COUCHOUD, J., RUIZ CASANUEVA, J. (Spain)

Projekty víceúčelových přehrad Lower Ewaso Ng'iro South a Nandi Forest v Keni

Příspěvek pojednává o dvou rozsáhlých projektech víceúčelových vodních děl, které podporuje vláda Keňské republiky v rámci programu Vision 2013. V rámci projektu Nandi Forest je představena 69 m vysoká přehrada z válcovaného betonu vytvářející nádrž o objemu 5,5 mil. m^3, která částečně zabírá plochu tropického deštného pralesa. Cílem projektu je jednak využití vodní energie s 50 MW instalovaného výkonu a s následným využitím vody pro závlahy oblasti (7250 ha), dále zásobování vodou (645 tis. eq. ob.), rybářství a rozvoj turismu. Cílem projektu Ewaso Ng'iro South je především využití vodní energie s celkem 205 MW instalovaného výkonu ze tří nádrží. V rámci projektu se počítá s výstavbou celkem tří přehrad. Jedná se o 140 m vysokou sypanou kamenitou hráz s jílovým těsněním, dále 55 m vysokou klenbovou hráz a 30 m vysokou betonovou tížnou hráz v hlavním údolním profilu a 20 m vysokou pomocnou kamenitou hráz v bočním údolí. Kromě energetického využití se předpokládá zásobování pitnou vodou (350 tis. eq. ob.), závlahou (4400 ha), rybářstvím a rozvojem turistického ruchu. V příspěvku jsou diskutovány zejména environmentální a sociální aspekty projektů.

R. 2 BURNS, F.L. (Australia)

Případová studie: Návrh provzdušnění nádrže pro kontrolu kvality vody - novátorská role pro nádrže

Článek je zaměřen na snížení efektu teplotní stratifikace a s ní spojeného kyslíkového deficitu při dně nádrže, který způsobuje zhoršení kvality vody. Prezentovaný způsob vyrovnání kvality vody v průběhu roku využívá provzdušňování v určených hloubkách, kdy autor prezentuje zkušenosti z jednotlivých nádrží spolu se zjištěnými závislostmi dosahu provzdušnění v závislosti na průtoku vzduchu. Zároveň upozorňuji na novou roli nádrže spočívající v předúpravě surové vody pro vodárenské odběry respektive v udržení kvality surové vody nezávisle na ročním období a odběrové úrovni.

R. 3 LOCKE, M. (Australia)

Vodní díla pro zajištění přírodních průtoků

Implementace environmentálního projektu v Austrálii v povodí Murray – Darling nazvaného „Living Murray" s cílem dosažení přírodě bližších průtokových podmínek v oblasti s vysokými nároky na využití vody vyžadovala vybudování vzdouvacích staveb za účelem akumulace a regulace průtoků a navazujících konstrukcí (ochranné hráze). Rozměrově

největší ze staveb byly 8 m vysoké a 80 m dlouhé, přičemž největší technické výzvy představovaly především náročné základové poměry.
Článek nabízí příklady řešení jednotlivých problémů s návrhem a výstavbou potřebné infrastruktury počínaje využitím dvoudílných zdvižných stavidel, které jsou pro zlepšení migrační propustnosti v běžném provozu přelévané a regulují průtok. Hlavní část článku je věnována analýzám průsaků a riziku vzniku vnitřní eroze. U druhého ze dvou případů je pak demonstrován problém s analýzou v prostředí s určitým stupněm nejistot a s využitím stupně bezpečnosti „FoS“, kdy navzdory splnění minimálních kritérií se na lokalitě při prvním plnění objevil koncentrovaný průsak. V poslední části článku je pak představena případová studie ochranné jímky ze štětovnic, která v důsledku vyšší než návrhové povodňové situace musela odolat o 1,44 m vyšší hladině v toku, přičemž maximální měřená výchylka stěny dosáhla 343 mm namísto návrhových 100 mm.

R. 4 ABDULAMIT, A., STEMATIU, D., IACOB, I., COJOC, R. (Romania)

Využití stávajících hydroenergetických nádrží jakožto dolních nádrží přečerpávacích vodních elektráren

Stejně jako v jiných částech světa i v Rumunsku dochází k nárůstu kapacity obnovitelných zdrojů elektrické energie. Jedná se zejména o větrné elektrárny, jejichž instalovaný výkon se mezi lety 2012 a 2013 prakticky zdvojnásobil. Přestože pro využití vodní energie má Rumunsko vhodné podmínky, stávající společensko-politické klima není příhodné pro výstavbu nových přehrad. Zároveň se s nárůstem výkonově nestabilních respektive těžko předvídatelných zdrojů projevuje velmi malý výkon rumunských přečerpávacích vodních elektráren. Článek popisuje připravované projekty na vybudování horních nádrží a navazující infrastruktury u třech stávajících přehrad a jejich využití pro přečerpávací schémata. Jedná se o 97 m vysokou klenbovou hráz Tarnita, dále o 92 m vysokou kamenitou hráz s návodním AB těsněním Colibita a 127 vysokou betonovou tížnou hráz Izvorul Muntelui. Plánované instalované výkony na jednotlivých lokalitách jsou 4 x 250 MW, 4 x 250 MW a 2 x 150 MW.

R. 5 PODVYSOTSKI, BORODULIN, A. A. (Russia)

Přečerpávací vodní elektrárny s podzemními nádržemi. Konstrukční řešení. Výhledy.

Článek popisuje obtížnou topografickou situaci pro výstavbu přečerpávacích vodních elektráren (PVE) v evropské části Ruské federace, kde je umístěno nejvíce odběratelů elektrické energie. S ohledem na potřebu regulace elektrické sítě v této oblasti byl již v 60. letech 20. století navržen koncept podzemní přečerpávací vodní elektrárny s horní nádrží na úrovni terénu a s dolní nádrží či nádržích hluboko v horninovém masivu. Nezbytnou podmínkou pro realizaci takovýchto projektů jsou vhodné geologické poměry lokality. Stávající úroveň technologie činí projekty podzemních přečerpávacích elektráren nejen proveditelnými, ale i přijatelnými po stránce ekonomické. V hlavní části pak článek představuje připravovaný projekt podzemní PVE s instalovaným výkonem 1000 MW a hloubkou dolní nádrže 1000 m pod terénem jak po stránce konceptuální, tak i jeho jednotlivé hlavní prvky s příslušnými hlavními parametry.

R. 6 IHSANOV, R., CHERNYSHEV, S. (Russia)

Úprava vodní elektrárny Zelenchuk na řece Kubáň na přečerpávací vodní elektrárnu

Projekt na výstavbu vodní elektrárny Zelenchuk na řece Kubáň byl schválen v roce 1971 s předpokládaným instalovaným výkonem 4 x 80 MW. Schéma předpokládá využití rozdílného spádu vod Velkého a Malého Zelenchuku a řeky Kubáň. V důsledku rozpadu Sovětského svazu došlo k pozastavení stavby a první turbínová jednotka byla instalována v roce 1999 a druhá v roce 2002. Zásadní změny v environmentální politice způsobily omezení odběru vod z Velkého a Malého Zelenchuku a instalace zbývajících turbínových jednotek byla pozastavena i přesto, že již byla hotova celá stavební část včetně přivaděčů. Jelikož se na druhém břehu toku Kubáně nachází vhodný rovinatý terén, byla připravena studie proveditelnosti výstavby dolní akumulační nádrže. Na jejím základě byla schválena výstavba a po napojení na dolní nádrž osazení zbývajících dvou přivaděčů reversibilními turbínami. Spojení mezi původní lokalitou elektrárny a novou dolní nádrží je realizováno železobetonovými přivaděči pod korytem toku řeky Kubáň. Celková instalovaná kapacita v turbínovém režimu je dnes 300 MW.

R. 7 YURKEVICH, B., LVOVSKIY, V.A., KHAZIAHMETOV, R.M., DOD, E. (Russia)

Transformace povodňových průtoků přehradami s energetickým využitím v povodí řeky Amur

Oblast dálný východu Ruské federace, zejména oblast Amur, je vystavována častým povodním, které negativně ovlivňují jak ekonomickou situaci regionu, tak i společenské klima a brání dalšímu rozvoji. Hornatý tvar terénu s málo propustnými zeminami spolu s monzunovým klimatem charakterizovaným nepravidelnými a vysokými srážkovými úhrny činí oblast vysoce náchylnou na vznik povodní. S ohledem na negativní zkušenosti s liniovými úpravami toků na čínské straně povodí řeky Amur je jako jediná efektivní řešení předkládána výstavba velkých víceúčelových vodních děl s vyhrazeným ochranným prostorem. Článek uvádí příklady z minulých povodní z konce 20. a počátku 21. století, u nichž se významným způsobem projevila funkce přehrad Zeya a Bureya spolu s vyhodnocením potenciálních povodňových škod bez započtení transformačního účinku výše zmíněných nádrží. Hlavní část článku se potom věnuje možnostem výstavby dalších přehrad v oblasti a jejich potenciálu k ovlivnění povodňových průtoků, přičemž uzavírá shrnutím z pohledu priority výstavby.

R. 8 BELLENDIR, E., LAPIN, G., PEKHTIN, V., PAK, A., ZHIRKEVICH, A. (Russia)

Řízení vodních děl Zeya a Bureya v povodí řeky Amur při převádění povodňových průtoků v roce 2013

Článek se věnuje povodňové situaci v povodí řeky Amur. V úvodu popisuje klimatické, hydrologické a morfologické charakteristiky povodí Amuru včetně povodí významných přítoků. V další části následuje popis základních parametrů stávajících vodních děl následovaný podrobným popisem řízení vodních děl během povodně v létě roku 2013. V závěru je konstatováno, že obě vodní díla na významných přítocích byla řízena v souladu s platným manipulačním řádem jakkoli by bylo vhodné manipulační řády aktualizovat

s ohledem na okolnosti zjištěné v posledních 40 letech, jedná se zejména o hydrologické měření, ale i o rozvoj osídlení podél vodních toků a změny v morfologii toků, a také na možnosti dnešních předpovědních technik. Článek dále vyjmenovává vodní díla, jejichž výstavba by umožnila snížení míry povodňového ohrožení oblasti.

R. 9 KENDÍK, T., BŘEZINA, K., PRÁŠKOVÁ, J. (Czech Republic)

Vltavská kaskáda – změny v náhledu společnosti na využití vodních děl

Příspěvek popisuje základní charakteristiky jednotlivých vodních děl Vltavské kaskády a jejích účelů tak, jak byly určeny v době výstavby. Dále se článek věnuje stručnému popisu průběhu povodňových situací v letech 2002, 2006 a 2013 a dále hydrologickému suchu v roce 2003. Těžiště sdělení příspěvku je v oblasti změn ve společenské poptávce na úpravu priorit účelů soustavy vodních děl. Autoři zdůrazňují potřebu dostatečně obsáhlého souboru informací umožňujícího správnou interpretaci dopadů vyčlenění retenčního prostoru na úkor zásobního nejen v oblasti zajištění minimálních průtoků, ale také v oblasti plavby a rekreace. Otázka společenské prospěšnosti zvýšení míry ochrany před povodněmi na úkor ostatních účelů kaskády vyžaduje širší diskusi zájmových skupin.

R. 10 POLIMON, J. (Spain)

Nezbytnost výchovy odborníků v oblasti bezpečnosti přehrad a poučení z protržení odkaliště Aznalcóllar

Určitý rozsah znalostí potřebných pro bezpečný provoz a údržbu vodních děl se nepřekrývá se znalostmi potřebnými v běžné projekční praxi. Autor v článku upozorňuje na stále více aktuální potřebu vzdělávání specialistů přímo v oblasti provozu a bezpečnosti vodních děl, která se podle jeho názoru odlišuje od standardní praxe v navrhování vodních děl. Tento dokládá na případu havárie odkaliště Aznalcóllar, kde byla provozující organizací ignorována řada varovných signálů předcházející havárii. Samotnou havárii popisuje článek z pohledu známých fakt a pro příslušné hypotézy příčiny poruchy a další ponaučení z havárie odkazuje na mezinárodní workshop „Incidents and Accidents on Dams. What can we learn?" konaný v listopadu 2013 pod záštitou Evropského klubu ICOLD.

R. 11 MATSUURA, M., MINENO, Y. (Japan)

Úvaha nad technologickým rozvojem v oblasti nízkých sypaných hrází za účelem zvyšování racionálního využívání nádrží

Dominantním účelem velkého počtu menších hrází v Japonsku jsou závlahy rýžových polí. Tyto hráze, nazývané "TAMEIKE" byly budovány na poddajných zeminách a v řadě případů je zapotřebí jejich obnova či navýšení jak z důvodu narůstajících požadavků na závlahy, tak i z důvodů zanášení nádrží sedimenty. V článku jsou představeny tři konkrétní případy realizací menších hrází (do 30 m výšky), u nichž bylo zapotřebí inovací v postupech úpravy základových zemin, postupu výstavby s cílem udržet závlahy v provozu a při využití lokálních zeminy ve vztahu k riziku ztekucení při zemětřesení.

R. 12 SAKAI, Y., TOYODA, T., HORIYA, S. (Japan)

Zkoumání možností zotavení mořských řas v neplodných sedimentech ze dna nádrží v Japonsku

Zvyšování rozlohy neplodných oblastí vede v Japonsku ke snižování produkce rybolovu i biodiverzity. Pro růst makroskopických řas podstatná nejen koncentrace dusíku a fosforu, ale i železa. Pro zúrodňování neplodných příbřežních oblastí je využívána aplikace humózních substrátů bohatých na železo. Chemický rozbor sedimentů ze dna nádrží Yoneoka a Ainumanai prokázal vhodnost pro použití v zúrodňovacím substrátu. Článek popisuje výsledky nárůstu řas při aplikaci 3 různých substrátů plus v jedné referenční lokalitě. Oblast se substrátem kombinující dnové sedimenty z nádrží se struskou vykázala nejlepší výsledky a otevřela tak cestu k vhodnému využití dnových sedimentů z nádrží.

R. 13 MITSUISHI, S., ASAI, K., AKAMATSU, Y., KAWAMOTO, N., HIRANO, Y. (Japan)

Studie protipovodňového účinku přehrady Abugawa na povodeň z července 2013 a možná opatření pro zlepšení

Článek popisuje základní parametry 95 m vysoké betonové klenuté tížené hráze i příslušné nádrže s celkovým objemem 153,5 mil. m^3. Dále jsou uvedeny manipulační pravidla i návrhové hodnoty retenční kapacity. V článku je dále podrobně popsána hydrologická situace v červenci 2013 a samotný průběh povodně včetně manipulace na vodním díle a vyhodnocení jak skutečných, tak potenciálních povodňových škod. Příspěvek dále nabízí zamyšlení se nad pružnějším způsobem manipulace při nenadálých provozních situacích, neboť v počátku povodně v roce 2013 trvalo povolení k otevření uzávěrů na bezpečnostních přelivech a s nimi spojené vypouštění ještě neškodného průtoku plné 3 hodiny a velká část prostoru nádrže tak byla zaplněna zbytečně. V závěrečné části je potom k diskusi úvaha nad možnosti operativního předvypouštění na základě meteorologických předpovědí.

R. 14 BAZTAN, J., RODRIGUEZ, N., MARTÍN, A. (Spain)

Projekty přečerpávacích vodních elektráren s využitím stávajících nádrží ve Španělsku dle společnosti Gas Natural Fenosa

Snaha o začlenění značného množství obnovitelných zdrojů elektrické energie (větrné a solární) vede k obtížím s udržitelností stability a spolehlivosti elektrické sítě. Společnost Gas Natural Fenosa se zaměřila na alternativní využití stávajících nádrží spočívající v plnění účelů horní a dolní nádrže přečerpávacích schémat. Článek představuje 3 nové projekty přečerpávacích vodních elektráren, které využívají stávajících nádrží a je k nim pouze doplněna nová spojovací infrastruktura. Jedná se o projekty PVE Belesar III s instalovaným výkonem 210 MW, PVE Salas – Conchas s instalovaným výkonem 375 MW a projekt PVE Edrada s instalovaným výkonem 767 MW. Všechny tři projekty se nachází v severozápadním španělsku. U všech tří projektů jsou představeny základní parametry hrází i nádrží včetně schémat propojení. V článku jsou diskutovány výhody využití stávajících nádrží, které zahrnují zejména nižší náklady a výrazně menší sociální a environmentální dopady, než by odpovídalo projektům s potřebou výstavby nových přehrad.

R. 15 JÁCOME SÁNCHEZ, V.H., CABRERA CAZORLA, L., PÁEZ PEREZ, E. LIEDANA MARTÍNEZ, M., RODRÍGUEZ PALLARES, M. (Spain)

Návrh systému ochrany před sedimenty pro projekt využití vodní energie Manduriacu v Ekvádoru

Projekt Manduriacu v Ekvádoru na využití vodní energie toku Guayllabamba zahrnuje 60,4 m vysokou tížnou hráz z válcovaného a částečně i vibrovaného betonu, obtokovým tunele o kapacitě Q50, bezpečnostním přelivem s kapacitou Q5000, dvěma spodními výpustmi a vodní elektrárnou s celkovým instalovanám výkonem 60 MW na dvou Kaplanových turbínách. Článek popisuje návrh dnového prahu v oblasti před nátokem na turbíny a způsob proplachu prostoru od usazených sedimentů, který je závislý na výšce hladiny v nádrži. Práh je betonový a má lichoběžníkový profil se sklony svahů 0,55:1.

R. 16 ASHRAFI, M., JAFARI, N. (Iran)

Výzvy ve výstavbě přehrady v náročných podmínkách

Článek popisuje řešení obtížných klimatických podmínek při výstavbě sypané hráze se středním zemním těsněním v horské oblasti západního Iránu. Zejména se jedná o zimní režim, který provází teploty pod bodem mrazu a na ně navázané potíže s prováděním stavby i změnami kvality zeminy v otevřeném zemníku. Hlavní část příspěvku popisuje možnosti řešení ochrany rozestavěné stavby před účinky vydatných srážek a mrazu, včetně seznamu výhod, nevýhod a nákladů. Zejména se zabývá možnostmi překrýt stavbu geomembránami, chemickou stabilizací zemin a přesypem. Rozbor je provedený pro konkrétní realizovanou stavbu včetně popisu zkušeností s danou technologií ve výstavbě.

R. 17 SANTA MARINA, J., PASTOR, J.J., CASTRO, M., SEVILLA, J.G. (Spain)

Přehrady pro nápravu stavu životního prostředí v povodí řeky Ramis v oblasti Punu v Peru

Článek popisuje pozadí návrhu nové 27 m vysoké sypané přehrady na řece Grande River v provincii Ananea v Peru, nezbytné zejména pro pochopení její hlavního účelu, kterým je snížení kontaminace těžkými kovy. Podrobně se věnuje socio-environmentální situaci v povodí Grande River, která v důsledku zásobuje jezero Titicata. Příspěvek rozebírá způsoby těžby zlata v místních poměrech a jejich důsledky pro hladinu polutantů v tocích a následcích na zdraví obyvatelstva i hospodářství. S ohledem na plánované snížení kontaminace těžkých kovů zadržením sedimentů v prostoru nádrže je hlavní část příspěvku věnována způsobu určení ročního přísunu sedimentů. Celkový prostor nádrže dle projektu je 30 mil. m^3 a vypočtený maximální objem sedimentů za plánovanou životnost vodního díla (100 let) je 8 mil. m^3.

R. 18 NIELSEN, L.E., LINDEMARK, J., KRISTIANSEN, S.A. (Norway)

Využití retenčních kapacit velkých nádrží pro snížení dopadů povodní

Soustava vodních děl Røssvatn a Fallforsen v severním Norsku byla vybudována ve čtyřicátých letech 20. století. V případě přehrady Røssvatn se jedná o 22 m vysokou sypanou kamenitou hráz s betonovým funkčním blokem, přičemž těsnění jedné sypané části zajišťuje návodní beton, zatímco ve druhé je zemní těsnění z morénových zemin. Vytvořená nádrž je

druhá největší v Norsku s objemem 2360 mil. m^3 a zatopenou plochou 218,5 km^2. Přehrada Fallforsen je 20 m vysoká betonová tížná přehrada. Hlavní využití kaskády je výroba elektrické energie s instalovanými výkony 160 MW resp. 260 MW pro přehradu Røssvatn resp. Fallforsen. Článek představuje řešení situace, kdy VD Fallforsen nesplňuje požadavky bezpečnosti za povodní dle stávající platné Norské legislativy a nově stanovených povodňových vln zejména z důvodu omezení manipulace pro zachování podmínek vzácného biotopu, který se vytvořil v bažinatém terénu na okraji zátopy. V příspěvku je představen výpočet transformace povodňové vlny na VD RØssvatn, kde vlivem změny manipulačních pravidel za povodní, umožní zlepšená transformační funkce, aby VD Fallforsen vyhovělo požadavkům.

R. 19 LI HUI, LI YU LI PENG (China)

Integrované vodní hospodářství kaskády víceúčelových vodních děl na řece Jinsha

Článek představuje problematiku integrovaného řízení kaskády velkých vodních děl Xiluodu (285,5 m vysoká klenbová hráz s instalovaným výkonem 13860MW) a Xiangjiaba (161 m vysoká tížná betonová hráz). S ohledem na řadu často protichůdných požadavků subjektů na manipulace (hydroenergetika, protipovodňová ochrana, plavba, environmentální požadavky, bezpečnost staveb v okolí a stavby na toku) byl vytvořen systém zpracování vstupních požadavků a optimalizace v reálném čase s možností upřednostnění jednotlivých zájmů. V článku jsou kvalitativně popsány jednotlivé požadavky a způsob zahrnutí do rozhodovacího procesu. Systém řízení je v provozu od roku 2014, přičemž v průběhu dostavby dalších energetických kapacit je dále uzpůsobován. Samotný provoz systému a tedy dispečink kaskády provozuje Three GorgesCascade Dispatch & Communication Center (TGDCC).

R. 20 MABUDA, L.S., ANDERSON, H. (South Africa)

Společensko-ekonomické aspekty rozvoje přehradní výstavby

Článek se zabývá popisem společensko-ekonomických aspektů, které se významnou měrou projevují v oblasti výstavby, rekonstrukcí či řízení vodohospodářských staveb. Součástí je popis významných rizik z oblasti ekonomické, environmentální, geopolitické, společenské a technologické včetně identifikace 10 nejvýznamnějších, jak byla prezentována na Světovém ekonomickém fóru. Příspěvek obsahuje doporučení pro rizikový management s cílem úspěšných realizací projektů vystavených popsaným vnějším globálním i lokálním aspektům.

R. 21 FAN QIXIANG, NIE QINGHUA, LI GUO (China)

Klíčové technologie a inženýrská praxe při výstavbě obtokových tunelů s vysokou rychlostí proudění a kapacitou

Výstavba vysokých klenbových hrází v sevřených údolích s sebou přináší potíže s převáděním povodňových průtoků, neboť přehradní profil nenabízí dostatek prostoru pro manipulační objekty a ani koncentrace do jednoho místa není z pohledu bezpečnosti vhodná. Řešení představují obtokové tunely, které u vysokých přehrad mohou dosahovat přes 30 % celkové kapacity výpustných objektů. V návaznosti na zkušenosti s kavitačními jevy v sekci s vysokými rychlostmi je v Číně upřednostňováno řešení s poklesem v beztlakové zadní části tunelu, čímž se délka tlakové části s vysokými rychlostmi sníží až na 25% z celkové délky. Příspěvek podrobně představuje řešení realizované na 4 obtokových tunelech 285,5 m vysoké

přehrady Xiluodu. V článku jsou rozebrány jednak otázky hydraulického chování a potřeby a způsobu provzdušňování, které bylo ověřeno a optimalizováno na 3 fyzikálních modelech v měřítkách 1:45, 1:35 a 1:25. Dále je popsána technologie provádění betonů v tunelu, kde byly striktní požadavky na rovinnost a hladkost, včetně patentovaného stroje pro ukládání betonu ve skloněné sekci jak pro stěny, tak i pro podlahu. V závěru je představeno řešení složení betonové směsi s aplikací cementů s pomalým náběhem pevností a tedy i sníženým nárůstem teplot. Od doby výstavby byly tunely 7 krát ve funkci bez vážnějších potíží či poškození. Nejvyšší zaznamenaný průtok jedním tunelem 1600 m^3/s ovšem odpovídá pouze 41,5 % celkové kapacity a ověření chování při vyšších průtocích ještě neproběhlo.

R. 22 KANMURII, M., MORITA, H., TAKEZAWA, H., AOYAMA, T., MIURA, H. (Japan)

Protipovodňová opatření pro tajfun 18 v povodí řeky Yodo v roce 2013 – zamezení katastrofy díky koordinovanému řízení 7 přehrad

Oblast povodí řeky Yodo v Japonsku je postihována záplavami v období června až října. Při výskytu tajfunů jsou výrazné srážkové úhrny jak jednodenní, tak i po delší období. V místě soutoku tří významných řek Katsura, Uji a Kizu se nachází aglomerace Nagaokakyo, která je chráněná sypanými hrázemi. V oblasti nad soutokem se nachází celkem 7 přehrad a jedna stavba jezového charakteru, které mohou manipulacemi ovlivnit průchod povodní. Každé vodní dílo má v platném manipulačním řádu stanoveny podmínky pro manipulaci za povodní a využití vymezených retenčních prostor. Při tajfunu 18 v září roku 2013 si však rozsah srážkami zasažených území vyžádal rozsáhlou spolupráci při řízení na všech 8 vodních dílech, které jsou spravovány 2 různými společnostmi za účelem snížení kulminačního průtoku v místě soutoku všech tří řek. Přestože hladina v místě soutoku překročila na 400 m dlouhém úseku korunu ochranných hrází, díky opatřením realizovaným na místě (hrázka z pytlů s pískem) nedošlo k přetečení vody do chráněné oblasti. Bez celkové koordinace řízení odtoku ze všech vodních děl by na soutoku byla překročena úroveň hrází o několik desítek centimetrů, což by operativní opatření nemohly zvládnout a došlo by ke škodám ve výši $1{,}2.10^{12}$ jenů. V příspěvku jsou prezentovány hydrogramy z manipulací na vodních dílech i podrobný rozbor celé situace při tajfunu 18.

R. 23 UENO, K., MOHRI, Y., TANAKA, T., TATSUOKA, F. (Japan)

Vliv počátečního smykového napětí na snížení pevnosti hutněných zemin během cyklického namáhání v neodvodněných podmínkách

V roce 2011 postihlo pacifickou část Japonska zemětřesení, které způsobilo značné škody na starých sypaných hrázích. Z celkem 3730 hrází pro zavlažování v regionu utrpělo 745 vážná poškození v podobě podélných trhlin na vzdušním a hlavně návodním líci, částečných sesuvů a ztráty stability vlnolamů na koruně hráze. Všechny poškozené hráze byly vystavěny za podmínek hutnění, které již byly překonány a vyznačují se nižšími hodnotami suché objemové hmotnosti a tedy i nižším stupněm zhutnění. Článek představuje výsledky cyklického i monotónního triaxiálového zatěžování málo zhutněných zemin v saturovaném i nenasyceném stavu za odvodněných i neodvodněných podmínek. Výsledky odvodněných experimentů na saturovaných vzorcích ukázaly, že pro dosažení dané deformace při stanoveném počtu zatěžovacích cyklů, je při větším počátečním smykovém napětí zapotřebí

nižšího smykového cyklického napětí. Výsledky tedy lze interpretovat i tak, že při stejném seismickém zatížení jsou deformace zemin s vyšším počátečním smykovým napětím větší, neboť při větším počátečním smykovém napětí dochází snadněji k poklesu nasycené neodvodněné smykové pevnosti.

R. 24 LIU YU, LI HUI, ZHAI SHAOJUN, DAI LONG (China)

Automatická kompensace v provozu jezových uzávěrů na přehradě Xiangjiaba na řece Yangtze při neočekávaných výkyvech zatížení

Vodní dílo Xiangjiaba, které se nachází na horním toku řeky Jang-c 'a je na osmém místě na světě z hlediska instalovaného výkonu. Hlavními účely VD jsou výroba elektrické energie, ochrana před povodněmi, zlepšení plavebních podmínek a závlahy. Hráz je 3 kilometry od Shuifu County v provincii Yunnan, kde žije více než 100 000 lidí. Vodní elektrárna Xiangjiaba se skládá z osmi 800 MW turbín jednotek. Dispečerský systém automatizace bje koncipován tak, aby splnil cíle dálkového odeslání dat a ovládání elektrárny a přehrady. Vzhledem k možným neočekávatelným kolísáním výkonu VE Xiangjiaba, včetně havarijního odstavení generátoru nebo vznikající špičkám, může docházet ke krátkodobému kmitání hladiny, což může být hrozbou pro lodě. V zájmu bezpečnosti přepravy byl vyvinut nový systém, který se nazývá automatické kompenzování neočekávaných fluktuací zatížení a je nasazen v dispečerském systému řízení přehrady. Tento příspěvek představuje techniku, která již byla vyzkoušena a ukázala se jako efektivní, z pohledu funkčnosti, zpracování dat, provozu a výsledků testů.

R. 25 MYDLA, D. (Slovakia)

Změny v účelu využití velkých nádrží na východním Slovensku

Příspěvek z nedalekého Slovenska prezentuje problematiku přehrad ve východní části země, kde je nutná aktualizace provozních pravidel nádrží. Ve skutečnosti došlo k situaci, kdy poklesly nároky na potřebu vody pro zavlažování a průmysl, ale vzrostly požadavky na protipovodňovou funkci nádrží a také na minimální zůstatkové průtoky pod vodními díly. Ke stanovení nových manipulačních řádů bylo využito matematický hydrologických simulací.

R. 26 RANDALL, B.P., DUSTIN, J.S., ECK, J.L. (USA)

Využití spektrální analýzy při potížích s nekonsistencí dat z „Vibrating wire“ piezometrů

„Vibrating wire“ piezometr se nachází na přehradě Rend. Je historicky prokázáno, že anomální hodnoty nejsou reprezentativním ukazatelem skutečných místních podmínek. Časté nespolehlivé čtení bylo obtížné rozlišit mezi více závažnými stavy a nesprávnými hodnotami. Účelem této studie bylo zkoumat techniky a porovnat rozdíly mezi jednotlivými technologiemi měření a spolehlivostí hlášených v místních podmínkách. Data byla shromážděna za šest měsíců na třech místech. Místa, která používala technologii frekvenční oblasti, vykázala zlepšení. Výsledky studie ukazují, že technologie spektrální analýzy nabízí zlepšenou odolnost proti rušení, což má za následek údaje, které jsou spolehlivější a lze je použít k rozhodování o místních podmínkách.

R. 27 DEL SHANNON, P.E. (USA)

Ekonomicky efektivní řešení pro návrh a výstavbu malých vodních nádrží: případová studie nádrže Pine Brook

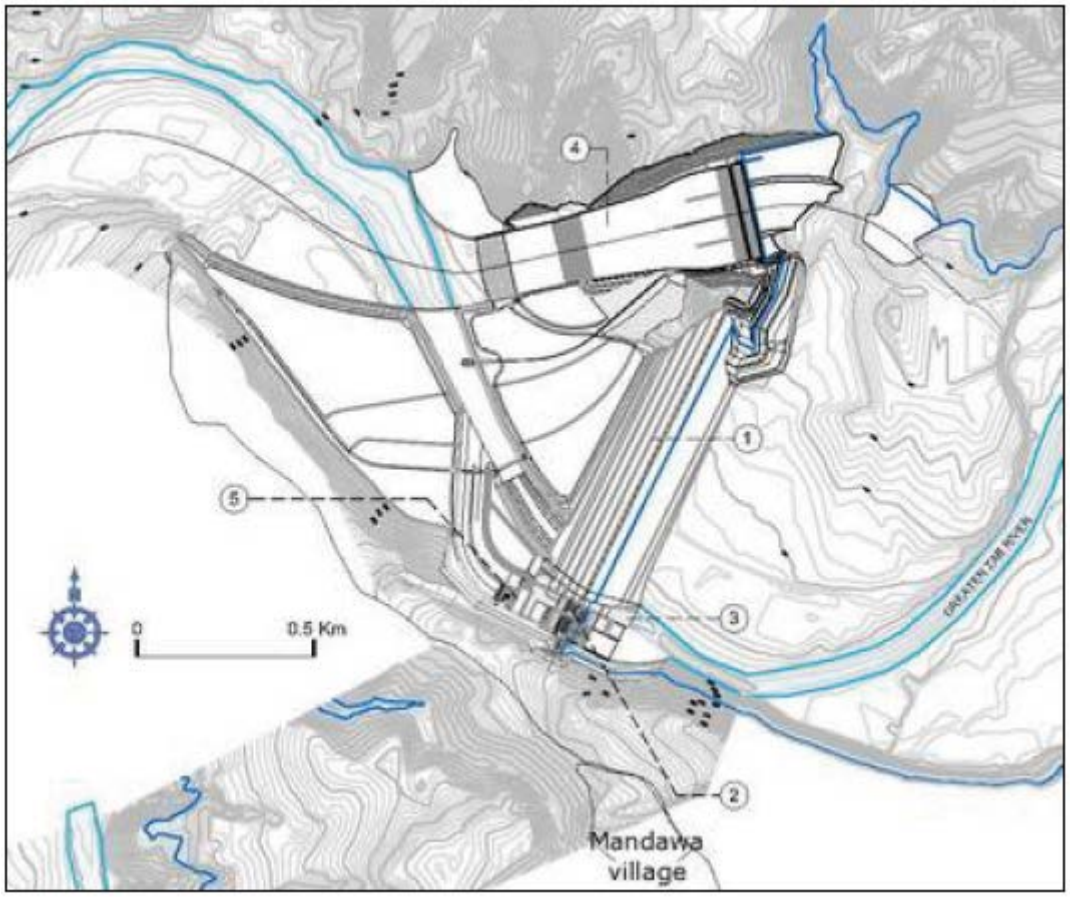
Autor příspěvku uvádí případovou studii z USA, která je příkladem projektování a výstavby přehrady s výškou mírně větší než 20 m. Tato zpráva ukazuje, jak lze pomocí optimalizace uzavírání smluv způsobem "navrhni a vybuduj" snížit náklady a zkrátit čas na realizaci. Výsledkem tohoto procesu je také inovativní konstrukce - RCC přehrada chráněna na svém vzdušním líci pomocí zemního přísypu - násepu, které slouží jako pojistka v případě, že nouzový přeliv přejde do provozu. V takovém způsobu uzavírání smluv, je důležité, aby bezpečnost hráze nebyla opomíjena ve srovnání s otázkami nákladů a času. V tomto případě se jednalo o případnou ukázku účinné kontroly ze strany státních orgánů.

Vzdušní líc RCC přehrady během výstavby (vlevo) a po výstavbě s vegetací

R. 28 BALDOVIN, E., MORELLI, G.L., REDI, H. (Italy)

Přehrada Mandawa: víceúčelová nádrž v kaskádě Velkého Zábu

Jako součást významného regionálního plánu na regulaci a využívání přírodních vodních zdrojů, projekt přehrady Mandawa byl nedávno navržen pro zásobování pitnou vodou, zavlažování a výrobu elktrické energie. VD se nachází v iráckém Kurdistánu na řece Velký Záb, jenž je hlavním levostranným přítokem řeky Tigris, asi 40 km severně od Erbilu. Přehrada je navržena jako 65 m vysoká hráz z místních materiálů se středním těsnícím jádrem. Nádrž má maximální kapacitu asi 520 mil. m^3. Kapacita přelivu je navržena na Q1000 tj. 15 272 m^3/s. V elektrárně budou uložena tři soustrojí, každé o výkonu 33 MW. Roční odhadová produkce el. energie je 600 GWh/rok. V levém zavázání je projektován rybí přechod.



Situace vodního díla: 1 - zemní hráz, 2 – betonová hráz, 3 – přechod, 4 – přeliv, 5 – elektrárna

R. 29 HALPIN, E., ESCUDER-BUENO, I. (USA)

„Smart governance“ v oblasti inženýrských staveb: úspěchy při výzvách nadcházejících generací

Více než kdy jindy, nedostatek - ať se jedná o čistou vodu, investice do infrastruktury, znalosti, dobře zdůvodněné rozhodnutí, schopnou pracovní sílu – je motivem pro změny v průmyslu. „Informována vláda o rizicích“ není jen další aspekt řízení infrastruktury, ale centrální a sjednocující koncept řešení výše uvedených nedostatků. „Smart governance“ dává dohromady výzvy nedostatku s organizačními schématy lidí, politik a procesů. Tento článek prezentuje zkušenosti s řízením VD získané na dvou vodních dílech v USA a ve Španělsku.

R. 30 HUGHES, A.K. (UK)

Mladí lidé – naše budoucnost – děláme dost?

Referát z Velké Británie poukazuje na skutečnost, že dovednosti přehradářů jsou zásadní pro budoucnost naší profese. Autor však věří, že můžeme čelit nedostatku dovednosti v blízké budoucnosti - další 5 až 10 let - ledaže bychom s tím něco začali dělat ihned. Autor dává několik doporučení pro budoucnost: jak přilákat a trénovat mladé inženýry, jak zatraktivnit naše organizace, jak dát mladých inženýrů správnou rovnováhu mezi pracovním a soukromým životem a jak je vést k naplnění jejich očekávání.

R. 31 ABDULAMIT, A., STEMATIU, D., IACOB, I., COJOC, R. (Romania)

Využití stávajících hydroenergetických nádrží jakožto dolních nádrží přečerpávacích vodních elektráren

Až do současnosti se v Rumunsku neprovozuje žádná významná přečerpávací vodní elektrárna. Je třeba poznamenat, že v Rumunsku v poslední době výrazně vzrostl počet větrných elektráren. V roce 2013 byla produkce elektřiny 4,69 miliardy kWh ve srovnání s 2,0 miliardami kWh v předchozím roce. Navrhovaný projekt PVE Tarnita-Lăpustesti se nachází podél údolí Somesul Cald River, nedaleko stávající přehradě Tarnita. Nová VE bude obsahovat 4 reversibilní turbíny s jednotkovým výkonem 250 MW. Tarnita je klenbová hráz, s celkovou výškou 97 metrů a délkou v koruně 237 m. Byla uvedena do provozu v roce 1974 a bude tvořit dolní nádrž (10 mil. m^3) nově navrhované PVE. Horní nádrž se nachází na hoře Läpustesti, cca. 1100 m vysoké. Rozdíl hladin je 560 m. Roční odhadovaná produkce el. enregie je 1,65 TWh.

Pohled na přehradu Tarnita (Rumunsko)

R. 32 BAKKEN, T.H., RUGELBAK, J.M., ESCOBAR, M., ŞORMAN, A.U., ALFREDSEN, K., KILLINGTVEIT, A. (Norway)

Vliv změn klimatu a požadavků na závlahu na zdroje vody pro využití vodní energie v povodí Kizilirmak v Turecku

Kolektiv norských a tureckých autorů se zaměřil na pánevní oblast Kizilirmak v Turecku o rozloze 78 000 km^2. Toto povodí je využíváno několika vodními elektrárnami. Autoři příspěvku odvodili simulační model k hodnocení dopadů zvýšení zavlažované plochy a dopady změny klimatu do roku 2050 a 2090. Zhodnotili také, že změna klimatu má významný dopad na tuto oblast; mírné změny teploty (~ 2°C) a srážek (~ 3,5%) mohou vést k významnému poklesu v odtoku (až -50%) a tím negativně ovlivnit výrobu elektrické energie.

R. 33 MILLOGO, F. (Burkina Faso)

Řízení o povolení přehrady Bagre

Zpráva R33 z Burkiny Faso popisuje hodně odlišné dopady změny klimatu: odtok na přehradě Bagre (1,7 km3) během posledního desetiletí výrazně narostl. Toto zvýšení odtoku není pro provozovatele vodního díla dobrá zpráva, je nutné zabezpečit hráz proti větší povodní. Na druhou stranu je tento fakt brán jako příležitost pro vybudování nového, dodatečného zdroje energie. Byla nalezena zajímavá možnost – převod vody do nádrže Kompienga. Autory je prezentováno posouzení projektu skupinou odborníků z oblasti využití vodní energie, zemědělství a vodohospodářů specializujících se na převody vody mezi povodími. Dle generálního zpravodaje je tento projekt dobrým příkladem problematiky přizpůsobení se změně klimatu.

R. 34 CICERO, G.A., GRAZIA, E., GRIGATTI, S. (Italy)

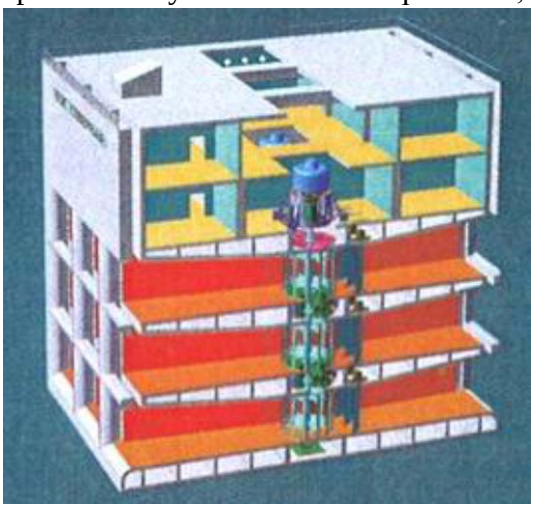
Úloha více než 50 let staré přečerpávací vodní elektrárny Guadalami v moderním rámci výroby elektrické energie z vodních zdrojů

Příspěvek popisuje PVE Guadalami, která byla vybudována na počátku roku 1950 v Piana degli Albanesi (nedaleko města Palermo, Sicílie, Itálie) s cílem využít stávající nádrže o objemu 24 mil. m^3 vody jako horní nádrže PVE. Spodní nádrž vznikla výstavbou dvou přehrad na řece Hone. Pozice PVE Guadalami byla strategická, neboť Palermo, největší sicilská městská aglomerace, je jen 40 km daleko. PVE byla navržena s celkovým výkonem 80 MW (2x30 MW, 1x20 MW).

R. 35 LEMPERIERE, F., NERINCX, N., BESSIERE, C. (France)

Nová slibná řešení pro využití energie přílivu

Francouzští autoři předkládají studii nových způsobů využití energie přílivu. Poukazují na fakt, že v přílivových elektrárnách se skrývá zhruba třetinový výkon, jako ve všech říčních elektrárnách. Nové řešení využití energie přílivu používá velké oblasti podél břehu napojených na moře širokými kanály, a v nich je v řadách umístěno 10 nebo 20 turbín přímo v proudu. Ty jsou postaveny a provozovány v optimálních podmínkách rychlosti vody, s ohledem na výstavbu, údržbu a odkazem na maximální výkon. Tak můžou použít velkou část dostupné energie a být provozovány v obou směrech proudění, tzn. po většinu času.



R. 36 BRUN, P., AYOUB, M. (France)

Přečerpávací elektrárna Guadeloupe využívající mořskou vodu: řešení, které umožňuje využití nesouvislého obnovitelného zdroje energie

Příspěvek z Francie se snaží posoudit důsledky klimatických změn na zásobování vodou v povodí řeky Gier. Model používá výsledky studie Mezivládního panelu pro kontrolu klimatu z roku 2007, přizpůsobených do podmínek Francie. Odtok vody z povodí je stanovován na základě simulačního modelu, který uvažuje budoucí rozložení srážek a teplot. Výsledky simulací naznačují, že do roku 2050 se průměrné scénáře odtoků v zimních obdobích nezmění, avšak v letních měsících poklesnou o 50 %, resp. o 25 % v průběhu jara a podzimu. Společně s příspěvkem R32 výsledky poukazují na potřebu začleňovat otázku klimatické změny do nově připravovaných projektů a také se snažit o lepší kalibraci modelů budoucího vývoje odtoků, jejich sezónní a roční variabilitu a dopad na energetickotechnologické perspektivy.

R. 37 BOUTRY, M., PEYRAS, L., LAIGLE, D., MERCKLE, S., PITON, G., RECKING, A., STOLTZ, G., PATROCCO, D., DEL VESCO, R., BODRATO, G., ROPELE, P., COLLE, F. (France)

Rizika a bezpečnost hráze pro umělé zasněžování: francouzsko-italský projekt "Risba"

Společný příspěvek autorů z Francie a Itálie prezentuje výzkumný program specificky zaměřený na problematiku malých horských přehrad vybudovaných jako zásobárny vody pro výrobu technického sněhu. Historie těchto malých přehrad je velmi zajímavá: byly budovány ze specifického důvodu, počínaje velmi malými vodními nádržemi, technologie vyvinuté ve formě bazénů lemovaných geomembránou. S rostoucími nároky na velikost nádrží, tento způsob návrhu musel být vyvinut do jiné podoby, aby zahrnoval požadavky na bezpečnost přehrad, ale také neztratil ekonomické výhody minulých návrhů. Několik témat je nutno stále prověřovat: trvanlivost ochranných geomembrán; monitorovací síť posunů využívajících satelitní radarové interferometrie; stabilitu těchto konstrukcí vystavených zemětřesením, problematiku sedimentů a v neposlední řadě studium rizik souvisejících s případným protržením hrází, šíření povodňové vlny (povodňová vlna na strmých svazích s vysokým silným potenciálem transportovatelného materiálu), vyhotovení mapy rizik.

R. 38 BONVILLER, A., LESTREHAN, C., PELTIE, B.,SENECHAL, G. (France)

Přehrada Valley Gier - provozní změny s cílem přizpůsobit se změně klimatu a dalším očekávaným změnám využití

Příspěvek 38 z Francie se též zabývá oblastí povodí řeky Gier, kde se nachází několik malých a středních přehrad, které zadržují vodu pro následné zásobování obyvatel. Celkový objem nádrží je 10 milionů m3. Říční údolí je vysoce urbanizované, a navzdory skutečnosti, že nádrže mají malý objem, povodně v letech 2003 a 2008 prověřily jejich možnost pro využití v rámci ochrany před povodněmi. Situace je zde obdobná jako v případě Vltavské kaskády, kde je konkurence různých účelů VD, např. zásobování vodou vs. minimální zůstatkové průtoky. Ve zprávě se uvádí nástroje, které byly použity pro řešení této otázky a nalezení odpovědí: hydrologické simulace a simulace provozních manipulací na přehradě, kalibrační situace z minulých povodňových událostí, simulace budoucích povodňových scénářů, úvahy o změně klimatu a využití vody.

R. 39 HERRIER, G., PUIATTI, BONELLI, S., FRY, J-J., NERINCX, N., FROUMENTIN, M. (France)

Ošetření půdy vápnem: inovativní techniku pro výstavbu vodních děl v zemi

Referát 39 z Francie a Belgie zkoumá možnosti využití půdy smíšené s vápnem jako materiálu pro navrhování nových typů malých přehrad. Měření provedená ve zkušební laboratoři ukazují, že půda s přídavkem 2-3% vápna má zajímavé vlastnosti propustnosti, soudržnosti, odolnosti proti erozi. Jsou zde uvedeny výsledky testu půdního vzorku provedeného v laboratorních podmínkách. Výzkum pokračuje a rozšiřuje rozsah použití, aby posoudil možnost navrhnout těleso hráze, které by bylo stabilní. To by bylo velkým úspěchem.

R. 40 SAUSSE, J., TOUSSET, N., TOURMENT, R., CURT, c., FELIX, h., NORET, C., DE FELIX, P. (France)

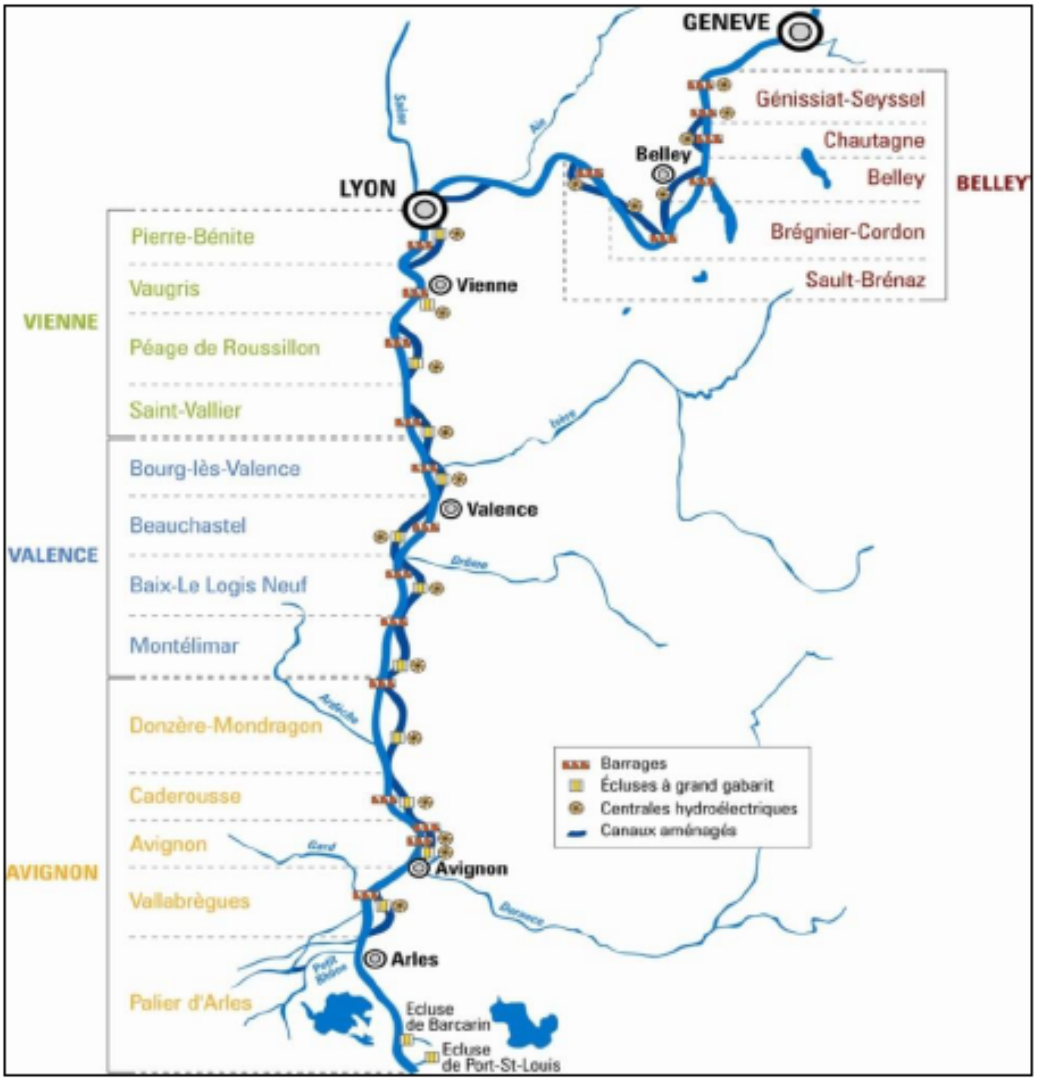
Kvalita a technické provedení: některé příklady vodohospodářských staveb ve Francii

Příspěvek č. 40 představuje tři příklady akcí technického rozvoje, každ z nich byl vyvinut v určité organizaci: příprava technických směrnic týkajících se bezpečnosti přehrad, referenční dokumenty o protipovodňových hrází s on-line referenčními nástroji založených na wiki technologii a vývoj předávání znalostí nástrojů. Tyto akce mají společný cíl: vyvinout účinné nástroje pro řízení znalostí v podnicích a vodohospodářských organizacích.

R. 41 DUCHESNE, L., ABADIE, F. (France)

Hlavní změny odlišně: projekt s názvem "Společně se zaměřme na bezpečnost"

Příspěvek pochází od významného provozovatele přehrad ve Francii The Compagnie Nationale du Rhône – CNR (44 přehrad, 3000 MW). Zpráva poukazuje na způsob, jakým společnost reorganizovala své dohledové týmy tak, aby reagovaly na změny v předpisech, rozvoj nových technologií a zvýšené nároky z hlediska bezpečnosti. Tento příspěvek ukazuje, jak byly tyto změny řízeny tak, aby byla zajištěna přiměřená součinnost a spolupráce zaměstnanců, a tak bylo možné určit a navrhnout vhodné pracovní metody založené na zkušenostech v terénu - prostřednictvím "bottom-up" přístup.


GENEVE
Génissiat-Seyssel
Chautagne
Belley
BELLEY
Brégnier-Cordon
Sault-Brénaz
Belley
LYON
Pierre-Bénite
Vaugris
Vienne
VIENNE
Péage de Roussillon
Saint-Vallier
Bourg-lès-Valence
Valence
Beauchastel
VALENCE
Baix-Le Logis Neuf
Montélimar
Donzère-Mondragon
Caderousse
Avignon
AVIGNON
Avignon
Vallabrègues
Arles
Palier d'Arles
Ecluse de Barcarin
Ecluse de Port-St-Louis
Barrages
Écluses à grand gabarit
Centrales hydroélectriques
Canaux aménagés

Otázka 97 - Přelivy

Zpracovatelé výběru příspěvků otázky 97:

Ing. Lucie Brožová (Sweco Hydroprojekt a.s.)
Ing. Jiří Hodák, Ph.D. (VODNÍ DÍLA - TBD a.s.)
Ing. Richard Kučera (Povodí Vltavy, státní podnik)

Otázka 97 byla rozdělena na 4 podtémata:

1. Zkapacitnění přelivů
2. Spolehlivost uzávěrů
3. Typy přelivů – hrazené a nehrazené
4. Nejistoty v návrhu povodní a dopad na projekt

Generálním zpravodajem této otázky byl Richard Donnelly (Canada).

V této sekci bylo publikováno 45 příspěvků shrnutých v generální zprávě:

R. 1 LUIZ GOUVEIA GAMBETTI, D., CAPRONI JUNIOR, N., MORELLO ALVES, A., FERREIRA MALAMAN, J. (Brazil)
Ochrana proti nárazům a akumulaci klád na objektech vodní elektrárny San Antonio s přihlédnutím k přemístěním níže po toku

R. 2 BARKER, M., LONIE, I. (Australia)
Využití rizikové analýzy pro přepočítání kontrolní vlny a riziko při výstavbě

R. 3 EL GHOMARI, K., MARZOUKI ZEROUALI, T., ZAKARIA, A. (Maroc)
Návrh bezpečnostního přelivu přehrady Dar Khrofa

R. 4 IONESCU, S. (Romania)
Hodnocení a zvyšování bezpečnosti hrazených přelivů

R. 5 ZAKARIA, A., HILAL ZOUBEIDI, M., BOUCHAMA, S. (Maroc)
Návrh a studie hydraulického modelu kaskádovitého přelivu na přehradě Tamalout

R. 6 GURYEV, A., MEZENTSEVA, N., SHAKIROV, R. (Russia)
Návrh přelivů umístěných v náročných klimatických podmínkách

R. 7 MAZHBITS, G.L., BOD, K.YU. (Russia)
Analýza výsledků rozhodování o stavu hrazení přelivů a hodnocení zbytkové životnosti

R. 8 BELLENDIR, E.N., SHTILMAN, V.B. (Russia)
Posouzení pravděpodobnosti nehody způsobené poruchou uzávěru

R. 9 ASSARIN, A., GURYEV, A.P., ZHIRKEVICH, A.N., SHAKIROV, R. (Russia)
Odlišnosti při stanovení kontrolní povodňové vlny při návrhu typu bezpečnostního přelivu v různých klimatických oblastech

R. 10 KASHIWAI, J., KUBOZONO, T., TAKADA, T. (Japan)
Optimalizace manipulace pro snížení škod v inundaci při extrémních průtocích na vodním díle Ohmo

R. 11 SATRAPA, L., BROUČEK, M., KRALIK, M., ZUKAL, M. (Czech Rep.)
Numerické a fyzikální modelovaní hrazených přelivů

R. 12 HALVARSSON, A., JÄRVE, D., KUOLJOK, U. (Sweden)
Nový přeliv a uzávěr hydroelektrárny Edensforsen

R. 13 WU, Y., SUND, M., MAGNUSSON, F., ZHANG, J., YANG, J. (Sweden)
Numerický a experimentální výzkum uzavírání bezpečnostního tabulového uzávěru

R. 14 ÅSTRAND, S., PERSSON, F., ENGSTRÖM MEYER, A. (Sweden)
Splaveniny na švédských tocích během extrémních povodní – vývoj metodiky pro analýzu možného rizika

R. 15 HALLBERG, K., ANDRÉASSON, J., SJÖKVIST, E. (Sweden)
Stanovení návrhové povodně v důsledku klimatických změn – podle nových emisních scénářů

R. 16 LIA, L., RUUD, A.M., BELETE, K. (Norway)
Návrh a implementace hrazeného či nehrazeného bezpečnostního přelivu na přehradě DABBSJÖ ve Švédsku

R. 17 HOPE, I.M., CHESTERTON, O.J., KIRBY, A.M., CLAYDON, J.R. (UK)
Posouzení bezpečnostního přelivu přehrady Tittesworth na základě zjištění 50 let staré chyby

R. 18 KJELLESVIG, H.M., GUDDAL, R., VINGERHAGEN, S. (Norway)
Vedlejší a bezpečnostní přeliv přehrady Deg

R. 19 KIEL, A.S., MARCHAND, W-D., MIDTTØMME, G.H. (Norway)
Zvýšení kapacity přelivů s odpadním tunelem – případová studie přehrady Øvre Kalvvatn

R. 20 HILLER, P.H., LIA, L. (Norway)
Využití kamenného záhozu jako ochrany vzdušního líce kamenité hráze při přelití

R. 21 PFISTER, M., SCHLEISS, A.J. (Switzerland)
Výpočet kapacity pianového přelivu s uvažováním splavenin

R. 22 JOOS, B. (Switzerland)
Určení hydrogramu metodou FIM (flood integration method)

R. 23 BOES, R.M., LUTZ, N., LAIS, A. (Switzerland)
Zvýšení kapacity skluzu na velké sypané přehradě

R. 24 ZEIMETZ, F., RECEANU, R., SCHLEISS, A.J., GARCÍA HERNÁNDEZ, J. (Switzerland)
Stanovení extrémní povodně ve švýcarském vysokohorském prostředí

R. 25 FAKHRMOOSAVI, S.F., NOORZAD, A., GHAEMIAN, M. (Iran)
Návrh normy pro kritérium společenského rizika pro přehrady v Iránu

R. 26 KUČERA, R., STŘEŠTÍK, J. (Czech Rep.)
Zvyšování bezpečnosti vodních děl Povodí Vltavy v souladu s nynějšími požadavky

R. 27 HATTINGH, L.C., OOSTHUIZEN, C., MOSTERT, A. (South Africa)
Poučení z provozu hrazených bezpečnostních přelivů v Jihoafrické republice

R. 28 HATTINGH, L.C., MOSTERT, A. (South Africa)
Vliv délky časové řady při návrhu přehrady a bezpečnostního přelivu

R. 29 DIAS DA SILVA, J., SOUSA OLIVEIRA, M., RAMOS FERNANDES, I. (Portugal)
Posouzení hydraulické zabezpečenosti existujících přehrad společnosti EDP. Dodatečné přelivy přehrad Paradela, Salamonde a Caniçada

R. 30 BERGA, L., BERGA, L. Jr, (Spain)
Povodně, zabezpečenost přehrad a klimatická změna

R. 31 MEMBRILLERA-ORTUÑO, M.G. DE., ESPERT CANET, V. (Spain)
Rozhodování na základě analýzy rizik při posouzení bezpečnosti španělských přehrad za povodně

R. 32 BAENA BERRENDERO, C.M., DUQUE CARRERO, A., GRANELL NINOT, C. (Spain)
Návrh skluzu za použití numerického modelování

R. 33 MARÍN, J., IBÁÑEZ-DE-ALDECOA, R., VAZINKHOO, S., MALLET, M. (Spain)
Rekonstrukce korunových přelivů na přehradě Ruskin za provozu

R. 34 AOSAKA, Y., HANAMOTO, M., ASAKAWA, M. (Japan)
Hydraulický model přelivu s odrazovým můstkem s více odrazníky na přehradě Nam Ngiep 1

R. 35 KASAHARA, S., KIYONAGA, Y., HARADA, Y., SHIMOMURA, A., ISHIKAWA, N. (Japan)
Výzkum záložních jednotek pro pohon hydromotorů uzávěrů a hrazení

R. 36 CHEVALIER, S., RABIAS, E. (Greece)
Inovativní řešení pro optimalizaci zásoby vody

R. 37 SCARELLA, M., PAGLIARA, S. (Italy)
Odvážné řešení pro přehradu Zarema May Day, návrh skluzu a modelový výzkum

R. 38 MICOVIC, Z., HARTFORD, D.N.D., SCHAEFER, M.G., BARKER, B. (Canada)
Bezpečnost přehrad při povodni – na co se zaměřit?

R. 39 REVERCHON, B., CLAVEIROLE, P., BOUQUIER, P-G., BARTHOMEUF, H. (France)
Návrh, provoz a obnova hrazených přelivů spravovaných podnikem Electricité de France

R. 40 BAIL, A., CARLIER, T., LAPEYRE, O., TARDIEU, A. (France)
Zvýšení kapacity bezpečnostních přelivů u několika přehrad

R. 41 GUILLOTEAU, T., VERMEULEN, J., BRYLA, P. (France)
Posouzení bezpečnosti za povodně u vodních děl spravovaných podnikem Electricité de France

R. 42 LOISEL, P-E., SCHAGUENE, J., BERTRAND, O., GUILBAUD, C. (France)
Porovnání matematického a fyzikálního modelu při návrhu objektu bezpečnostního přelivu

R. 43 ARNAUD, P., PAQUET, E., AUBERT, Y., ROYET, P., FINE, J-A., LANG, M. (France)
Výpočet rozdělení hladin v nádrži srážkoodtokovým modelem za použití stochastického přístupu – použití fiktivní přehrady

R. 44 BISSO, D., CERVETTI, J.L., DAYRAUT, M., MOUY, V., LINO, M., DEROO, L., CHEVALIER, S., LEMPERIERE, F., VIGNY, J.P. (France)
Příklady spolupůsobení hrazených a nehrazených přelivů, včetně „fuse gates“

R. 45 LAUGIER, F., VERMEULEN, J. (France)
Ohlédnutí za zkušenostmi s konstrukcemi typu „pianových přelivů“

R. 1 LUIZ GOUVEIA GAMBETTI, D., CAPRONI JUNIOR, N., MORELLO ALVES, A., FERREIRA MALAMAN, J. (Brazil)

Ochrana proti nárazům a akumulaci klád na objektech vodní elektrárny San Antonio s přihlédnutím k přemístěním níže po toku

Hydroelektrárna San Antonio se nachází na řece Madeira 7 km proti proudu od hlavního města Porto Velho státu Rondonia v severozápadní Brazílii. Madeira je hlavní přítok Amazonky. Uvažovaný instalovaný výkon elektrárny je 3568 MW, jež je dodáván 50 blokovými turbínami. Během roku je řekou plaveno velké množství dřevěných klád, které mohou způsobit vážné škody na elektrárně. Navíc, podmínkou pro udělení licence brazilským institutem životního prostředí a obnovitelných zdrojů (část ministerstva životního prostředí) bylo, že klády nebudou zachytávány, nýbrž budou pokračovat dále po toku přírodní cestou. Po zvážení těchto omezení a proběhnuvšímu výzkumu na fyzikálním modelu vyvinula společnost San Antonio Energia zádržný systém skládající se z 6 km norných stěn, hrází a specifického přelivu s kapacitou až 500 m^3/s, který umožní propouštět klády dále ve směru toku. Norné stěny se v základě skládaly z PE plováků, které byly umístěny v ocelové rámové konstrukci a další části umístěné pod hladinou. Norná stěna je kotvena k betonovým pilířům a je navržena tak, aby odolala rychlostem až 2,75 m/s. Hráz slouží ke správnému usměrnění proudu a klád k pozici přelivu. Celý systém je denně kontrolován a pro tyto účely byl dokonce navržen speciální trajekt. Implementace zádržného systému byla rozdělena do dvou fází, jenž by v současné době měly být již dokončeny.

R. 2 BARKER, M., LONIE, I. (Australia)

Využití rizikové analýzy pro přepočítání kontrolní vlny a riziko při výstavbě

Maroom Dam, 47 m vysoká zemní přehrada dokončená v roce 1974. Jedná se o víceúčelovou nádrž – zásobování pitné vody, závlahy, retence a rekreace. Článek popisuje opatření, která jsou nutná provést, aby přehrada vyhověla na převedení nově stanovené kontrolní vlny.

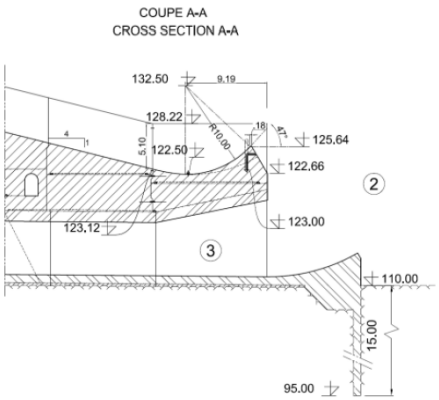
R. 3 EL GHOMARI, K., MARZOUKI ZEROUALI, T., ZAKARIA, A. (Maroc)

Návrh bezpečnostního přelivu přehrady Dar Khrofa

Přehrada Dar Khrofa, ve výstavbě, je tvořena hlavní zemní hrází a boční zonální hrází, kde maximální výška hlavní hráze činní 73,5 m. Pro návrh bezpečnostního přelivu a zlepšení průběhu proudění skluzem bezpečnostního přelivu byl vytvořen fyzikální hydraulický model, který poskytl následující doporučení:

- přidáním dalšího stupně o výšce 2 m, ve vzdálenosti 25 m pod přelivnou hranou, vede ke vzniku stabilního vodního skoku a ke snížení významného zvýšení hladiny v této horní části skluzu

- tvar odrazového můstku (úhel 47,7 ° a poloměr zakřivení 10 m) vede k provzdušnění proudu a zmenšení eroze. Hloubka vymílání dna byla významně snížena



R. 4 IONESCU, S. (Romania)

Hodnocení a zvyšování bezpečnosti hrazených přelivů

Nejčastější poruchou u hrazených jezů je případ, kdy přítok překročí kapacitu přelivu, jež je ovlivněna selháním mechanických zařízení. V Rumunsku je nejdůležitějším faktorem provozní bezpečnost, jelikož z 246 větších jezů je 96 hrazeno a dalších 58 propouští více než 10% přitékajícího průtoku skrze hrazené přelivy vedle přelivů nehrazených. Celkový počet provozního vybavení činí více než 900. V některých případech nedošlo k vhodné implementaci pravidel pro řízení odtoku ve vztahu k poruchám elektro-mechanických částí. Kvantitativní hodnocení *pravděpodobnosti nefunkčnosti* je vhodné pro správné řízení bezpečnosti. Na základě tohoto předpokladu můžeme hodnotit efektivitu nápravných opatření pro existující hrazené přelivy ve smyslu bezpečnosti. Nefunkčnost jedné hradící konstrukce během požadovaného manévru snižuje převáděcí schopnost přelivu. Pokud je nefunkčnost pravděpodobnostní proměnná, pak je kapacita přelivu náhodná veličina daná hustotou pravděpodobnostní funkce. Pravděpodobnost nefunkčnosti je určena indexem kritičnosti C, který je hodnocen na základě procesu FMECA (Failure Modes, Effect, Criticality Analysis), a ve finále je definována technickými prohlídkami hrazení. Ve smyslu řízení odtoku se nabízejí dva možné přístupy zachování požadované bezpečnosti. První poukazuje na inženýrské postupy (zásahy), které umožní udržet pravděpodobnost nefunkčnosti v normálním rozsahu. Druhý nabízí zvětšení kapacity přelivů přidáním nových volně přelévaných částí, které by kompenzovaly aktuální kapacitu ovlivněnou nefunkčností hrazení.

R. 5 ZAKARIA, A., HILAL ZOUBEIDI, M., BOUCHAMA, S. (Maroc)

Návrh a studie hydraulického modelu kaskádovitého přelivu na přehradě Tamalout

Přehrada Tamalout, která je výstavbě, je navržena z válcovaného betonu. Těleso hráze má relativně plochý profil, sklon návodního líce 1:0,5 sklon vzdušného líce 1:0,7. Maximální výška hráze je 60,5 m. Pro návrh bezpečnostního přelivu byl vytvořen fyzikální hydraulický model. Z technických a ekonomických důvodů, bylo přistoupeno k variantě kaskádovitého bezpečnostního přelivu, jehož tvar dokonale koresponduje s odstupňováním vzdušného líce. Přehrada Tamalout bude první velkou přehradou v Maroku s kaskádovitým bezpečnostním přelivem.

R. 6 GURYEV, A., MEZENTSEVA, N., SHAKIROV, R. (Russia)

Návrh přelivů umístěných v náročných klimatických podmínkách

Jedním z problémů, které je nutné řešit při projektování objektů vodních elektráren v náročných klimatických podmínkách, je jejich provoz během zimní periody. Příkladem budiž plánovaný projekt Cancun Hydropower na řece Timpton (jižní Jakutsko), kde teploty padají až k -61 °C. Při takovýchto teplotách může dosahovat tloušťka ledu v nádrži až 2 m. V současné době neexistují spolehlivé metody zabraňující namrzání hrazení popř. jejich drážek. Z výsledků pozorování na současných přehradách v takových podmínkách jsou patrné nevyhnutelné úniky vody skrze tato zařízení způsobující namrzání konstrukcí v tloušťce až 3 m. Navíc, přelivy s vysokou hladinou na těchto přehradách jsou provozovány v podmínkách pod bodem mrazu, což rovněž přispívá k jejich namrzání. Ve snaze zabránit těmto potížím byl JST Institutem navržen objekt přelivu s vertikální šachtou pro rozptýlení energie proudu. Vtokový objekt spolu s potrubím pro přívod vody do šachty jsou umístěny v tělese hráze. Vtoková i výtoková část jsou umístěny pod ledovým pokryvem. Uzávěr je v tomto případě umístěn horizontálně přímo nad šachtou. Padající paprsek vody se tak nedotýká stěn šachty a ty nejsou namáhány případnou kavitací. Alternativou k návrhu vtokové části je násoskový typ nátoku. Takový objekt je plně automatizovaný a nevyžaduje drahé uzávěry a jejich údržbu. Testy šachtového systému na fyzikálním modelu prokázaly jeho spolehlivost v širokém rozsahu převáděných průtoků.

R. 7 MAZHBITS, G.L., BOD, K.YU. (Russia)

Analýza výsledků rozhodování o stavu hrazení přelivů a hodnocení zbytkové životnosti

Rozhodnutí o bezporuchovém chodu vodních elektráren má přímý dopad na spolehlivost hrazení přelivů. Porucha zařízení během činnosti může vést ke katastrofálním následkům. Další komplikace vnáší čas, který uběhl od počátku uvedení do provozu, požadavky na projektovou dokumentaci či kvalitu materiálů.

Spolehlivé hodnocení technického stavu a zbytkové životnosti hrazení bezpečnostních přelivů je možné získat použitím obsáhlého přístupu, který zahrnuje následující metody:

- analýza projektové dokumentace a cyklu stárnutí hrazení,
- vizuální prohlídka,
- posouzení míry koroze,
- kontrola svarů a základního kovu,
- laboratorní testy vzorků oceli,
- posouzení pevnosti.

Významné rozdíly v návrhu hrazení, návrhových standardů a podmínek obsluhy nedovolují doporučení spolehlivých statistických metod pro posouzení zbytkové životnosti, které neberou v úvahu nalezené vady, odchylky od projektové dokumentace, proběhnuvší opravy a změny zatížení v době činnosti zařízení. V každém případě je vhodné zvolit individuální přístup.

R. 8 BELLENDIR, E.N., SHTILMAN, V.B. (Russia)

Posouzení pravděpodobnosti nehody způsobené poruchou uzávěru

V první části příspěvku jsou zmíněny nezávažnější případy poruch uzávěrů na vodních dílech v Rusku za poslední roky. Od roku 2009 došlo ke změnám ve směrnicích pro kontrolu bezpečnosti vodních děl. Iniciátorem byla fatální nehoda na vodní elektrárně Sayano-

Shushenskaya. Při nehodě na turbíně došlo k nekontrolovatelnému vtékání vody do budovy, následovalo zatopení zdroje energie, které způsobilo výpadek elektrické energie a následné vypnutí veškerých bezpečnostních a ochranných prvků. Z tohoto důvodu nebyla dodávka vody zastavena funkčními uzávěry na vtoku do objektu. Následkem nehody zahynulo 75 osob. Směrnice nově předepisuje, že veškeré jednotky pohonu musí mít minimálně 3 zdroje energie – 2 na sobě nezávislé a 1 přenosný dieselagregát umístěné tak aby nemohlo dojít k jejich zatopení.

Příspěvek dále popisuje způsob posouzení možnosti vzniku poruchy pomocí stromu událostí. Metoda je demonstrována na vodním díle Gergebilskaya, pro které je vytvořen strom událostí, který končí přelitím hráze. Prvotními spouštěči jsou poruchy na uzávěrech bezpečnostního přelivu a jejich prvcích. Výhodou metody je, že při analýze obdržíme nejen kvalitativní výsledky, ale i kvantitativní, tedy velikost pravděpodobnosti poruchy daného scénáře.

R. 9 ASSARIN, A., GURYEV, A.P., ZHIRKEVICH, A.N., SHAKIROV, R. (Russia)

Odlišnosti při stanovení kontrolní povodňové vlny při návrhu typu bezpečnostního přelivu v různých klimatických oblastech

Článek porovnává rozdílné hodnoty kontrolní povodně, které byly stanoveny dle metodiky pro PMF (probably maximum flood) a pravděpodobnostní metodou z dlouhodobé řady pozorování.

Tento přístup byl použit při návrhu bezpečnostního přelivu ve 4 zemích – Angola, Vietnam, Tádžikistán a Rusko. Ve všech případech byla hodnota kontrolní povodně stanovená metodikou pro PMF vyšší.

R. 10 KASHIWAI, J., KUBOZONO, T., TAKADA, T. (Japan)

Optimalizace manipulace pro snížení škod v inundaci při extrémních průtocích na vodním díle Ohmo

V Japonsku se nachází více než 500 víceúčelových vodních děl, u kterých je jeden z účelů ochrana před povodněmi. V praxi nastává v extrémních situacích dilema, kdy přejít, při manipulaci s uzávěry na vodním díle, z režimu transformace povodňové vlny do režimu ochrany hráze před přelitím. V současnosti byla tato rozhodnutí na úsudku obsluhy vodního díla. Příspěvek pojednává o vytvoření pravidla pro manipulaci tři vysokých hodnotách přítoku do nádrže na základě konstantního poměru přítoku a odtoku z nádrže. Popsaný předpis manipulace je demonstrovaný a ověřený na vodním díle Ohmo, jehož povodí bylo v roce 2013 zasaženo tajfunem.

Předpis manipulace pro minimální odtok z nádrže na základě přítoku do nádrže vodního díla při extrémních situacích (tajfun) se jeví velice užitečný, vzhledem k tomu, že nelze očekávat, že budou v danou chvíli k dispozici spolehlivé prognózy dalšího přítoku do nádrže.

R. 11 SATRAPA, L., BROUČEK, M., KRALIK, M., ZUKAL, M. (Czech Rep.)

Numerické a fyzikální modelovaní hrazených přelivů

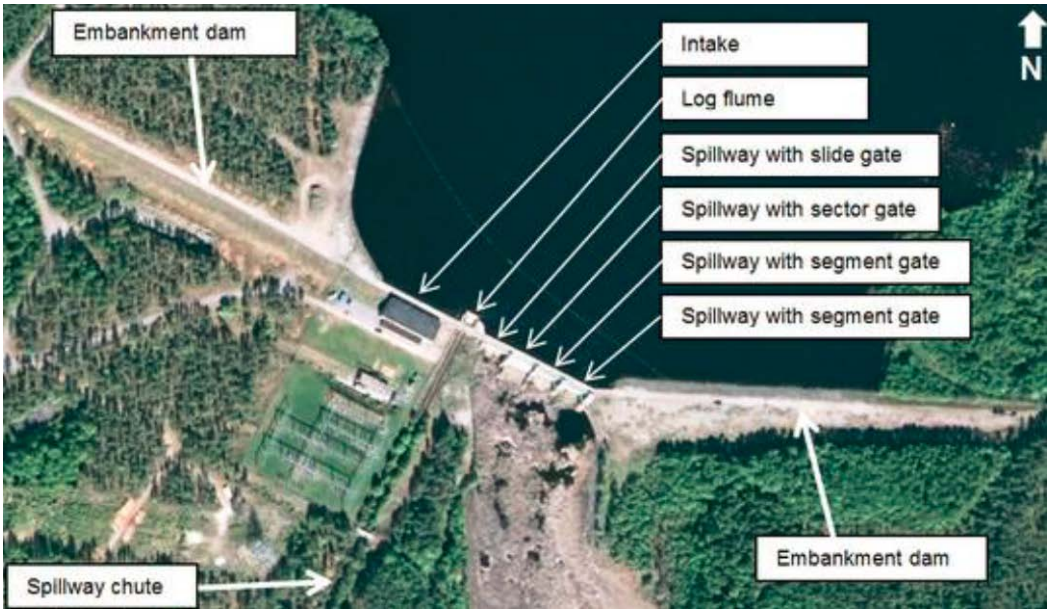
Spolehlivost vodního díla je do velké míry závislá na správné funkci spodních výpustí a bezpečnostního přelivu. Porucha hrazení přelivu, kterou následuje přelití hráze, je celosvětově primární příčinou nehod v 25 % případů. Ačkoliv v České republice dosud nejsou zaznamenány vážnější nehody způsobené poruchou hrazení, lze je v budoucnu očekávat,

vzhledem k blížícímu se konci jejich očekávané životnosti. Příspěvek uvádí poznatky a výsledky fyzikálního modelování zatížení různých druhů uzávěrů bezpečnostních přelivů a bezpečnostního přelivu přehrady Římov. Stejné případy byly prošetřeny i numericky pomocí modulu pro dynamiku kapalin softwaru ANSYS. Prezentované příklady poskytly cenná data pro posouzení a porovnání jednotlivých typů uzávěrů, ke kterým nejsou k dispozici data z reálného provozu. Fyzikální modelování na vodním díle Římov umožnilo jednak prošetřit veškeré hydraulické podmínky na skluzu a vývaru a taktéž umožnilo návrh ekonomicky nejvýhodnější varianty úpravy stávající stavby pro bezpečné převedení kontrolní povodně Q_{10000}.

R. 12 HALVARSSON, A., JÄRVE, D., KUOLJOK, U. (Sweden)

Nový přeliv a uzávěr hydroelektrárny Edensforsen

Kapacita vodohospodářských zařízení 13 m vysoké přehrady Edensforsen v severním Švédsku je nedostatečná a jsou nutná stavební opatření k eliminaci rizika, zejména při velkých povodních. Jedná se o zemní hráz se stometrovou betonovou přelivnou sekcí. Bylo navrženo a posuzováno pět variant. Varianta č. 1 bylo zvýšení koruny hráze, varianty č. 2, 3, 4 a 5 navrhovaly různá řešení nového přelivu v místě stávajícího zařízení-propusti na proplavování dřeva. Ostatní stávající přelivy jsou hrazené a i zde byly navrženy v některých variantách jejich úpravy. Bylo rozhodnuto o variantě s novým, 17 m širokým přelivem se segmentovým uzávěrem na místě původní, nyní nefunkční propusti. Ta splňovala jak požadavky na bezpečnost, tak ekonomickou výhodnost a provozní funkčnost. Dále je v příspěvku podrobně popsán návrh hradícího segmentu.



R. 13 WU, Y., SUND, M., MAGNUSSON, F., ZHANG, J., YANG, J. (Sweden)

Numerický a experimentální výzkum uzavírání bezpečnostního tabulového uzávěru

Fyzikálním a matematickým modelem bylo zkoumáno uzavírání nouzového tabulového uzávěru. Rozměry uzávěru: šířka 4,978 m, výška 6,166 m a tloušťka 0,94 m. Fyzikální model byl vyhotoven v měřítku 1:18. Pro matematický model byl použit program FLUENT 14.5

Cílem bylo odvodit rozdělení tlaků působící na uzávěr, následně získat hydrodynamické síly působící na uzávěr a analyzovat typ proudění. Zkoumání rychlosti uzavírání uzávěru

a velikosti úhlu mezi spodní hranou uzávěru a vodorovné roviny bylo za účelem snížení tahové síly a zabránění vzniku nežádoucím jevům proudění. Bylo zjištěno, že nejnižší rychlost uzávěru 8,1 m/min bude mít pozitivní účinek. Uzávěr by se mohl uzavírat pomaleji, s menšími silami a vibracemi. Změna úhlu spodní hrany uzávěry z 9° na 20 až 30° by značně omezila vibrace uzávěru.

R. 14 ÅSTRAND, S., PERSSON, F., ENGSTRÖM MEYER, A. (Sweden)

Splaveniny na švédských tocích během extrémních povodní – vývoj metodiky pro analýzu možného rizika

V současnosti není ve Švédsku obecně uznávaná metodika posouzení množství splavenin při extrémních povodních a jejich vlivu na bezpečnostní přeliv vodního díla. Příspěvek popisuje vývoj metodiky, která pomůže vlastníkům vodních děl systematicky identifikovat vodní díla, u kterých mohou nastat problémy se splaveninami. Metodika je rozdělena na tři části, z nichž je v současnosti dokončena část druhá. První část obsahuje vytvoření databáze potenciálních zdrojů splavenin a analýzu scénářů, druhá část obsahuje analýzu množství splavenin, které je tok schopen přinést za daného průtoku do nádrže a analýzu zranitelnosti vybavení vodního díla. Princip metodiky je demonstrován na vybraném vodním díle pro 3 velikosti průtoku, a to za normálních podmínek, při Q_{100} a při Q_{10000}. Studie ukázala, že kritickým faktorem zranitelnosti bezpečnostního přelivu je rychlost proudění vody u hladiny před zařízením a hustoty splavenin, tyto dva faktory určují, zda se začnou splaveniny ukládat za sebou na hladině, nebo vrstvit na sebe a potápět.

R. 15 HALLBERG, K., ANDRÉASSON, J., SJÖKVIST, E. (Sweden)

Stanovení návrhové povodně v důsledku klimatických změn – podle nových emisních scénářů

Článek pojednává o různých fázích klimatických předpovědí a jejich dopadu na stanovení návrhové povodně pro vodní díla I. kategorie ve Švédsku. Simulace popisující budoucí změny klimatu na stanovení kontrolní povodně byly provedeny v 6 povodích, která jsou významná z hlediska hydroenergetiky a těžebního průmyslu. Tato povodí byla zatížena 33 předpovědními scénáři, které jsou založeny na regionálních klimatických poměrech s různou úrovní zatížení antropogenními vlivy. Závěrem lze říci, že klimatické změny mohou mít vliv na návrh kontrolní povodňové vlny.

R. 16 LIA, L., RUUD, A.M., BELETE, K. (Norway)

Návrh a implementace hrazeného či nehrazeného bezpečnostního přelivu na přehradě DABBSJÖ ve Švédsku

DABBSJÖ je kamenitá přehrada se středním těsněním, s hrazeným bezpečnostním přelivem. Výsledky z fyzikálního a matematického modelu ukazují, že kapacita stávajícího bezpečnostní přelivu je nedostatečná pro převedení kontrolní povodně. To bylo ověřeno i během povodně v roce 2011. Kapacita bezpečnostního přelivu musela být navýšena a byly zkoumány dvě varianty – rozšíření stávajících dvou hrazených polí na tři a vybudování dodatečného nehrazeného přelivu. Oba tyto návrhy byly ověřeny matematickým i fyzikálním modelem a jako vhodnější varianta se ukázala vybudování dodatečného nehrazeného přelivu.

R. 17 HOPE, I.M., CHESTERTON, O.J., KIRBY, A.M., CLAYDON, J.R. (UK)

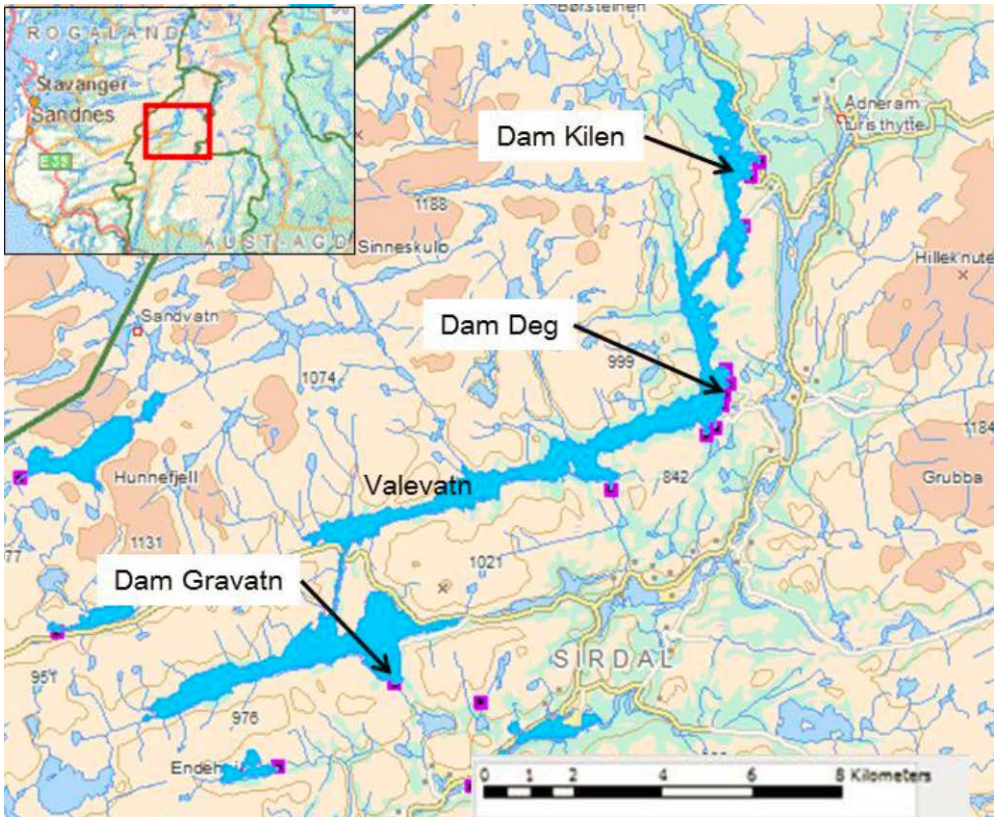
Posouzení bezpečnostního přelivu přehrady Tittesworth na základě zjištění 50 let staré chyby

Přehrada Tittesworth byla uvedena do provozu v roce 1963 a její stavbě předcházel fyzikální modelový výzkum bezpečnostního šachtového přelivu. V roce 2012, v rámci přešetření vodního díla podle legislativních regulí a vzhledem ke změně hydrologických podkladů, byl zjištěn rozdíl v geometrii skutečně vybudovaného přelivu ve srovnání s tehdejším modelovým výzkumem. Hodnota nové kontrolní povodně 220m3/s je vyšší než v době projektu (176 m3/s). Byl proveden nový výzkum na matematickém modelu, který je v příspěvku detailně popsán. Bylo zjištěno dřívější zahlcení přelivu. Jako nápravné opatření bylo navrženo zvýšení vlnolamu, zodolnění stěn odpadní štoly proti kavitaci a opevnění vzdušní paty hráze. V závěru příspěvku je vyzdvižen přínos zavedeného systému kontrol, který podobné závady odhalí a odstraní.

R. 18 KJELLESVIG, H.M., GUDDAL, R., VINGERHAGEN, S. (Norway)

Vedlejší a bezpečnostní přeliv přehrady Deg

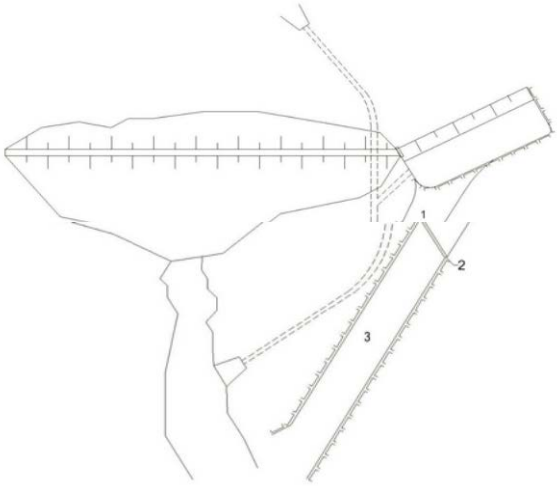
Nádrž Kilen/Gravath/Valevath je zdrojem vody pro hydroelektrárnu Tjorhom a zahrnuje 11 přehradních hrází. V rámci přešetření na nové bezpečnostní standardy byla zjištěna nedostatečná kapacita bezpečnostního přelivu vzhledem k požadavku, že nelze podle současné legislativy počítat s kapacitou spodních výpustí do výpočtu. Zároveň došlo ke změně hydrologických dat. Příspěvek popisuje výběr lokality nového bezpečnostního přelivu s ohledem na bezpečnost, finanční náklady, vliv na životní prostředí a veřejnost. Vodní nádrž je velice rozsáhlá a členěna na několik velkých jezer spojených kanály nebo tunely, kde nelze vyloučit možnost přerušení průtoku mezi nimi. I to bylo vzato v úvahu při návrhu umístění bezpečnostního přelivu. Jako nejvýhodnější bylo zvoleno umístění v lokalitě přehradní hráze Deg.



R. 19 KIEL, A.S., MARCHAND, W-D., MIDTTØMME, G.H. (Norway)

Zvýšení kapacity přelivů s odpadním tunelem – případová studie přehrady Øvre Kalvvatn

Vlivem klimatické změny nedávné studie předpokládají zvýšení rozsahu povodní v Norsku. Příspěvek se zabývá problematikou obecně přelivů s odtokem vody tunelem, které jsou zranitelnější při zvýšených povodních vlivem zahlcení, ucpání a pod. Mnoho zemních hrází v Norsku je vybaveno tímto typem bezpečnostního přelivu a studie ukazují, že s nedostatečnou kapacitou pro stávající požadavky na bezpečnost. Případová studie přehrady Øvre Kalvvatn se zabývá několika variantami řešení zvýšení kapacity přelivu. Byla vybrána varianta s dodatečným bezpečnostním přelivem a otevřeným skluzem.



R. 20 HILLER, P.H., LIA, L. (Norway)

Využití kamenného záhozu jako ochrany vzdušního líce kamenité hráze při přelití

Článek se zabývá výzkumem odolnosti ukládaného záhozu (rovnaniny) ve srovnání se sypaným záhozem. Předběžné výsledky ukazují, že stabilita závisí na orientaci ukládaného kameniva. Výsledky na modelu také ukázaly, že povrchová rovnanina s průměrem kamene 0,6m odolá při přelití okolo 3 m3/s/m, zatímco při testu in situ to bylo až 8m3/s/m . Je potřeba získat ještě řadu dat pro příkřejší svahy hrází.

R. 21 PFISTER, M., SCHLEISS, A.J. (Switzerland)

Výpočet kapacity pianového přelivu s uvažováním splavenin

Pianový přeliv je obdobou labyrintového přelivu, oproti němuž má až o 20% vyšší účinnost. Pianové přelivy se užívají pro vysokou efektivitu kombinovanou s nízkými stavební náklady na nových dílech a pro zvýšení kapacity stávajících přelivů. Článek uvádí poznatky získané při testech na fyzických modelech s užitím velkého rozsahu velikostí splavenin a až do jednotkového průtoku 13 m^3/s. Hlavním přínosem jsou následující zjištění:

- objem zachycených splavenin se zvyšuje se snižujícím se jednotkovým průtokem,
- množství zachycených splavenin se zvyšuje se zvyšujícím se množstvím splavenin na vtoku do nádrže,
- splaveny zůstávají u povrchu a jsou stále průtočné vzhledem k nízké rychlosti proudění v nádrži,
- jednotlivé kmeny mají tendenci projít přes přeliv dál, pokud je jejich průměr menší jak kritická hloubka a za předpokladu že již není cesta něčím blokována,
- zvýšení úrovně přepadové výšky bylo při všech testovaných variantách do 0,2 m, tedy relativně málo s přihlédnutím k velikosti splavenin a velikosti průtoku,
- přepadový koeficient klesá při zachytávání splavenin na přelivu, typicky na 75% hodnoty bez zachycených splavenin pro specifický průtok vyšší jak 3 m^2/s.

R. 22 JOOS, B. (Switzerland)

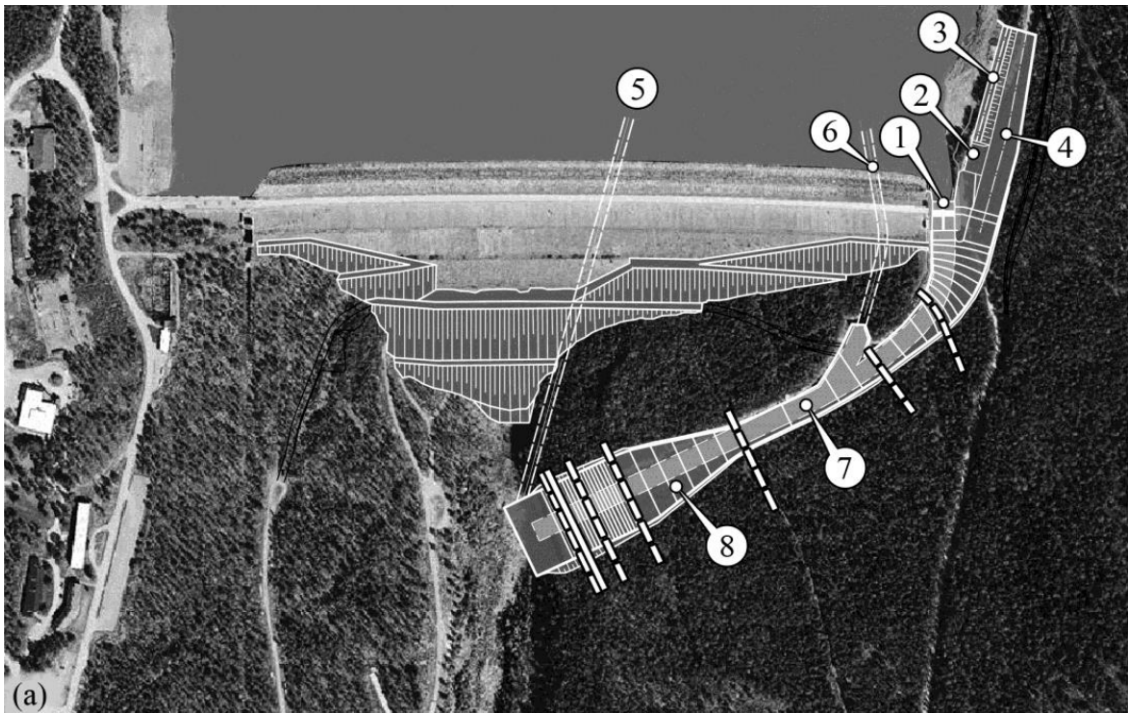
Určení hydrogramu metodou FIM (flood integration method)

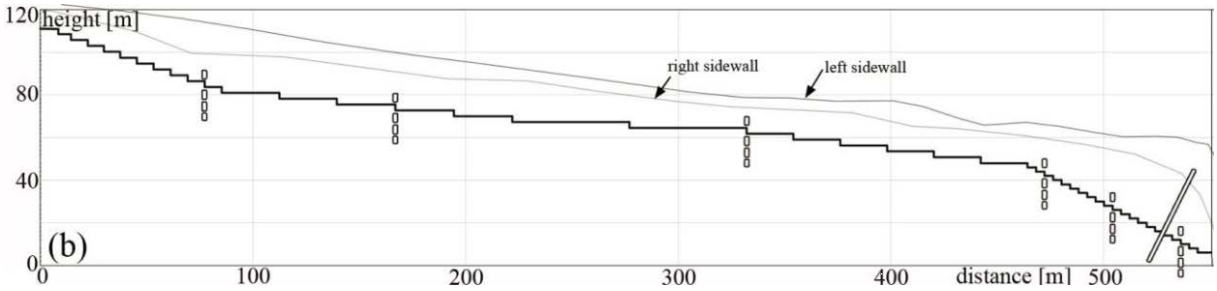
Nejistoty v určení hydrologických dat mají značný dopad při návrhu vodních staveb. Běžným zdrojem chyb je nepřesnost měření hydrologických dat. Při určení hydrogramu povodňové vlny se hlavně soustředíme na vrchol povodně, ale už ne tolik na její objem. Metoda, která je v článku popsána, považuje jako důležitý faktor právě tvar a objem vlny.

R. 23 BOES, R.M., LUTZ, N., LAIS, A. (Switzerland)

Zvýšení kapacity skluzu na velké sypané přehradě

Počet přehrad neschopných bezpečně převést současné návrhové povodně a vyhovět současným kritériím bezpečnosti je značný. Zejména u sypaných hrází, kde nelze akceptovat ani krátkodobé přelití koruny, je řešení otázky rozšíření stávajícího přelivu nebo návrh nového, nezbytností. Na případové studii je presentováno řešení u švédské sypané (kamenité) přehrady Trangslet, vysoké 120 m, kde bylo třeba zvýšit kapacitu bezpečnostního přelivu z 1 350 m3/s na 1 975 m3/s. Bylo zkoumáno řešení přebudování stávajícího skluzu na stupňovitý s proměnnou šířkou, sklonem dna i velikostí stupňů, tak aby došlo k co možná největšímu utlumení energie před dopadem do vývaru.





R. 24 ZEIMETZ, F., RECEANU, R., SCHLEISS, A.J., GARCÍA HERNÁNDEZ, J. (Switzerland)

Stanovení extrémní povodně ve švýcarském vysokohorském prostředí

Článek popisuje výsledky příkladové studie v povodí Mattmark ve Valais, která porovnávala hodnoty extrémních povodní, které byly určovány různými dostupnými metodami – empirické, statistické, simulační, metoda PMF.

Závěrem je zhodnocení vhodnosti jednotlivých metod pro určení extrémních povodní.

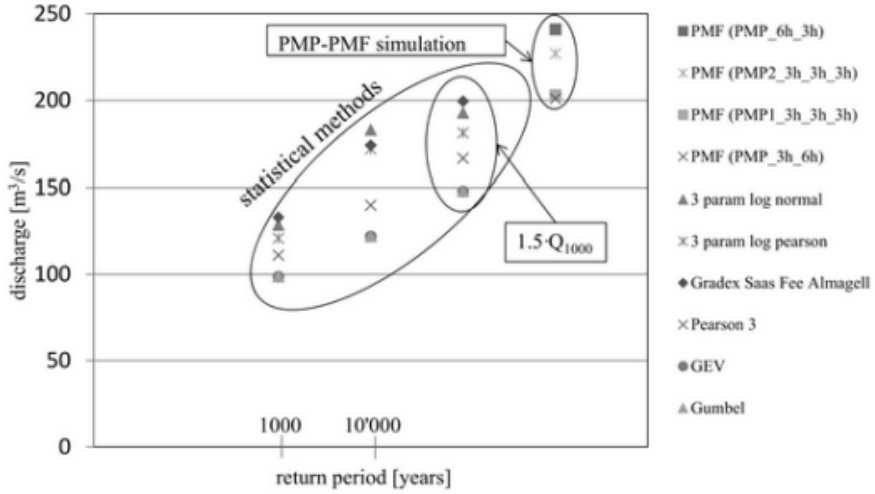


Fig. 2
Comparison of the flood estimates for different methods.

R. 25 FAKHRMOOSAVI, S.F., NOORZAD, A., GHAEMIAN, M. (Iran)

Návrh normy pro kritérium společenského rizika pro přehrady v Iránu

V současnosti není v Iránu vydán dokument, který by uspokojivě popisoval posouzení bezpečnosti přehrady z hlediska pravděpodobných poruch, jejich následků a metody, jak snižovat riziko poruchy. Příspěvek popisuje návrh kritéria pro posouzení bezpečnosti přehrady z pohledu počtu obětí na životech. Navržené kritérium je uvedeno v podobě závislosti počtu obětí na životech na pravděpodobnosti poruchy přehrady za rok (křivka F-N). Použitelnost metody posouzení byla demonstrována na vodním díle Golestam, kde při záplavách v letech 2001, 2002 a 2005 byly stovky obětí na životech. Výsledky posouzení ukazují, že kritérium je použitelné pro přehrady v Iránu.
Příspěvek uvádí porovnání kritérií (křivka F-N) pro různé země (Ukrajina, Dánsko, Nizozemí, Hong Kong).

R. 26 KUČERA, R., STŘEŠTÍK, J. (Czech Rep.)

Zvyšování bezpečnosti vodních děl Povodí vltavy v souladu s nynějšími požadavky

Tento příspěvek popisuje aktivitu státního podniku Povodí Vltavy v oblasti zvyšování bezpečnosti vodních děl od zpracování hydrologických studií a posudků bezpečnosti vodních děl až po realizaci nutných opatření. Podle charakteru navrhovaných nápravných opatření jsou přípravné práce na jejich realizaci doplňovány dalšími činnostmi, jako jsou podrobné výpočty stability hráze, ve většině případů je pro ověření konzumpčních křivek bezpečnostních přelivů nepostradatelný hydraulický výzkum na fyzikálních modelech vodních děl. Výsledky hydraulického výzkumu na fyzikálním modelu mohou někdy poukázat i na předimenzování některých bezpečnostních zařízení a případně tak následně snížit finanční prostředky na jejich realizaci. Zde je ale nutné poznamenat, že není účelné dimenzovat tato zařízení přesně na kontrolní povodňovou vlnu, naopak je dobré uvažovat s bezpečnostní rezervou, na jejíž velikosti by se měli shodnout zástupci vlastníka vodního díla, projektant a zástupců organizace provádějící technickobezpečnostní dohled. Jsou ukázány příklady realizací na VD Římov, Záskalská, Suchomasty a dále návrh řešení na VD Klabava.

Členové Českého přehradního výboru hledí na rozšířený skluz VD Suchomasty, říjen 2015

R. 27 HATTINGH, L.C., OOSTHUIZEN, C., MOSTERT, A. (South Africa)

Poučení z provozu hrazených bezpečnostních přelivů v Jihoafrické republice

Hrazené přelivy jsou často preferované z důvodu úspor prostoru a tedy stavebních nákladů. Při návrhu a posouzení oproti nehrazené variantě se však často neuvažovalo riziko poruchy pohyblivého hrazení. Pro minimalizaci rizika poruchy v průběhu životnosti je důležité, aby byly splněny základní faktory. Příspěvek ukazuje význam těchto faktorů na příkladech vodních děl Hardap v Namibii a Bospoort a Lake Arthur v Jihoafrické republice.

Vodní dílo Hardap má trojnásobně jištěno napájení hrazení. V roce 2006 dílo prodělalo extrémní povodeň, při které došlo k poškození primárního i záložního zdroje energie. Potřebná energie byla zajištěna až třetího zdroje – malé přenosné jednotky. Extrémní situaci se podařilo zvládnout a to i díky školené obsluze. Pozdější analýza ukázala, že mohly vzniknout velké škody nebýt třetí jednotky.

Vodní dílo Bospoort má pro ovládání hrazení 2 zdroje energie. Při inspekci provozuschopnosti v 2004 bylo zjištěno, že hlavní napájecí kabel někdo ukradl a malý mobilní generátor nefunguje, operátor zajišťující manipulaci byl navíc 30 km daleko. Při následné analýze vyšlo neakceptovatelné riziko poruchy. Po tomto zjištění bylo původní řešení nahrazeno nehrazeným labyrintovým přelivem.

Událost na vodním díle Lake Arthur ukazuje, že ani plně funkční systém nemusí být dostatečný, operátor nemohl včas otevřít veškeré hrazení a došlo k přelévání tělesa hráze.

Poučení, které plyne z uvedených příkladů, je shrnuto tak, že konstrukce hrazení musí být uzpůsobena (navržena) tak, aby ji bylo možné plně otevřít včas, musí být zajištěna dostatečná redundance pohonu hrazení a obzvláště elektrické energie, obsluha musí být řádně vyškolena a všechny prvky hradicího systému musí být průběžně udržovány.

R. 28 HATTINGH, L.C., MOSTERT, A. (South Africa)

Vliv délky časové řady při návrhu přehrady a bezpečnostního přelivu

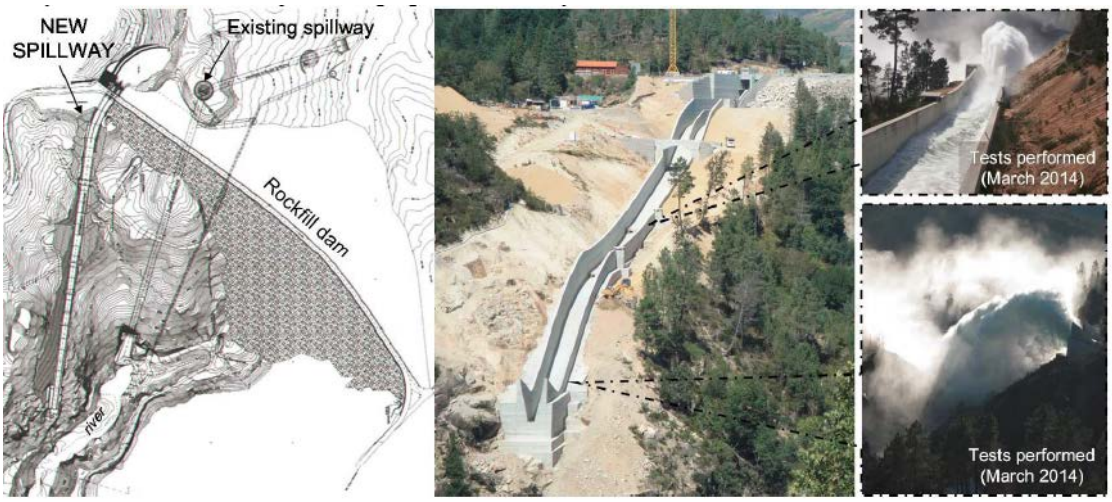
Příkladová studie přehrady Hardap o dopadu délky časové řady pro výpočet kontrolní povodně. Přehrada byla postavena v roce 1963 a návrhová povodeň byla stanovena z časové řady o délce 18 let. Cílem citlivostní analýzy bylo zjištění, jaký vliv má délka časové řady při výpočtu kontrolní povodně statickou metodou. Rozmezí časových řad bylo od 10 do 70 let.

Bylo prokázáno, že délka časové řady má vliv na nadhodnocení či podhodnocení hodnoty kontrolní povodně.

R. 29 DIAS DA SILVA, J., SOUSA OLIVEIRA, M., RAMOS FERNANDES, I. (Portugal)

Posouzení hydraulické zabezpečenosti existujících přehrad společnosti EDP. Dodatečné přelivy přehrad Paradela, Salamonde a Caniçada

Energetická společnost EDP provozuje v Portugalsku přibližně 50 přehrad různých typů, velikostí a stáří. Z nich 43 bylo postaveno před publikováním nových bezpečnostních předpisů v devadesátých letech. Ty musely být v souladu s těmito předpisy přešetřeny. Byly vypracovány studie povodní, přešetřeny kapacity výpustných zařízení a tam kde to bylo nutné navržena nápravná opatření. Tam kde nebylo možné řešit problém nestrukturálními opatřeními – pohybem hladin v nádrži, byly navrženy stavební zásahy k posílení kapacity bezpečnostních přelivů. Na příkladech přehrad Paradela, Salamonde a Caniçada je ukázán návrh a realizace dodatečných bezpečnostních přelivů. Ve všech hrází se jednalo o výstavbu nového bezpečnostního přelivu za bočním zavázáním hráze, ve dvou případech bylo odvedení vody řešeno tunelem, v jednom případě otevřeným skluzem.



R. 30 BERGA, L., BERGA, L. Jr, (Spain)

Povodně, zabezpečenost přehrad a klimatická změna

Článek se zabývá, jaký dopad mají klimatické změny na výskyt povodní a jejich průběh. Opravdu změna klimatu nějak ovlivňuje povodňové situace? Z pozorovaných povodňových dat za poslední desetiletí neexistuje žádný důkaz, že by se klimatické změny měly dopad na zvyšující se trend povodní a výskyt extrémních povodní. Ale klimatické změny mohou mít vliv na bezpečnost přehrad – změny stanovení kontrolní povodně, převýšení koruny hráze, výběhy větrové vlny, teplotní změny, sesuvy svahů v nádržích atd.

R. 31 MEMBRILLERA-ORTUÑO, M.G. DE., ESPERT CANET, V. (Spain)

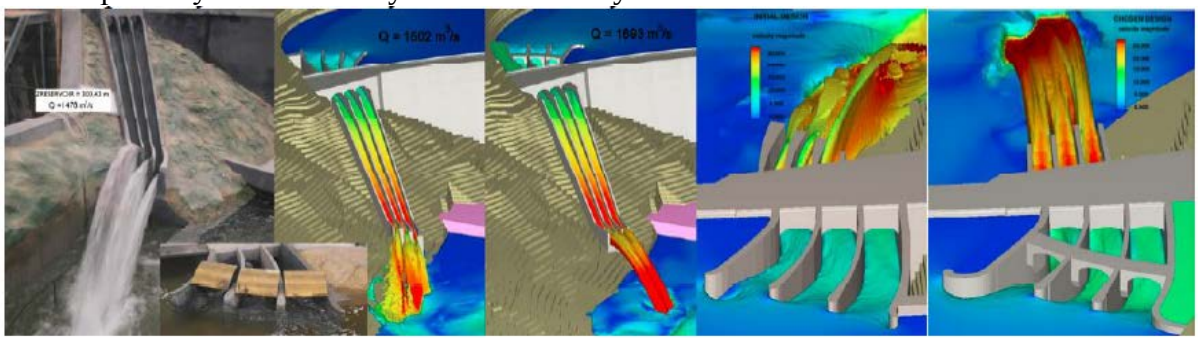
Rozhodování na základě analýzy rizik při posouzení bezpečnosti španělských přehrad za povodně

Současné přísnější předpisy a směrnice bezpečnosti přehrad naráží, stejně jako v jiných zemích, na problém, co dělat se staršími vodními díly, které při posouzení bezpečnosti dle nových předpisů nevyhoví. Před několika lety bylo ve Španělsku identifikováno přes 225 přehrad, které nesplňují požadavky dle nových předpisů. Vzhledem k omezeným finančním zdrojům je třeba najít způsob jak určit, kterým nevyhovujícím vodním dílům věnovat pozornost nejdříve. Příspěvek popisuje kvalitativní a kvantitativní přístup v rozhodování při výběru přehrady z vyššího počtu vodních děl na základě analýzy rizik. Při výběru a posouzení se uvažuje pouze jeden způsobem porušení a to přelití. Vstupem je Q-H křivka povodně. Přehrady, které splní kritéria analýzy, mohou být považovány za bezpečné, ostatním je zapotřebí se podrobněji věnovat. Příspěvek bohužel neobsahuje žádné praktické ukázky popsané metody.

R. 32 BAENA BERRENDERO, C.M., DUQUE CARRERO, A., GRANELL NINOT, C. (Spain)

Návrh skluzu za použití numerického modelování

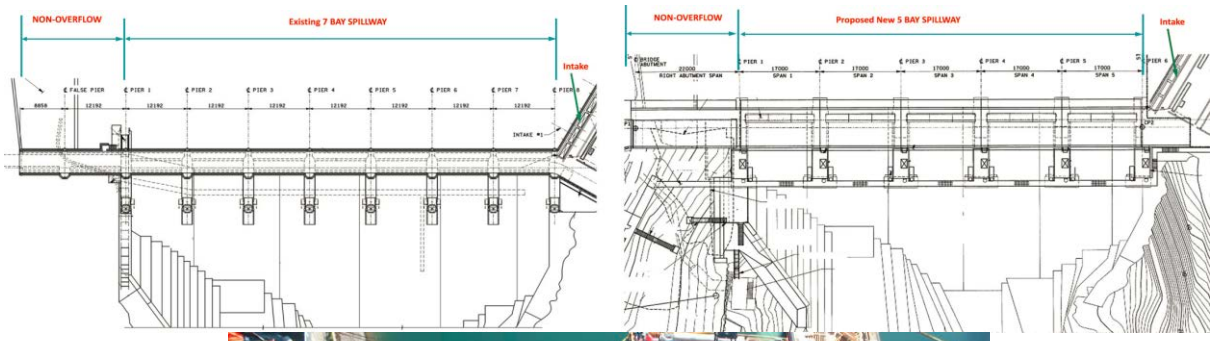
Moderní numerické modely jsou efektivním nástrojem pro návrh hydraulických prvků. V několika posledních letech pan J. Granell použil FLOW-3D pro návrh různých přelivů a skluzů umožňující optimální řešení různých částí přehrad. To nabízí velké množství výhod při výběru nejlepší alternativy výsledného tvaru, šetří čas a redukuje náklady. Příspěvek popisuje některé příklady a srovnání s fyzikálními modely.

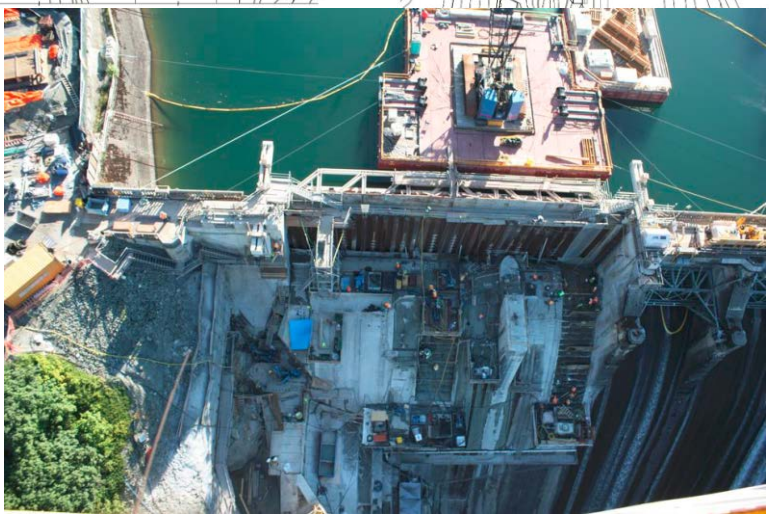


R. 33 MARÍN, J., IBÁÑEZ-DE-ALDECOA, R., VAZINKHOO, S., MALLET, M. (Spain)

Rekonstrukce korunových přelivů na přehradě Ruskin za provozu

Betonová gravitační přehrada Ruskin v Kanadě byla postavena v roce 1930. BC Hydro je nyní uprostřed rekonstrukce této hráze spočívající zejména v nahrazení původních 7 hrazených přelivů 5ti novými přelivy, při zachování nebo zvýšení jejich kapacity. Vybaveny budou moderní technologií. Stavební práce jsou prováděny postupně ve třech etapách. K zabezpečení staveniště bylo navrženo speciální jímkování za pomoci dvou vertikálních a jednoho horizontálního nosníku a štětové stěny. Manuál pro instalaci jímky obsahoval více než 100 technologických kroků. Příspěvek se zabývá především návrhem tohoto jímkování na koruně hráze a jeho následným vylepšením kvůli úspoře času a nákladů.

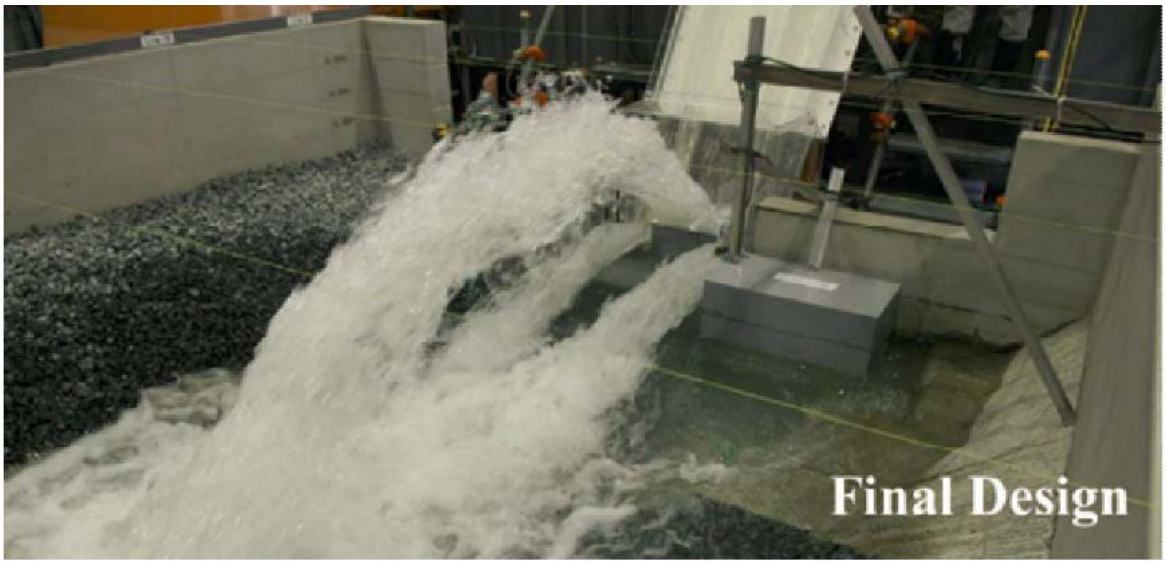




R. 34 AOSAKA, Y., HANAMOTO, M., ASAKAWA, M. (Japan)

Hydraulický model přelivu s odrazovým můstkem s více odrazníky na přehradě Nam Ngiep 1

Nam Ngiep Dam v Laosu je situována v úzkém údolí se skalnatým/kamenitým dnem. Z toho důvodu bylo rozhodnuto při zakončení přelivu o využití odrazového můstku na jeho konci k rozptýlení energie, a to s několika typy odražečů na různé úrovni a s různými úhly. To má snížit nebezpečí podemílání dna a břehů při dopadu rozptýleného vodního paprsku do dolní vody. Řešení bylo zkoumáno na fyzikálním modelu a potvrdilo lepší schopnost rozptýlení a utlumení energie u řešení s několika typy odražečů oproti klasickému odrazovému můstku.



R. 35 KASAHARA, S., KIYONAGA, Y., HARADA, Y., SHIMOMURA, A., ISHIKAWA, N. (Japan)

Výzkum záložních jednotek pro pohon hydromotorů uzávěrů a hrazení

Příspěvek popisuje vývoj zařízení pro nouzové řízení hydromotorů uzávěrů bezpečnostních přelivů, spodních výpustí a jiných prvků, které jsou opatřeny hydromotory. V roce 2011 zasáhlo východní Japonsko silné zemětřesení. Po této události byly provedeny analýzy poruch, při kterých zjistilo, že jsou nedostatečně zabezpečeny záložní jednotky pohonů pro hydraulické motory uzávěrů, při kritický situacích dojde často k poškození i těchto záložních pohonných jednotek. Proto bylo nutno vyvinout lehkou a přenosnou záložní pohonnou jednotku, která se v případě potřeby jednoduše připojí na hydraulické rozvody. Důraz byl kladen na jednoduchou obsluhu, vysokou spolehlivost jednotky, jednoduchá modifikovatelnost pro použití na co nejvíce typech zařízení, nízká cena, nízká hmotnost a aby jednotka nepotřebovala externí zdroj elektrické energie. Výzkum byl ukončen v červnu 2013, jeho výsledkem jsou 2 typy jednotek v závislosti na pracovním tlaku hydrauliky. Test jednotky v praxi byl proveden na vodním díle Numone v Japonsku, kde se ověřilo splnění všech předpokladů.
Přenosná záložní jednotka je velkým přínosem pro snižování rizika poruchy u scénáře porušení, při kterém dojde k poškození pohonů a ovládacích jednotek hydromotorů včetně jejich záložních jednotek.

R. 36 CHEVALIER, S., RABIAS, E. (Greece)

Inovativní řešení pro optimalizaci zásoby vody

Článek popisuje inovativní řešení jak zvýšit zásobní kapacitu vodního díla nebo kapacitu bezpečnostního přelivu. Jedná se o systém Raygates, což je ocelová konstrukce, která je dodatečně osazena na přelivnou hranu bezpečnostního přelivu.

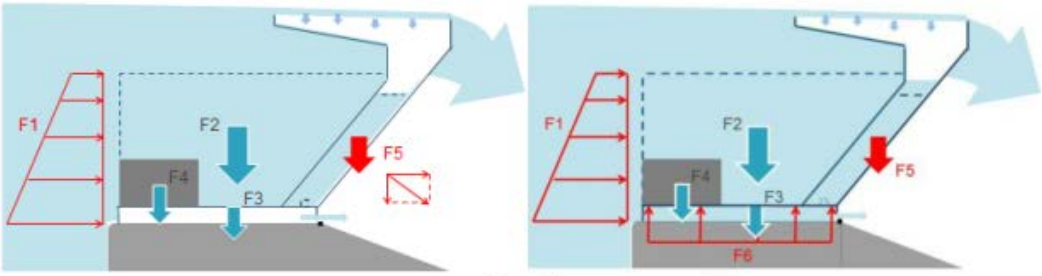
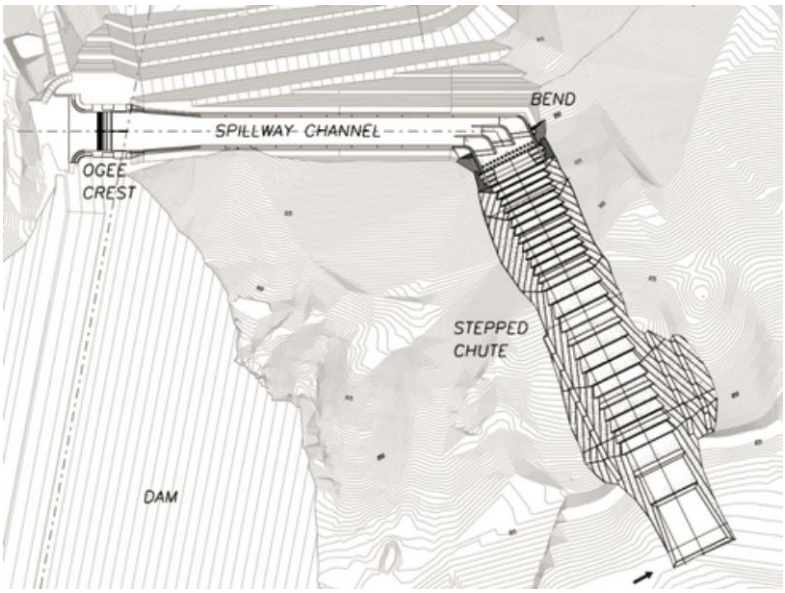


Fig. 4
Raygates LDT – Extreme flood

R. 37 SCARELLA, M., PAGLIARA, S. (Italy)

Odvážné řešení pro přehradu Zarema May Day, návrh skluzu a modelový výzkum

Přehrada Zarema May Day v Etiopii je 152 m vysoká kamenitá hráz s objemem nádrže 3,6 mld. m3. Převádění povodňových průtoků se děje přelivem a skluzem v levém zavázání hráze o kapacitě 700 m3/s. Skluz se skládá z 250 m dlouhého přívodního kanálu a 130 m vysokého velkorysého strmého stupňovitého skluzu. To vede ke značnému utlumení energie, skluz je založen na zdravé skále s minimálním opevněním, což vede k úspoře objemu betonáží. Navázání přívodního kanálu na skluz je ostrým obloukem s poměrně složitým řešením tohoto přechodu, vyžadujícím komplexní hydraulický výzkum všech jeho prvků. Modelový výzkum prokázal dobré chování všech prvků celého systému.



R. 38 MICOVIC, Z., HARTFORD, D.N.D., SCHAEFER, M.G., BARKER, B. (Canada)

Bezpečnost přehrad při povodni – na co se zaměřit?

Studie pojednává o návrhové povodni jako o významném parametru při posuzování bezpečnosti přehrad při povodni, ale také zdůrazňuje, že je nutné se zaměřit i na další důležité faktory. Při posuzování je potřeba zohledňovat i nepředvídatelné problémy jako např. porucha uzávěru bezpečnostního přelivu, spláví, mechanické porušení, lidský faktor, atd., protože právě tyto faktory mohou výrazně ovlivnit úroveň hladiny v nádrži, což může vést až k přelití hráze.

R. 39 REVERCHON, B., CLAVEIROLE, P., BOUQUIER, P-G., BARTHOMEUF, H. (France)

Návrh, provoz a obnova hrazených přelivů spravovaných podnikem Electricité de France

Electricité de France projektuje a staví vodní elektrárny již 70 let a v současnosti provozuje více jak 600 vodních děl. Bezpečnostní přelivy jsou často vybaveny hrazením různých návrhů a typů. V průběhu praxe si Electricité de France vyvinula základní pravidla a doporučení týkající se návrhu, provozu, údržby a kontroly hrazených přelivů, aby zajistili jejich spolehlivost. Přesto však několik vážných poruch ukázalo, že je zapotřebí vylepšit program údržby a lépe podchytit stárnutí vybavení. Mezi lety 2006 až 2012 byla provedena analýza veškerých dostupných materiálů a s užitím programového balíku SuperHydro byla zavedena opatření pro snížení počtu kritických prvků (nejvíce hradicí uzávěry a propusti). Užití tohoto programu znamenalo přistoupit k velkému množství oprav uzávěrů na vybavení vodních děl a v mnoha případech byla zvolena kompletní výměna uzávěru.

R. 40 BAIL, A., CARLIER, T., LAPEYRE, O., TARDIEU, A. (France)

Zvýšení kapacity bezpečnostních přelivů u několika přehrad

Na mnoha přehradách probíhají rekonstrukce ke zvýšení kapacity jejich bezpečnostních přelivů. Tyto zásahy jsou dány jednak změnou hydrologických dat a tak i změnou bezpečnostních standardů ve Francii. Přehrady, které jsou popisovány v příspěvku mají

většinou poddimenzované přelivy, rekonstrukce je ale prováděna i tam, kde přeliv sice dokáže převést Q 10000, ale je hrazený a požadavek provozovatele je na bezzásahový provoz – nehrazený přeliv.

R. 41 GUILLOTEAU, T., VERMEULEN, J., BRYLA, P. (France)

Posouzení bezpečnosti za povodně u vodních děl spravovaných podnikem Electricité de France

Posouzení bezpečnosti vodních děl kategorie A se provádí jednou za deset let. Za pomoci návrhové povodně se ověřuje správná funkce vodního díla při převádění povodně. Posudky jsou prováděny týmem odborníků z různých odvětví. Od roku 2008 prošlo ve Francii posouzením 84 vodních děl kategorie A. Výsledky posouzení potvrzují důležitost periodického posouzení bezpečnosti za povodně. Během posouzení bezpečnosti vodního díla za povodně byla provedena diagnóza hydromechanických prvků bezpečnostních přelivů. Ze vzniklé databáze byla zjištěna nejčastější příčina selhání. Výsledek je v příspěvku publikován formou výsečového grafu. Databáze napomohla ke zlepšení kontroly kvality a odhadování pravděpodobnosti poruchy jednotlivých prvků.

R. 42 LOISEL, P-E., SCHAGUENE, J., BERTRAND, O., GUILBAUD, C. (France)

Porovnání matematického a fyzikálního modelu při návrhu objektu bezpečnostního přelivu

Modely byly sestaveny pro dva objekty:

- Nehrazený bezpečnostní přeliv s přemostěním
- Stupňovitý skluz s využitím vzdušného líce hráze z válcovaného betonu

Pro numerický model bezpečnostního přelivu byl použit software OpenFOAM, pro kaskádovitý skluz volně dostupný program CFD. Výsledky z těchto modelů byly porovnány s výsledky fyzikálního modelu.

R. 43 ARNAUD, P., PAQUET, E., AUBERT, Y., ROYET, P., FINE, J-A., LANG, M. (France)

Výpočet rozdělení hladin v nádrži srážkoodtokovým modelem za použití stochastického přístupu – použití fiktivní přehrady

Příspěvek se věnuje výpočtu rozdělení hladin v nádrži za použití srážkoodtokového modelu pro stanovení návrhové vlny v kombinaci s transformačním modelem nádrže. Výpočet byl proveden pro povodí Tech o rozloze 477 km^2 s fiktivní přehradou. Srážkoodtokový model byl sestaven za použití dvou simulačních metod – SHYPRE a SCHADEX. Navzdory výrazným metodickým rozdílům obě metody poskytly podobné hodnoty extrémní povodně.

R. 44 BISSO, D., CERVETTI, J.L., DAYRAUT, M., MOUY, V., LINO, M., DEROO, L., CHEVALIER, S., LEMPERIERE, F., VIGNY, J.P. (France)

Příklady spolupůsobení hrazených a nehrazených přelivů, včetně „fuse gates“

Riziko spojené s převáděním povodní je rozdílné pro betonové a sypané hráze. Příspěvek se věnuje pouze sypaným hrázím. V případě návrhových průtoků v řádu tisíců a více m3/s se většinou navrhují hrazené bezpečnostní přelivy, u průtoků pod 1 000 m3/s se doporučují přelivy nehrazené, případně typu „fuse gates“– konstrukce se sama uvolní. Autoři příspěvku neberou na lehkou váhu riziko lidského selhání při provozu hrazených přelivů. Na konkrétní analýze řešení přehrady Memveele je ukázána kombinace obou typů řešení.

R. 45 LAUGIER, F., VERMEULEN, J. (France)

Ohlédnutí za zkušenostmi s konstrukcemi typu „pianových přelivů“

„Pianové“ bezpečnostní přelivy prošly v posledních letech rychlým vývojem. Fungují na základě labyrintových přelivů, tedy prodloužení přelivné hrany přelivu a tím jeho kapacity. Jejich výhodou je možnost jejich instalace na přelivech stávajících betonových hrází. Mají dvě základní přednosti, významné zvýšení kapacity přelivů a bezobslužný provoz. EDF realizovalo v posledních 10ti letech deset instalací těchto přelivů. Současně běží řada projektů a výzkumů u dalších přehrad v řadě zemí.

Otázka 98 - Sypané hráze a hráze odkališť

Zpracovatelé výběru příspěvků otázky 98:

prof. Ing. Jaromír Říha, CSc. (Ústav vodních staveb, Fakulta stavební VUT v Brně)
doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc. (Katedra hydrotechniky, Fakulta stavební ČVUT v Praze)
Ing. Miroslav Špano, Ph.D. (Ústav vodních staveb, Fakulta stavební VUT v Brně)

Otázka 98 byla rozdělena do 5 podtémat:

1. Problematika vysokých rockfilových přehrad
2. Vnitřní eroze
3. Rizika zakládání
4. Návrh a provádění styku mezi zemním tělesem a betonovou konstrukcí
5. Odkaliště

Generálním zpravodajem této otázky byl Xu Zeping (China).

V této sekci bylo publikováno 41 příspěvků shrnutých v generální zprávě:

R. 1 BARKER, M., BLACK, A. (Australia)
Použití rizikové analýzy při návrhu úprav odkaliště

R. 2 SATO, H., AOI, K., SAKAMOTO, H., SASAKI, T., YAMAGUSHI, Y. (Japan)
Vlivy nových modifikovaných seizmických koeficientů na minimální součinitele bezpečnosti pro sesuvy v tělesech vybudovaných kamenitých hrází

R. 3 GRANADOS, A., GARROTE, L., GRANADOS, I., REMESAL, J.A. (Spain)
Ošetření styku mezi hlinitým jádrem a základovou horninou betonovou deskou jako prevence proti vnitřní erozi: hodnocení účinnosti

R. 4 PETKOVSKI, L., MITOVSKI, S. (For. Yug. Rep. of Macedonia)
Vytvoření zásobního prostoru odkaliště etapovou výstavbou kamenité hráze

R. 5 RÖNNQVIST, H., FANNIN, J., VIKLANDER, P. (Sweden)
Aplikace jednotkového diagramu při hodnocení náchylnosti ke vnitřní erozi – případová studie prosednutí koruny na přehradě Grundsjön

R. 6 DE ÁVILA, J.P., FIGUEIREDO ROCHA, F., LOPES, M., MOREIRA QUEIROZ, C., SANTOS BRASIL, L.S., RAMOS PENNA, D.C., ARAÚJO PIMENTEL MAIA, K.C., FUSARO, T.C. (Brazil)
Vývoj GRG – programu pro zvládání geotechnických rizik pro společnost VALE

R. 7 ZHOU, H., LIU, X., CUI, X., QIE, Y., WANG, W. (China)
Využití geotextilních vaků plněných jemnými sedimenty v hrázích odkališť

R. 8 CORREIA DOS SANTOS, R., CALDEIRA, L., MARANHA DAS NEVES, E. (Portugal)
Laboratorní pokusy pro hodnocení opatření omezujících progresi vnitřní eroze v zonálních hrázích

R. 9 NAKAMURA , A., YASUDA, N., KINOSHITA, T., ETOH, H. (Japan)
Vyhodnocení chování kontaktu mezi zemní a betonovou částí přehrady při zemětřesení

R. 10 GLISIC, R., MILVOJE, B., LÓPEZ MANZANO, R. (Spain)
Studie proveditelnosti pro přehradu Yarascay

R. 11 BECK, Y-L., COURIVAUD, J-R., FRY, J-J., GUIDOUX, C., CASSARD, A., MICELI, J. (France)
Výsledky monitoringu dlouhých lineárních zemních konstrukcí optickými kabely

R. 12 MESSERKLINGER, S. (Switzerland)
Materiály pro jádra sypaných přehrad

R. 13 VAYNBERG, O., LANDAU, I. (Ukraine)
Návrh a technické vlastnosti složených asfaltobetonových těsnění vhodných do vysokých rockfilových hrází budovaných v náročných klimatických podmínkách

R. 14 SCUERO, A.M., VASCHETTI, G., MACHADO DO VALE, J. (Switzerland)
Geomembrány na vysokých rockfilových hrázích

R. 15 CAMBRIDGE, M. (UK)
Zpracování evropského manuálu pro správné navrhování, provozování a uzavírání zařízení odkališť

R. 16 WIELAND, M., BRENNER, R.P. (Switzerland)
Kritéria následků působení vícenásobného seizmického ohrožení pro kamenité hráze

R. 17 HRABOVSKÝ, O. (Slovakia)
Bezpečnost hráze suché nádrže – mokřad

R. 18 MARULANDA, C., MARULANDA, A. (Colombia)
CFRD: Minulost a současnost

R. 19 FERHAN, M., ZAKARIA, A., TENOURI, K., BAHTAT, M. (Maroc)
Technická opatření na styku těsnění s věží sdruženého objektu hráze Oued Martil

R. 20 HARTFORD, D.N.D., HICHER, P.Y (Canada)
Příklad a návrh řešení problematiky vnitřní eroze prostředky mechaniky zemin

R. 21 ROMANA, M. (Spain)
Založení prahu návodního betonového těsnění (CFRD) po obvodu hráze

R. 22 LEGGE, K.R., BADENHORST, D.B., MNISI, K. (South Africa)
Kompozitní filtry z geotextilie a přírodních materiálů pro kritická místa v přehradním inženýrství

R. 23 BELLENDIR , E.N., FILIPPOVA, E.A., BURYAKOV, O.E. (Russia)
Základní hlediska navrhování a provozu vysokých naplavovaných hrází odkališť v Rusku Organizace sledování, státního dohledu, analýza rizik a poruch naplavovaných přehrad

R. 24 PEKHTIN, V.A., VOLINCHIKOV, A.N., MGALOBELOV, Y.B., YURIEV, S.V. (Russia)
Odhad spolehlivosti styku betonové a rockfilové hráze vodní elektrárny Boguchany před prvním napuštěním

R. 25 VOLYNCHIKOV, A. (Russia)
Výstavba litého asfaltobetonových jader (stěn) v rockfilových hrázích budovaných v drsných klimatických podmínkách

R. 26 RISSLER, P., RIEMER, W. (Germany)
Řešení složitého založení rockfilové hráze vodního díla Middle Marsyangdi v Nepálu

R. 27 POPOVICI, D., STEMATIU, D., GROZEA, M. (Romania)
Riziková analýza odkaliště Rosia Poieni

R. 28 NILSSON, A., TORSTENSSON, I., NILSSON, C-O. (Sweden)
Zvýšení bezpečnosti sypané hráze štětovou stěnou z dřevěných pilot – případová studie se svislými drény

R. 29 ALICESCU, V., TOURNIER, J-P., VANNOBEL, P., KARA, R. (Canada)
Výstavba komplexu La Romaine v severním Quebecu v Kanadě

R. 30 TOURNIER, A., FAUCHERE, R., TOUMAS, G. (Canada)
Stabilizace skalního výchozu v místě pravého zavázání hráze F2 projektu La Romaine 2

R. 31 SMITH, M. (Canada)
Měření a modelování sedání rockfilu přehrady Romaine-2 v průběhu výstavby

R. 32 FRY, J-J., FRANCOIS, D., MAROT, D., BONELLI, S., ROYET, P., CHEVALIER, C., DEROO, L. (France)
Studium vnitřní eroze – příspěvek projektu ERINOH

R. 33 KNUTSSON, R., VIKLANDER, P., KNUTSSON, S. (Sweden)
Využití numerického modelování pro nastavení hodnot výstrahy v monitorovacím systému odkališť

R. 34 SEMBENELLI, P., AFSARI-RAD, V (Italy)
Vysoké asfaltobetonové jádro v hrázi VD Zarema

R. 35 CRISTOBAL, F., DE FRIES, K., SCUERO, A.M., VASCHETTI, G.L. (Italy)
Oprava plášťového těsnění pomocí geomembrány instalované po vodou: Turimiquire 113 m vysoká CFRD

R. 36 GONZALO, A. (Spain)
Nové technologie pro snížení velkých průsaků zrnitými materiály

R. 37 JOHANSSON, S., SJÖDAHL, P., BURSTEDT, J. (Sweden)
Sledování rozdělení teploty pomocí optických vláken pro monitorování průsaků na odkalištích u Hötjärn

R. 38 FRY, J-J-., VINCENT, S., GUILHEM , O., ROUSSELET, R., DUCHESNE, L., GARANDET, A. (France)
Zkušenosti z realizací podzemních stěn vedených tělesem hrází a jejich podložím

R. 39 FRY, J-J., BEGUIN, R., PICAULT, C., MATHIEU, F., ESNAULT FILET, A., MOSSER, J-F. (France)
Analýzy a opatření proti vnitřní erozi: konvenční a nové metody

R. 40 FROSSARD, E., NIETO, C., ROBLES, J. (France)
Návrh a výstavba CFRD hráze VD Mazar (Ekvádor) – chování při provozu

R. 41 FROSSARD, E., NIETO-GAMBOA, C. (France)
Vliv měřítka zrnitých násypů na stabilitu a chování vysokých rockfilových přehrad

R. 1 BARKER, M., BLACK, A. (Australia)

Použití rizikové analýzy při návrhu úprav odkaliště

V souvislosti úpravami odkaliště Rez Mud 2 v Queenslandu v Austrálii (zvýšení hrází a úprava bezpečnostního přelivu s aplikací labyrintového přelivu) byla aplikována riziková analýza. Její využití umožnilo analyzovat detailně vlivy technického stavu objektů odkaliště na potenciální poruchu odkaliště. Riziková analýza navázala na dřívější (2004 až 2001) výpočty opatření proti přelití hrází a analýzu průsaků v jedné hrázi systému odkaliště. Riziková analýza byla provedena pro jednotlivé objekty odkaliště (hráze A, C, D a E a pro bezpečnostní přeliv) a byl stanoven příspěvek jednotlivých objektů odkaliště k celkovému riziku. Jako nejslabší článek systému byla vyhodnocena hráz E. Následně byla navržena nápravná opatření.

R. 2 SATO, H., AOI, K., SAKAMOTO, H., SASAKI, T., YAMAGUSHI, Y. (Japan)

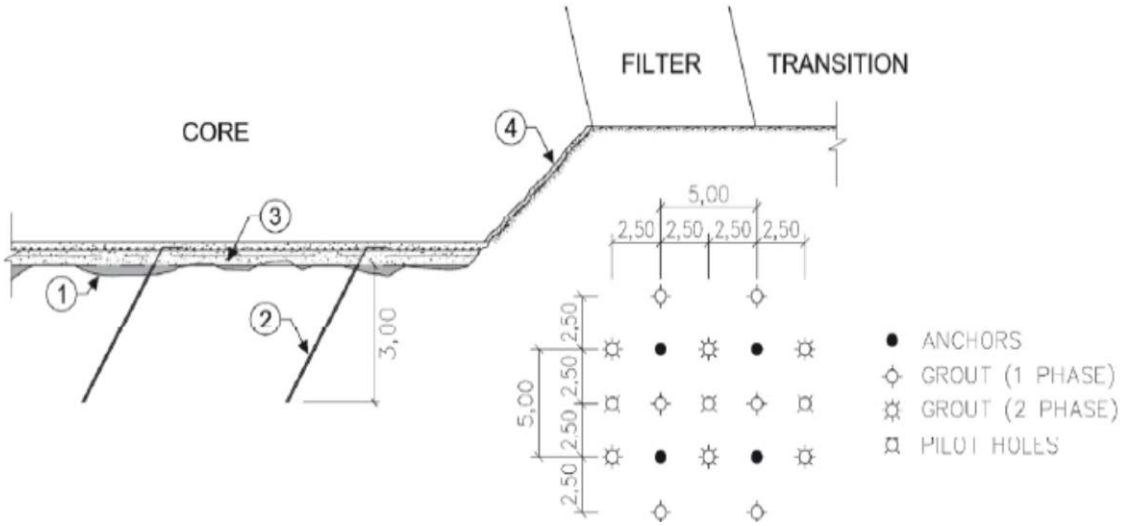
Vlivy nových modifikovaných seizmických koeficientů na minimální součinitele bezpečnosti pro sesuvy v tělesech vybudovaných kamenitých hrází

Pro navrhování přehrad v Japonsku s ohledem na seizmické účinky byla zpracována metodika v roce 1991 – "Draft of Guidelines for Seizmic Design of Embankment Dams". Tento materiál byl zpracován pro použití jak pro navrhování nových přehrad, tak pro posuzování již dříve vybudovaných hrází. Metoda s využitím modifikovaného seizmického součinitele byla navržena pro použití u hrází s výškou do 100 m. Po provedení analýzy 55 pozorovaných záznamů zemětřesení byla navržena úprava součinitelů seizmických sil a jejich využití i pro hráze vyšší, než 100 m. V příspěvku jsou popsány výsledky stabilitní analýzy (dopad na minimální součinitel bezpečnosti) 12 provozovaných kamenitých přehrad s použitím součinitelů seizmických sil z metodiky z roku 1991 a při aplikaci nových součinitelů po analýze 55 zemětřesení. Analýza součinitelů bezpečností je v příspěvku shrnuta pro 12 typických příčných řezů sypaných přehrad v grafech a ve srovnávací tabulce.

R. 3 GRANADOS, A., GARROTE, L., GRANADOS, I., REMESAL, J.A. (Spain)

Ošetření styku mezi hlinitým jádrem a základovou horninou betonovou deskou jako prevence proti vnitřní erozi: hodnocení účinnosti

Styk hlinitého jádra a základové horniny vyžaduje zvláštní pozornost. Nevhodné ošetření tohoto styku může vyvolat průsak v místě napojení jádra na podloží a následnou kontaktní erozi materiálu jádra. Řešení tohoto problému je možné prostřednictvím injekční chodby. V případě kvalitního podloží, kdy lze vyloučit potřebu budoucí injektáže, se nabízí levnější uspořádání pomocí betonové desky, která zamezí vyplavování jemnozrnných částic do puklin skalního podloží. Toto uspořádání bylo použito na přehradě Andévalo ve Španělsku, kdy přes vybetonovanou a ukotvenou desku byla provedena plošná injektáž podloží (obr. R3). Pro ověření ochranného účinku betonové desky byla na styku instalována soustava piezometrů pro měření piezometrické úrovně na spáře doplněná o měření průsaku. Provozní zkušenosti z období 2002 až 2013 ukázaly výbornou účinnost provedeného opatření.

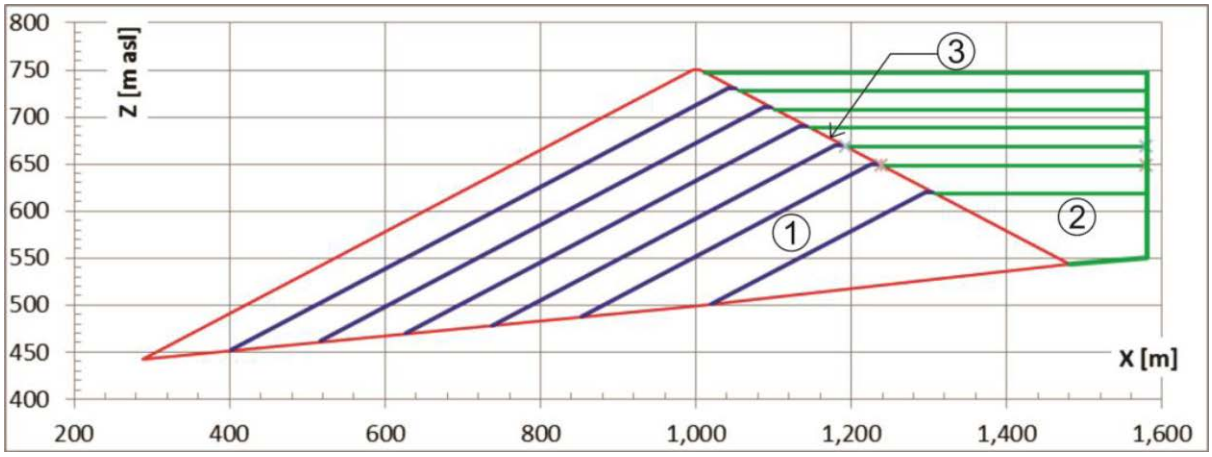


Uspořádání betonové desky na styku podloží s hlinitým jádrem. 1 – vyrovnání výplňovým betonem, 2 – kotvy, 3 – armovaná deska tloušťky 0,5 m, 4 – ochrana svahu výkopu stříkaným betonem

R. 4 PETKOVSKI, L., MITOVSKI, S. (For. Yug. Rep. of Macedonia)

Vytvoření zásobního prostoru odkaliště etapovou výstavbou kamenité hráze

Technologie výstavba odkališť často vychází z předpokladu využití ukládaného materiálu pro budování vlastního hrázového systému odkaliště. Plán budování odkaliště technologií založenou na postupném zvyšování hráze z kamenitého materiálu je méně častým řešením. Autoři popisují vyhledávací studii pro co nejefektivnější a technicky nejvhodnější návrh hráze odkaliště s předpokládaným objemem 100 mil. m3 a hrází vysokou od 200 do 300 m. Autoři se zabývají jak lokalizací vlastního odkaliště, tak možnostmi etapizace výstavby odkaliště ve vazbě na možné technologie výstavby a varianty použití těsnicího materiálu.

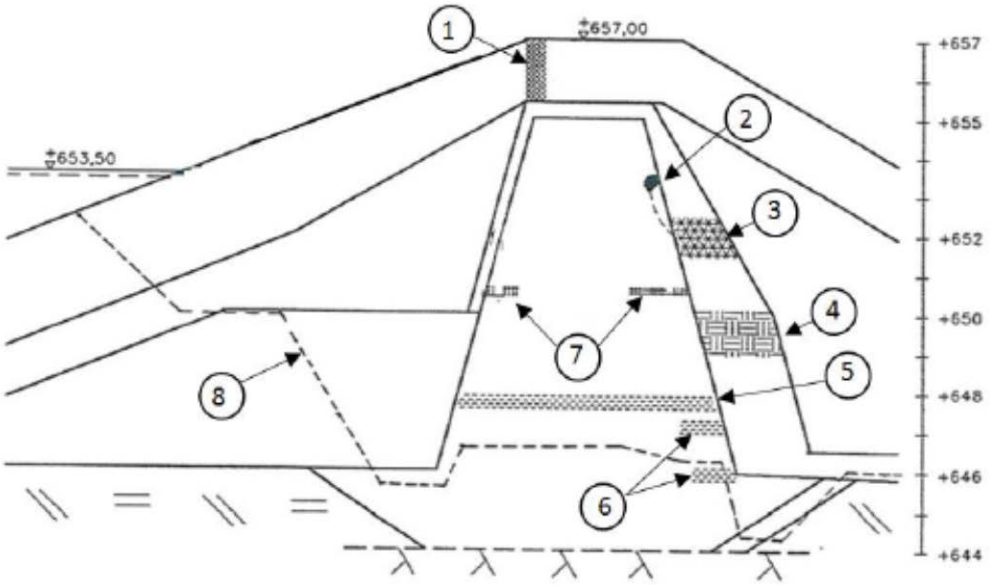


7 etap výstavby hráze odkaliště ve variantě kamenité hráze s návodním plastovým těsněním (1 – kamenitý násyp, 2 – prostor odkaliště, 3 – návodní těsnění plastickou fólií).

R. 5 RÖNNQVIST, H., FANNIN, J., VIKLANDER, P. (Sweden)

Aplikace jednotkového diagramu při hodnocení náchylnosti ke vnitřní erozi – případová studie prosednutí koruny na přehradě Grundsjön

Při použití jednotkového diagramu jsou kombinovány dvě charakteristiky zrnitosti filtru, a to jeho potenciál k vnitřní nestabilitě a jeho schopnost zadržet jemnozrnnou frakci na jeho návodní straně. V rámci studie bylo porovnáno 80 existujících přehrad, z nichž 23 vykazovalo příznaky některé z forem vnitřní eroze. Bylo zjištěno, že zmíněné charakteristiky filtrů korelovaly s problémy vnitřní eroze na skutečných přehradách. Jednotkový diagram tak může být použit v inženýrské praxi jako nástroj pro předběžný screening náchylnosti vodního díla ke vnitřní erozi. Na přehradě Grundsjön na řece Ljusnan ve Švédsku byl v roce 1990 (18 let po uvedení do provozu) identifikován pokles koruny hráze. Průzkum poškozeného místa by proveden v letech 1990 až 1991 a ukázal, že skutečně došlo ke vnitřní erozi jádra. Byly zjištěny kaverny v jádře, filtr postrádal jemnozrnnější částice a porucha se projevila poklesem koruny hráze, kdy prosedlý materiál částečně vyplňoval volná místa v jádře. Rozsah poruch je znázorněn na obr. R5. Jednotkový diagram přitom umožnil hodnocení zrnitosti filtru přehrady a naznačil náchylnost ke vnitřní erozi. Přehrada byla v roce 1991 vybavena novým drenážním systémem s doplněním zařízení pro pozorování a měření jejího chování. Od té doby probíhá její provoz bez problémů.



Výsledky průzkumu poruchy přehrady Grundsjön. 1 – pokles koruny hráze, 2 – velká kaverna v jádře, 3 – jemnozrnné částečky vyplavené z filtru, jejich identifikace ve stabilizační části, 4 – jemnozrnné částečky vyplavené z filtru, 5 - jemnozrnné částečky vyplavené z jádra a průsaková cesta, 6 – zamokřená místa, 7 - malé kaverny v jádře, 8 – omezení výkopu

R. 6 DE ÁVILA, J.P., FIGUEIREDO ROCHA, F., LOPES, M., MOREIRA QUEIROZ, C., SANTOS BRASIL, L.S., RAMOS PENNA, D.C., ARAÚJO PIMENTEL MAIA, K.C., FUSARO, T.C. (Brazil)

Vývoj GRG – programu pro zvládání geotechnických rizik pro společnost VALE

V článku je popsán vývoj programu pro zvládání geotechnických rizik pro společnost VALE, která je významnou těžební společností aplikující široký program bezpečnosti hrází. Hlavním

cílem je zajistit rigorózní, systematický a pečlivý proces podporující zajištění bezpečnosti a zvládání rizik představovaných geotechnickými konstrukcemi zahrnující přehrady a odkaliště. Metoda zahrnuje všechny kroky rizikové analýzy, jako jsou identifikace rizika, analýza a odhad rizika. Výsledky rizikové analýzy umožňují kvalifikovaná rozhodnutí na zvládání rizik, prioritizaci opatření a činnosti na snížení rizika. V souladu s politikou zvládání rizik ve společnosti jsou všechny rizika vyjadřována v peněžních jednotkách se zohledněním ekonomických, zdravotních, bezpečnostních, environmentálních, sociálních a marketingových dopadů.

R. 7 ZHOU, H., LIU, X., CUI, X., QIE, Y., WANG, W. (China)

Využití geotextilních vaků plněných jemnými sedimenty v hrázích odkališť

Zvyšování hrází odkališť je spojeno s množstvím potenciálně nebezpečných situací ve vztahu k celkové bezpečnosti odkališť. V souvislosti s ochranou zdrojů, ochranou přírodního prostředí a v rámci trvale udržitelného rozvoje je nutné hledat nové postupy v technologii ukládání jemnozrnných odpadů v odkalištích. Jednou z moderních metod je využití dlouhých geotextilních vaků plněných jemnozrnným kalem. Geotextilní vaky umožňují svými vlastnostmi akumulovat velmi jemný kal, zajistit jeho odvodnění a vytvořit odolnější vzdušní svah odkaliště. Kromě toho zvyšují geotextilní vaky na vzdušním svahu stabilitu hráze odkaliště. V příspěvku je ukázána první aplikace technologie zvyšování hráze odkaliště s pomocí textilních vaků na odkališti Dapingzhang v Číně. Celková výška hráze odkaliště je 150 m. Výška sekce s aplikací geotextilních vaků je nyní 20 m a skládá se z 5 fází výstavby zvyšovací hráze.

R. 8 CORREIA DOS SANTOS, R., CALDEIRA, L., MARANHA DAS NEVES, E. (Portugal)

Laboratorní pokusy pro hodnocení opatření omezujících progresi vnitřní eroze v zonálních hrázích

Studie se zabývá dvěma jevy omezujícími progresívní vývoj vnitřní eroze v zonálních hrázích prostřednictvím materiálu na návodní straně poškozeného zemního těsnicího jádra:

- schopností zeminy na návodní straně jádra omezit proudění porušeným místem (trhlinou),
- vyplněním trhliny v jádře materiálem transportovaným ze zóny na návodní straně jádra až do míst filtru na vzdušní straně jádra.

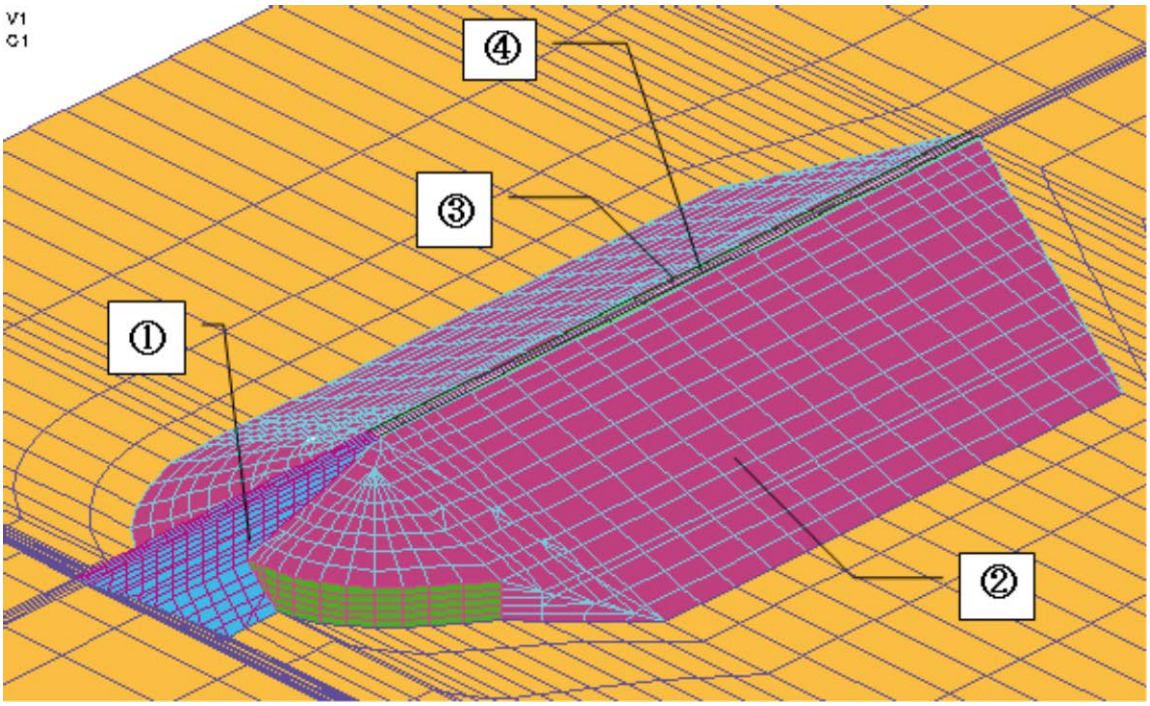
Pro výzkum uvedených jevů bylo vyvinuto speciální zařízení umožňující realizaci dvou typů testů – FLET – omezení proudění (Flow Limitation Erosion Test) and CFET – vyplnění trhliny (Crack Filling Erosion Test). Výzkum byl proveden pro dvanáct materiálů na návodní straně, dva typy jádra a dva typy filtru na vzdušní straně. V rámci studie je popsáno chování zemin během pokusu. Omezení proudění ovlivňuje zrnitost zeminy na návodní straně jádra, její plasticita a zhutnění. Vyplnění trhliny zeminou je poměrně rychlý proces, který je dán zejména zhutnitelností materiálu vplaveného do trhliny a následně vzdušního filtru. Všeobecně platí, že čím vyšší je obsah písčitých částic a menší je obsah jemnozrnných (prachových) částic zeminy na návodní straně jádra a menší efektivní průměr zrna filtru D15F, tím je vyšší pravděpodobnost vyplnění trhliny zeminou.

Získané výsledky mohou přispět ke kvantifikaci pravděpodobnosti poruchy vnitřní erozí studované prostřednictvím stromu událostí (ETA – Event Tree Analysis).

R. 9 NAKAMURA , A., YASUDA, N., KINOSHITA, T., ETOH, H. (Japan)

Vyhodnocení chování kontaktu mezi zemní a betonovou částí přehrady při zemětřesení

Kontakt zemní hráze a betonové části hráze je velmi citlivým místem. Předložený příspěvek popisuje matematickou analýzu chování kontaktu mezi zemní a betonovou částí hráze při zemětřesení. Matematická dynamická analýza byla provedena metodou konečných prvků. Výsledky analýzy prokázaly trvalou vodotěsnost kontaktu a dostatečnou stabilitu.



Model tělesa hráze
(1-betonová část hráze, 2-stabilizační část zemní hráze, 3-filtr, 4-těsnicí jádro)

R. 10 GLISIC, R., MILVOJE, B., LÓPEZ MANZANO, R. (Spain)

Studie proveditelnosti pro přehradu Yarascay

Hráz díla Yarascay má být 104 m vysoká a 301 m dlouhá. Profil se nachází na toku Tacana u pobřeží jižního Pacifiku v Peru blízko hranic s Chile. Projekt byl iniciován lokální vládou a jeho hlavním cílem je zásobení regionu vodou, zejména pro zajištění zemědělské výroby. Mezi kritéria použitá ke vzájemnému posouzení jednotlivých variant patřila dopad na životní prostředí, náklady a rizika (seismická, hydrologická a geotechnická). V rámci studie byly posuzovány varianty hráze klenbové, gravitační z válcovaného betonu (RCC), rockfilové se středním těsněním (zemním a asfaltovým), rockfilové s návodním betonovým těsněním (CFRD) a štěrkové s návodním betonovým těsněním (CFGD – concrete-faced gravel-fill dam), která byla nakonec s ohledem na dostupnost materiálu, cenu a posuzovaná rizika (zejména seismika a dopad na životní prostředí) vyhodnocena jako nejvýhodnější.

R. 11 BECK, Y-L., COURIVAUD, J-R., FRY, J-J., GUIDOUX, C., CASSARD, A., MICELI, J. (France)

Výsledky monitoringu dlouhých lineárních zemních konstrukcí optickými kabely

Od 90. let 20. století vyvíjí EDF se svými partnery metody monitoringu s využitím optických kabelů. Jejich využití se nabízí zejména u dlouhých elektrárenských přívodních kanálů. Optické kabely poskytují informaci o teplotě a deformacích s rozlišením na jednotlivé metry podél liniových zemních konstrukcí. Při vhodném umístění těchto senzorů v konstrukci lze získat údaje o hydraulických (průsakových) a mechanických poměrech, které se jinak běžně pořizují s využitím konvenčních postupů jako je geodetické měření, piezometrické vrty nebo drenážní systémy. V článku je uveden princip monitoring hrází s využitím technologie optických kabelů. Jsou také uvedeny výsledky monitoringu na skutečných vodních dílech.

R. 12 MESSERKLINGER, S. (Switzerland)

Materiály pro jádra sypaných přehrad

V článku je přehled materiálů používaných pro zemní těsnicí jádra rockfilových přehrad. Ukazuje, že je možné použít široký rozsah zemin, resp. hornin. Materiál jádra je buď místní, nebo se častěji připravuje z místního materiálu mícháním, dočasným deponováním, drcením, tříděním, apod. Používají se materiály značně odlišných vlastností co se týká zrnitosti, vlhkosti, propustnosti a smykové pevnosti.

V článku se zdůrazňuje, že neexistuje optimální typ zeminy pro jádro a že prakticky každá zemní hráz má svou „optimální“ zeminu, která je specifikována na základě pečlivého průzkumu místa hráze a potenciálních nalezišť hlín (zemníků). Průzkum zahrnuje geologické mapování, vrtné práce, penetrační zkoušky, geofyzikální metody a laboratorní ověření vlastností zemin (smykové pevnosti, stlačitelnosti, propustnosti, zhutnitelnosti, mineralogického složení, atd.). Při hodnocení ekonomické výhodnosti jednotlivých variant je třeba brát v úvahu objem tělesa hráze, dopravní vzdálenost materiálů ukládaných do hráze a náročnost jejich zpracování (úpravy vlastností).

V článku je diskutováno použití různých typů materiálů do těsnicího jádra:

- hrubozrnné materiály s obsahem jemných částic (< 0,075 mm) do 20%, tyto materiály se často používají v alpských zemích, ve Skandinávii a Japonsku; tyto materiály vyžadují většinou úpravu;
- jemnozrnné materiály – tvořené většinou jílovitými a hlinitými zeminami – mají svá specifika, a to pomalejší primární konsolidaci, bobtnání, mnohdy obtížně dosažitelnou optimální vlhkost;
- speciální materiály vzniklé mícháním zemin různého složení a konzistence, zvláštním případem je naplavování jádra a odvodňování zeminy.

R. 13 VAYNBERG, O., LANDAU, I. (Ukraine)

Návrh a technické vlastnosti složených asfaltobetonových těsnění vhodných do vysokých rockfilových hrází budovaných v náročných klimatických podmínkách

Autoři popisují složenou konstrukci těsnicího jádra z asfaltobetonu, která by měla být vhodná pro vysoké rockfilové hráze v takřka jakýchkoli podmínkách (klimatických i seismických). Jádro sestává z prefabrikovaných desek, které slouží jako ztracené bednění pro lité asfaltobetonové jádro. Spáry desek jsou z vnější strany překryty těsnicí geomembránou, silnou geotextilií a přechodovými zónami kameniva. Alternativně autoři zmiňují i použití

ztraceného bednění z ocelových svařovaných desek. Z analýzy napětí a přetvoření vyplývá, že na styku mezi asfaltobetonem a deskami ztraceného bednění vznikne spára, přesto díky jištění geomembránou tuto konstrukci jádra označují za spolehlivou a vhodnou i do náročných geotechnických a klimatických podmínek. V článku je popsán i způsob napojení na betonový objekt injekční chodby.

R. 14 SCUERO, A.M., VASCHETTI, G., MACHADO DO VALE, J. (Switzerland)

Geomembrány na vysokých rockfilových hrázích

Autoři článku popisují současné poznání v oblasti aplikace geomembrán na rockfilových hrázích. Obecně autoři uvádějí tři možné aplikace: nechráněná geomembrána na návodním svahu, chráněná geoomembrána na návodním svahu a geomembrána uvnitř tělesa hráze. Jako samostatnou aplikaci autoři uvádějí těsnění spár. Ke každé aplikaci je v článku uveden stručný popis a konkrétní příklady včetně nákresů a fotografií z výstavby.

R. 15 CAMBRIDGE, M. (UK)

Zpracování evropského manuálu pro správné navrhování, provozování a uzavírání zařízení odkališť

Téma příspěvku je motivováno snahou o vytvoření evropského nadnárodního manuálu pro řešení problematiky související s využíváním odkališť. Příspěvek shrnuje základní informace z existujících dokumentů a další informace vztahující se k následujícím tématům souvisejícím s odkališti: bezpečnost, ekonomika, vodní hospodářství, uzavírání odkališť, provoz zařízení, vliv na prostředí. V závěru je prezentována osnova připravovaného evropského manuálu.

R. 16 WIELAND, M., BRENNER, R.P. (Switzerland)

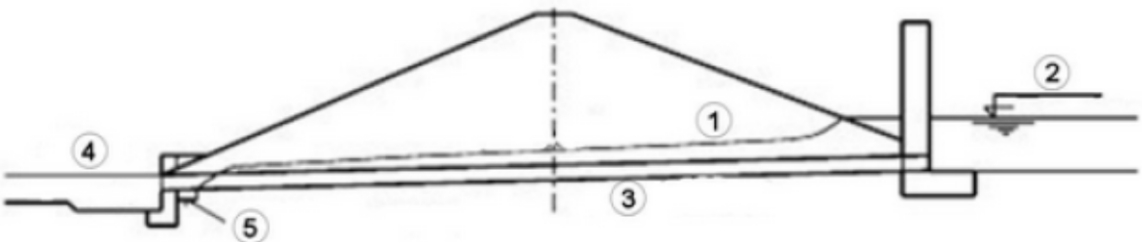
Kritéria následků působení vícenásobného seizmického ohrožení pro kamenité hráze

Autoři se v příspěvku specializují na kamenité hráze s vnitřním těsněním a na kamenité hráze s návodním betonovým těsněním. Rozebírají různé druhy možných poruch a případná preventivní opatření. Kromě hodnocení dopadů zemětřesení na přehrady připomínají autoři doporučení ICOLD pro seizmickou odolnost sypaných přehrad (ICOLD Bulletin 120. Design Features of Dams to Effectively Resist Seismic Ground Motion, International Commission on Large Dams, Paris, 2001).

R. 17 HRABOVSKÝ, O. (Slovakia)

Bezpečnost hráze suché nádrže – mokřad

Nejcitlivější částí sypané přehrady je místo styku těsnicí zeminy s betonovými konstrukcemi. U vodních nádrží se stálým nadržením se vytvoří stabilizovaná depresní křivka a také podmínky na styku zeminy s betonovou konstrukcí, které se prakticky nemění po celou dobu existence díla. Naopak u hrází suchých nádrží, kde se doba nadržení pohybuje často pouze v hodinách, nedojde k dosažení ustálené depresní křivky. Jako řešení bylo navrženo stálé nadržení vody v nádrži, a to s hloubkou vody zajišťující stabilizovanou průsakovou křivku dosahující nad horní úroveň obetonování potrubí spodní výpusti (obr. R17). Stálé nadržení současně plní i environmentální funkci, kdy podporuje vznik mokřadu v prostoru nádrže.



Vytvoření stálého nadržení a odpovídající depresní křivka. 1 – depresní křivka, 2 – úroveň hladiny stálého nadržení, 3 – spodní výpust, 4 – vývařiště, 5 – drenážní systém.

R. 18 MARULANDA, C., MARULANDA, A. (Colombia)

CFRD: Minulost a současnost

V článku je shrnut historický vývoj zkušeností s výstavbou a provozem hrází s návodním betonovým těsněním (CFRD – concrete faced rockfill dam). Autoři uvádějí vlastní i zahraniční zkušenosti z převážně vysokých hrází, popisují konstrukční specifika vedoucí k omezení deformací hráze (použitý materiál a jeho granulometrie v kombinaci s postupem výstavby) a snazšího přenášení posunů vlastní vrstvou těsnění (úprava šířky pásů, realizace „měkkých“ pracovních spár).

R. 19 FERHAN, M., ZAKARIA, A., TENOURI, K., BAHTAT, M. (Maroc)

Technická opatření na styku těsnění s věží sdruženého objektu hráze Oued Martil

Autoři popisují technická opatření pro snížení rizika vzniku trhlin v návodním betonovém těsnicím plášti v místě proniku s věží sdruženého objektu aplikovaná při výstavbě přehrady Oued Martil na severozápadě Maroka. Konkrétně byla zvýšená rizika vzniku trhlin v těsnění řešena specifickým rozmístěním spár a zesílením výztuže těsnění. Zároveň zde byl navržen podrobný monitoring.

R. 20 HARTFORD, D.N.D., HICHER, P.Y (Canada)

Příklad a návrh řešení problematiky vnitřní eroze prostředky mechaniky zemin

Článek představuje teoretický aparát sloužící k prognóze mechanického chování zrnitých materiálů podléhajících změnám fyzikálních vlastností během sufoze. Jde o dílčí krok postupu odvození pravděpodobnosti poruchy zemní hráze vnitřní erozí. Je diskutováno nahrazení roční pravděpodobnosti poruchy pravděpodobností poruchy vycházející z časové změny stavu studované zeminy (objemové hmotnosti zeminy) v důsledku vyplavování částic. Změna objemové hmotnosti je modelována C-H mikro-mechanickým modelem, který simuluje přetvoření reprezentativního objemu zeminy mobilizací styků částic v různých směrech.

R. 21 ROMANA, M. (Spain)

Založení prahu návodního betonového těsnění (CFRD) po obvodu hráze

V článku autor shrnuje a diskutuje požadavky pro správné založení obvodového prahu návodního betonového těsnění, jako jsou vhodná úprava základové spáry a aplikace podkladního betonu (v závislosti na únosnosti základových hornin), potřebná šířka prahu s ohledem na očekávaný hydraulický gradient, požadavky na těsnění podloží injektáží a způsob založení prahu na únosných aluviálních zeminách.

R. 22 LEGGE, K.R., BADENHORST, D.B., MNISI, K. (South Africa)

Kompozitní filtry z geotextilie a přírodních materiálů pro kritická místa v přehradním inženýrství

Geotechnické konstrukce jsou budovány již několik tisíc let, filtry a drenáže v hrázích jsou nicméně poměrně novými prvky. Zhruba sto let trval vývoj návrhových kritérií pro zrnité filtry z písku a štěrku, kritéria pro zrnité filtry hlinitých a jílovitých zemin byla odvozena v 80. Letech 20. století. Zhruba v této době se staly oblíbenými filtry z geotextilií, a to v řadě odvětví jako je stavebnictví nebo hornictví. V kritických místech, jako jsou vnitřní filtry sypaných přehrad, nebyly geotextilie přijaty zejména z důvodu obavy z jejich omezené životnosti a konstrukčních problémů.

V článku jsou prezentovány výsledky laboratorních a polních zkoušek filtrů z tradičních materiálů a z geotextilie. Získané zkušenosti ukazují na výhody a nevýhody jednotlivých typů materiálů. Jde zejména o „kritické“ aplikace na přehradách a odkalištích, kde je požadavkem, aby filtr spolehlivě fungoval za měnících se hydraulických gradientů, v prostředí, které se střídavě zavodňuje a odvodňuje, za různých napjatostních poměrů a prosakovaných množstvích. Uvedené podmínky mají vliv na trvanlivost filtrů a drenáží. V článku je navrženo společného prvku, který slučuje výhody geotextilie a tradičního filtru ze zrnitého materiálu, a to v podobě kompozitního prvku umístěného do míst vnitřního filtru a drénu sypané hráze. V tomto případě geotextilie je doplňkem tradičního filtru, kdy zabraňuje jeho zanášení (kolmataci). Naopak tradiční filtr doplňuje geotextilii a snižuje riziko porušení filtru.

R. 23 BELLENDIR , E.N., FILIPPOVA, E.A., BURYAKOV, O.E. (Russia)

Základní hlediska navrhování a provozu vysokých naplavovaných hrází odkališť v Rusku Organizace sledování, státního dohledu, analýza rizik a poruch naplavovaných přehrad

Příspěvek shrnuje zkušenosti ruských odborníků v oblasti navrhování, výstavby a provozu průmyslových a popílkových odkališť. Popisují různé aspekty navrhování a provozu odkališť, a to se zvláštní pozorností, kterou je nutné věnovat odkalištím ve chladných regionech, na neúnosném podloží a v seizmických oblastech. Kromě technických aspektů se věnují problematice vlivů odkališť na okolní prostředí. Na případové studii průmyslového odkaliště Achinsk (hliníkárna; odkaliště s hrázovým systémem kolem výšky 95 m) představují uplatnění "best practice". Jedná se o vyhodnocení provozu odkaliště s pohledu bezpečnosti konstrukce a ve vztahu k vlivům na přírodní prostředí. Z velké části se případová studie věnuje rozboru potenciálních poruch konstrukce odkaliště.

Systém odkaliště hliníkárny Achinsk, Rusko

R. 24 PEKHTIN, V.A., VOLINCHIKOV, A.N., MGALOBELOV, Y.B., YURIEV, S.V. (Russia)

Odhad spolehlivosti styku betonové a rockfilové hráze vodní elektrárny Boguchany před prvním napuštěním

Vodní elektrárna Boguchany se nachází na toku Angara na Sibiři. Instalovaný výkon elektrárny sestávající z 9 bloků je 3 GW. Voda pro výrobu je vzdouvána rockfilovou hrází se středním asfaltobetonovým těsněním výšky 80 m kombinovanou s betonovou hrází výšky 96 m. Výstavba díla, která započala v roce 1980, byla v 90. letech 2. stol. přerušena a opět započata v roce 2006. První napuštění nádrže proběhlo od dubna do prosince 2012, během něhož byly zaznamenávány svislé a vodorovné posuny rockfilové hráze a posuny na styku betonové konstrukce a hráze. Naměřené posuny byly porovnány s výsledky výpočtu 3D numerické simulace. Na základě výsledků pozorování uzavírají autoři článek konstatováním, že styk betonové a rockfilové hráze se podařilo provést spolehlivě.

R. 25 VOLYNCHIKOV, A. (Russia)

Výstavba litého asfaltobetonových jader (stěn) v rockfilových hrázích budovaných v drsných klimatických podmínkách

V článku se autoři věnují tématu výstavby AB jader sypaných hrází při velmi nízkých teplotách, dosahujících až -38°C. Uvedena jsou doporučení pro úpravu obalovny i základními výpočty podložená doporučení dodržení teploty AB směsi a způsobu jejího ukládání tak, aby bylo zajištěno dobré napojení na předchozí vrstvy a minimalizováno riziko vzniku mrazových trhlin. Doporučení plynou z provozních zkušeností získaných při výstavbě vodních děl na Sibiři (VD Boguchanskaya) i v Iráku (VD Khadita) z konce minulého století.

R. 26 RISSLER, P., RIEMER, W. (Germany)

Řešení složitého založení rockfilové hráze vodního díla Middle Marsyangdi v Nepálu

Vodní dílo Middle Marsyangdi v Nepálu bylo uvedeno do provozu v roce 2008. Sestává z rockfilové hráze a vodní elektrárny. Vzhledem k problémům se zásobením obyvatelstva elektrickou energií, ale i z dalších důvodů, bylo snahou místních úřadů maximálně zkrátit dobu přípravu stavby, což se negativně projevilo v rozsahu geologického a geotechnického průzkumu. Zásadním problémem bylo zajištění dostatečné těsnosti a odolnosti fluviálních sedimentů v podloží levého zavázání proti vnitřní erozi. Jedním z navrhovaných řešení bylo nákladné utěsnění celého levého zavázání a části svahu tryskovou injektáží. Nakonec bylo zvoleno řešení spočívající v utěsnění pouze fluviálních sedimentů v podloží hráze tlakovou injektáží ze dvou míst, a to z povrchu terénu a ze základové spáry u paty levého zavázání hráze. Dále byla na vzdušní straně zřízena drenážní chodba se soustavou vrtů. V článku autoři popisují postupný vývoj znalostí o skladbě a vlastnostech podloží a výsledný návrh technického řešení pro zajištění těsnosti podloží a bezpečnosti hráze.

R. 27 POPOVICI, D., STEMATIU, D., GROZEA, M. (Romania)

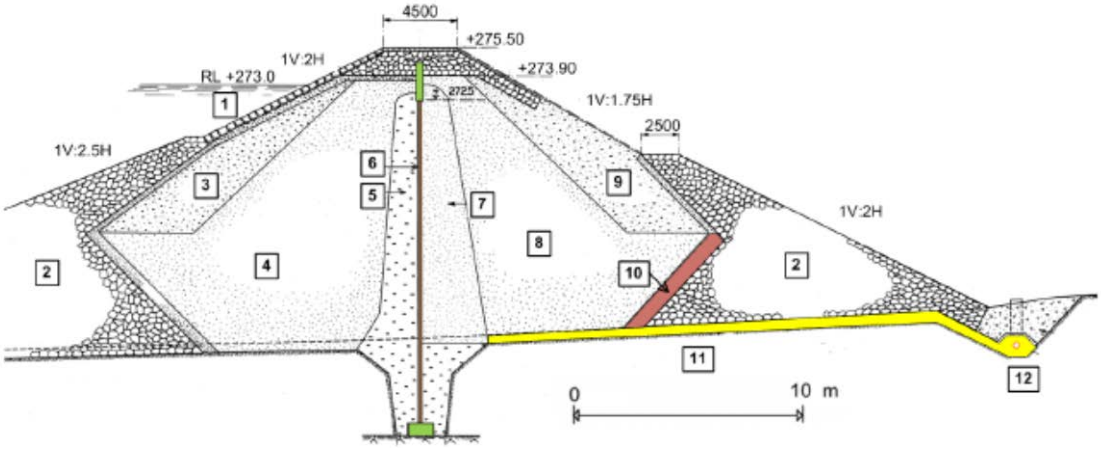
Riziková analýza odkaliště Rosia Poieni

Odkaliště jsou zajímavým tématem jak z vědeckého a inženýrského pohledu, tak z hledisek environmentálních a společenských aspektů. Z hlediska environmentálních dopadů představují odkaliště hrozby jak technologické (průmyslové znečištění prostředí toxickými látkami), tak konstrukční (potenciální poruchy konstrukce odkaliště). Odkaliště Rosia Poeni je tvořeno 90 m vysokou kamenitou hrází z vápence. Odkaliště zachycuje kaly z výroby mědi a extrémně kyselou odpadní vodu (pH 1.9 až 3.5). V rámci provozu je nutná ochrana konstrukce hráze z vápence před účinky extrémně kyselých vod. Tato ochrana se provádí neutralizací zásaditými technologickými kaly a odvedením kyselých vod mimo hráz. Na příkladu odkaliště Rosia Poeni představují autoři rizikovou analýzu odkaliště za účelem vyhledání nejrizikovějších míst v systému ukládání kalů (přelití hrází, sesuv hráze, účinky kyselých vod na hráz. Účinnost preventivních opatření pro zmírnění rizik je celkově kvantifikována pomocí ukazatele odrážejícího možné následky náhlého úniku kalu z odkaliště: ztráty na lidských životech, škody třetích stran, poškození přírodního prostředí, poškození zájmů provozovatele, nepřímé dopady. Analýzou byla prokázána velká účinnost preventivních opatření.

R. 28 NILSSON, A., TORSTENSSON, I., NILSSON, C-O. (Sweden)

Zvýšení bezpečnosti sypané hráze štětovou stěnou z dřevěných pilot – případová studie se svislými drény

Sypaná přehrada Storfinnforsen je 23 m vysoká, byla dokončena v roce 1954. Těsnění sestává z těsnicí stěny z dřevěné štětové stěny a glaciálního tillu. Na návodní straně hráze je horizontální kobercový filtr z písčitého materiálu uloženého na původním terénu. Vzdušní stabilizační část dále sestává z přitěžovací bermy a přechodové zóny z hrubého štěrku zajišťující přechod mezi glaciálním tillem a rockfilovou částí.



Typický příčný řez hrází. 1 – zához, 2 – kámen vzniklý při trhacích pracích, 3 – štěrk, 4 – stabilizační část - glaciální till, 5 – těsnicí část z glaciálního tillu, 6 – dřevěná štětová stěna, 7 – přechodová zóna z glaciálního tillu, 8 - stabilizační část - glaciální till, 9 – štěrk, 10 – přechodový filtr, 11 – horizontální písčitý filtr, 12 – patní drén.

Prohlídka v roce 2012 naznačila pomalý postupný nárůst hladiny v pozorovacích vrtech na vzdušní straně hráze za těsnicím prvkem. Zkušenosti s přehradami vybavenými dřevěnými těsnicími prvky ukazují, že dřevěné štětovnice jsou často úplně nebo částečně shnilé. Výsledky pozorování a měření vedly k obavám, že vysoké pórové tlaky v tillu způsobují vnitřní erozi, jejíž iniciace je v tenké hrubozrnné přechodové zóně mezi glaciálním tillem a rockfilem.

Jako nápravné opatření byla v roce 2013 vybudována přitěžovací lavice vzdušního svahu z hrubého kameniva. Toto opatření zvýšilo jak stabilitu vůči vnitřní erozi, tak stabilitu vzdušního svahu. Dále byly zvažovány následující možnosti:

- žádná opatření (nulová varianta), je posíleno pozorování a měření,
- nový těsnicí prvek na návodní nebo vzdušní straně stávajícího středního prvku – dřevěné štětové stěny,
- zlepšení drenážního systému vybudováním komínového drénu tvořeného vrty vyplněnými filtračním materiálem.

Jednotlivé varianty byly podrobeny srovnávací analýze a na závěr byla vybrána třetí varianta se svislými drény. V současné době probíhá realizace pokusného úseku. Pokud budou výsledky uspokojivé, bude v období 2015 – 2016 provedena sanace zbývající části hráze.

R. 29 ALICESCU, V., TOURNIER, J-P., VANNOBEL, P., KARA, R. (Canada)

Výstavba komplexu La Romaine v severním Quebecu v Kanadě

Komplex La Romaine je budován na toku St Lawrence v Quebecu, Canadě společností Hydro-Québec. Komplex sestává ze 4 elektráren vybavených dvojicí Francisových turbín s celkovým instalovaným výkonem 1550 MW a předpokládanou výrobou 8,0 TWh. Provozní parametry elektráren jsou zajištěny 4 nádržemi (pro každou elektrárnu jedna). S ohledem na morfologii terénu je však celkový počet budovaných hrází 11. Výstavba komplexu byla formálně zahájena v roce 2009 a předpokládané dokončení je v roce 2020. Celková investice čítá 6,5 mld. kanadských dolarů. Aktuálně je prakticky dokončena část La Romaine 2, pokračuje se výstavbou částí La Romaine 1 a La Romaine 3. Část La Romaine 4 je fázi

přípravy. V článku autoři představují celý projekt a detailně popisují koncept a finální návrh těch částí, které jsou aktuálně ve výstavbě.

R. 30 TOURNIER, A., FAUCHERE, R., TOUMAS, G. (Canada)

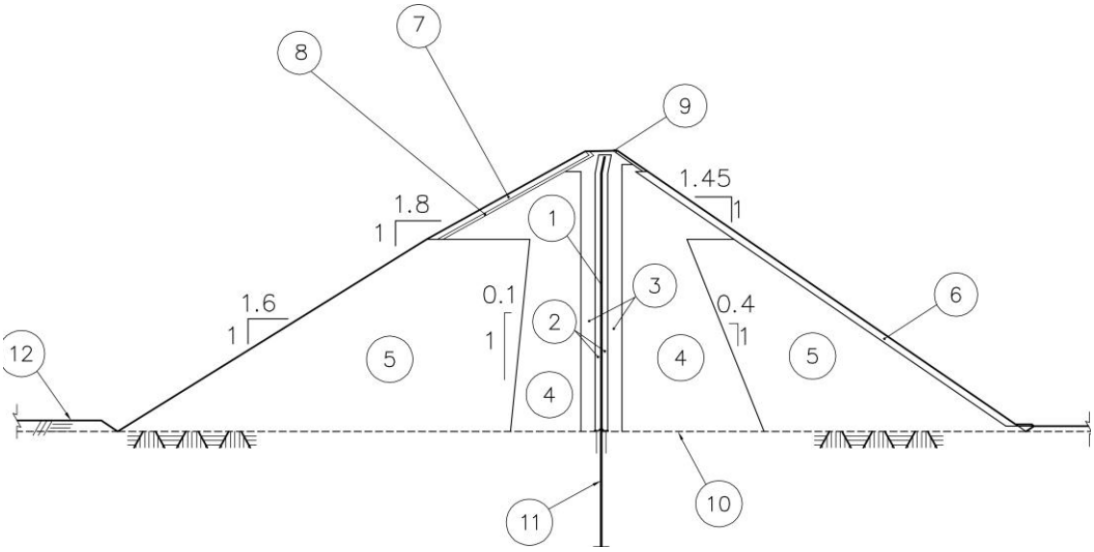
Stabilizace skalního výchozu v místě pravého zavázání hráze F2 projektu La Romaine 2

Pravé zavázání hráze F2 je tvořeno skalním výchozem výšky cca 120 m. Na tomto výchozu je řada převisů, trhlin a uvolněných kamenů. Hlavním důvodem stabilizace výchozu bylo zajištění bezpečnosti pracovníků při výstavbě hráze a zároveň hráze samotné před poškozením padajícími kameny. V první fázi stabilizace byla v horní části výchozu vybudována přístupová cesta a plošina pro instalaci zařízení staveniště a jeřábů. Ve druhé fázi byla provedena vlastní stabilizace výchozu odstraněním uvolněných balvanů a instalací záchytných sítí a kotev.

R. 31 SMITH, M. (Canada)

Měření a modelování sedání rockfilu přehrady Romaine-2 v průběhu výstavby

112 m vysoká přehrada Romaine-2 s asfaltovým těsnicím jádrem (obr. R.31) leží v Severním Quebecku v Kanadě. Byla vybudována v letech 2012 a 2013, plnění nádrže začalo v roce 2014.



Typický příčný řez hrází. 1 – asfaltobetonové jádro, 2 – ochranná vrstva AB těsnění, 3 – přechodové vrstvy, 4 – vnitřní stabilizační části, 5 – vnější stabilizační části, 6 – ochranná vrstva, 7 – prolitý kamenný zához, 8 - kamenný zához, 9 – povrch vozovky, 10 – skalní podloží, 11 – injekční clona, 12 – původní terén.

V průběhu výstavby byly sledovány deformace uvnitř hráze pomocí inklinometrů a akcelerometrů s cílem vyhodnotit chování hráze a vyhodnotit pevnostně-deformační parametry použitých materiálů pro další modelové výpočty. Vyhodnocení průběhu deformací hráze in situ v průběhu výstavby bylo provedeno porovnáním vypočtených posunů s měřeními v daných bodech hráze. Vztah byl vyjádřen pomocí modulu přetvárnosti E_{rc} pro rockfil v průběhu výstavby. Vertikální napětí byla vypočtena s využitím objemové hmotnosti rockfilu v poli a porovnána s vypočtenými hodnotami v průběhu výstavby. Vysoké hodnoty modulu stlačitelnosti naznačují na skutečnost, že rockfil není zdaleka plastický. Protože vztah

mezi přetvořením a napětím je prakticky lineární nezávislý na napětí při malých deformacích, modul rockfilu byl považován za oedometrický modul použitelný při analýze napjatosti a přetvoření. Laboratorní testy nemohou plně reprodukovat podmínky na skutečném díle, kde se vyskytují velká zrna rockfilu ovlivňující modul, obdobně jako postup vrstvení a anizotropie a segregace částic. Významný „scale effect“ se uplatní prakticky vždy v případě laboratorních testů materiálů hráze. Obdobně je velmi obtížné v laboratoři dosáhnout objemové hmotnosti rockfilu získané v poli na vlastní hrázi Romaine-2. Polní zkoušky umožnily překonat tyto obtíže, což se projevilo v dobré shodě dobré shody výsledků modelových výpočtů s měřením posunů v poli. Neshoda vypočtených a naměřených hodnot souvisela především s obtížně postihnutelnou prostorovou variabilitou vlastností rockfilu a také s dráhami napětí v blízkosti svahů hráze, kde není splněn předpoklad o oedometrickém modulu. Uvedený postup může být použit s úspěchem pro vyhodnocení vlastností rockfilu u připravovaných projektů. Dosažené hodnoty vybraných parametrů uvádí následující tabulka.

Zóna dle obr. R 33	Objemová hmotnost [kg/m^3]	Min. počet pojezdů	E_{rc} [MPa]
1	2328	4	170
4	2415	8	180
5	2100	8	80

R. 32 FRY, J-J., FRANCOIS, D., MAROT, D., BONELLI, S., ROYET, P., CHEVALIER, C., DEROO, L. (France)

Studium vnitřní eroze – příspěvek projektu ERINOH

Příspěvek se zabývá studiem vnitřní eroze v zeminách. Ve Francii dochází v průměru každým rokem k porušení jedné zemní konstrukce (nízké hráze, ochranné hráze na vodních tocích, popř. hráze energetických kanálů). Studium a návrh opatření pro snížení rizika vyvolaného vnitřní erozí je předmětem národního výzkumného programu ERINOH. Hodnocení rizika v tomto programu je provedeno ve třech krocích:

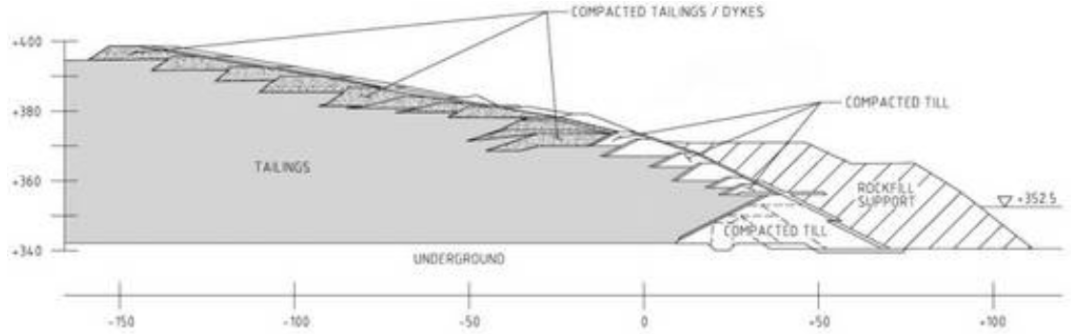
1. laboratorní testy pro hodnocení hlavních mechanizmů vzniku a vývoje vnitřní eroze na styku zemin či v samotných zeminách.
2. metody detekce vnitřní eroze na skutečných dílech – identifikace poruch a defektů (průsaky, kaverny, jiné anomálie) jejich lokalizací a monitoringem vhodnými detekčními metodami,
3. inženýrské metody: riziková analýza je prováděna rozborem funkce díla, hodnocením jeho chování, inženýrským posouzením splnění geometrických kritérií a kritických hydraulických charakteristik pro vznik vnitřní eroze (hydraulický gradient, smykové napětí). Podrobnosti jsou uvedeny ve výstupu projektu, kterým je metodický návod (handbook). V článku uvedeném ve sborníku Q98 jsou uvedeny některé dílčí výstupy projektu a souhrnný obsah 3 dílů metodické příručky.

R. 33 KNUTSSON, R., VIKLANDER, P., KNUTSSON, S. (Sweden)

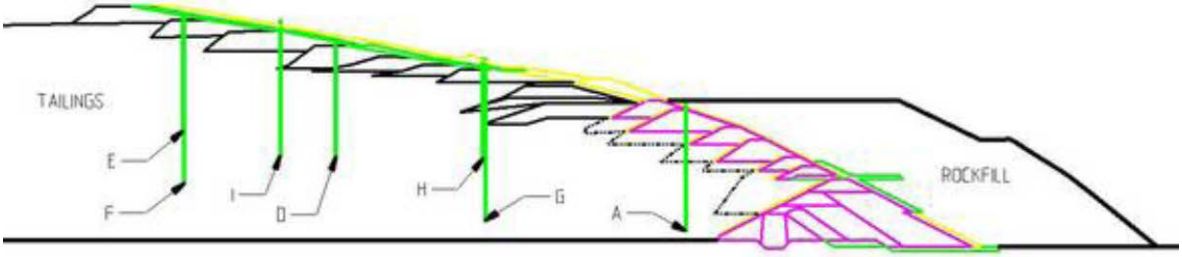
Využití numerického modelování pro nastavení hodnot výstrahy v monitorovacím systému odkališť

Monitorovací systémy mohou být v rámci akcí včasného varování vybaveny postupy pro vydávání výstrah v případě dosažení limitních hodnot vybraných parametrů. Získání limitních hodnot je možné v rámci projektování nebo provozu s využitím matematického modelování chování odkaliště. Příspěvek ukazuje na numerickou analýzu hráze odkaliště Aitik

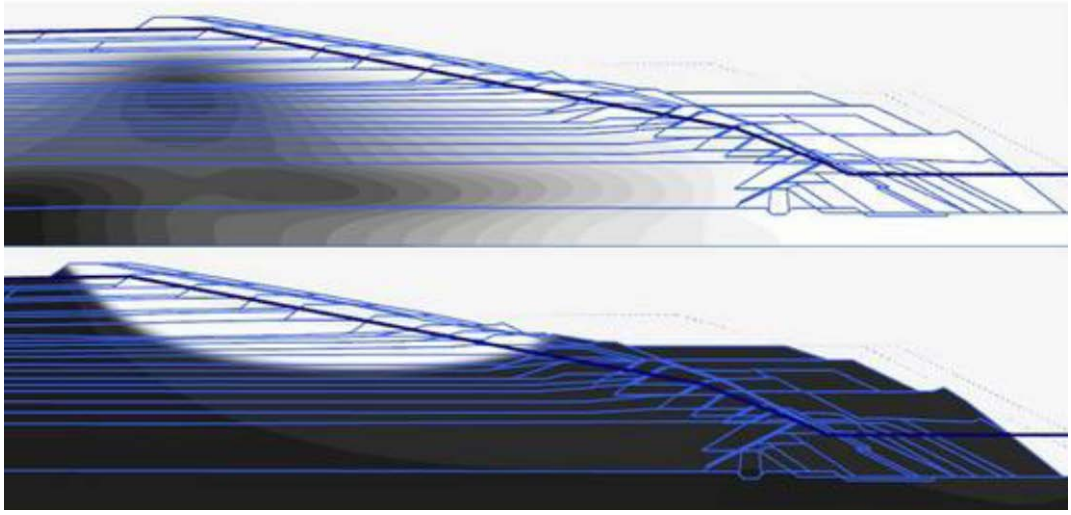
ve Švédsku – analýza pórových tlaků a analýza vodorovných deformací hrází. Získané hodnoty byly po provedení analýz nastaveny jako hraniční pro výstražný systém spolupracující se systémem monitorování.



Příčný řez hrází odkaliště Aitik



Příčný řez s piezometry



Příčný řez hrází – nahoře – mimořádné zatížení pórovými tlaky po zvýšení odkaliště; dole – kritická smyková plocha (součinitel bezpečnosti 1.49)

R. 34 SEMBENELLI, P., AFSARI-RAD, V (Italy)

Vysoké asfaltobetonové jádro v hrázi VD Zarema

Etiopie je zapojena do rozsáhlého programu na využití vodních zdrojů, jehož součástí je výstavba hrází, vodních elektráren a závlahových systémů. Jedním z aktuálně budovaných vodních děl je i VD Zarema sestávající ze 152 m vysoké rockfilové hráze se středním asfaltobetonovým těsněním, které se svou výškou 137 m řadí k nevyšším na světě. Horních 16 m hráze bude těsněno PVC geomembránou. Kromě popisu návrhu jsou v článku uvedeny i doporučení pro specifikace, přípravu asfaltobetonové směsi a postup výstavby.

R. 35 CRISTOBAL, F., DE FRIES, K., SCUERO, A.M., VASCHETTI, G.L. (Italy)

Oprava plášťového těsnění pomocí geomembrány instalované po vodou: Turimiquire 113 m vysoká CFRD

Hráz VD Turimiquire je 113 m vysoká rockfilová hráz s návodním betonovým těsněním a nachází se ve Venezuele. Vybudována byla v letech 1976 až 1983. Návodní svah je proveden ve sklonu 1:1,4. Pod těsněním sestávajícím z 33 železobetonových bloků je provedena přechodová vrstva tloušťky 5 m zrnitosti 6,5 až 180 mm. Od uvedení do provozu jsou na díle pozorovány průsaky způsobené poruchou těsnicího sytému. Opakované pokusy o opravu spočívající v zaplnění trhlin jemnozrnným materiálem vždy selhaly a průsaky se postupně zvyšovaly, až v roce 2007 dosáhly pro provozovatele nepřijatelné hodnoty 9,8 m^3/s při hladině v nádrži 20 m pod kótou koruny přelivu. Na základě detailních průzkumů byla identifikována místa s největší mírou poškození a připraven projekt opravy spočívající v aplikaci geomembrány systému CARPI. Jelikož se jedná o vodárenskou nádrž, bylo rozhodnuto, že instalace má být provedena bez omezení provozu, tj. z části pod vodou. Oprava byla realizována od konce roku 2009 do poloviny roku 2011. Geomembrána byla aplikována na cca 10 z celkových 52 tis. m^2 plochy těsnění, z toho většina při pracích pod vodou. Maximální pracovní hloubka činila 65 m. Hlavní cíl opravy spočívající ve snížení průsaků na 3 m^3/s při maximální provozní hladině v nádrži (na koruně přelivu) se podařilo splnit. V článku autoři detailně popisují příčiny poruchy, návrh opravy, postup provádění i účinky realizované opravy.

R. 36 GONZALO, A. (Spain)

Nové technologie pro snížení velkých průsaků zrnitými materiály

Nové materiály a technologie vyvíjené v posledních patnácti letech umožňují utěsnění průsaků v množství stovek litrů za sekundu hrázemi výšky 200 m bez nutnosti povyprázdnění nádrže nebo potřeby potápěčů. Technologiemi vyvinutými španělskou společností HCC bylo úspěšně utěsněno více než 200 hrází. Ačkoliv byla tato technologie úspěšně použita na systémech na Středním východě, v Evropě a Americe, zůstával stále nevyřešen problém těsnění průsaků sypkými materiály bez povypuštění nádrže. Po několikaletém výzkumu byla vyvinuta technologie, která dokázala vyřešit tento problém. Je založena na použití skupiny nových polymerů, které mají viskozitu cca milionkrát větší než je viskozita vody. Tím nedochází k jejich vyplavování vodou. Navíc jsou polymery schopny několikanásobně zvětšit svůj objem. Polymery jsou do zeminy injektovány pod velmi vysokým tlakem.

Polymery vyplní dutiny v zemině / hornině, vytlačí vodu a vytvoří ve směsi se zrnitou zeminou odolný, vysoce tixotropický materiál. Jeho viskozita přesahuje 1000 $N.s/m^2$, to znamená, že je cca milionkrát vyšší než viskozita vody. Čas reakce může být regulován podle požadavků provádění injektáže. Pokud vyplní póry a dutiny v zrnitém materiálu, stane se z něj skutečně vodonepropustná směs.

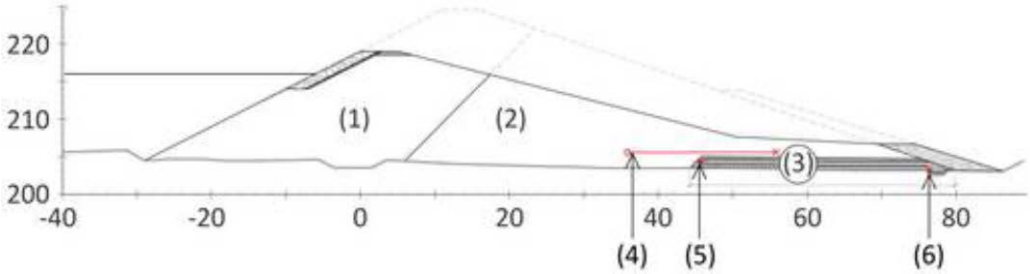
R. 37 JOHANSSON, S., SJÖDAHL, P., BURSTEDT, J. (Sweden)

Sledování rozdělení teploty pomocí optických vláken pro monitorování průsaků na odkalištích u Hötjärn

Monitorování zemních hrází pomocí optických kabelů se stává běžnou technologií sledování chování hrází. Uplatňuje se výhodně hlavně u dlouhých hrází – inundačních protipovodňových hrází, dlouhých hrází odkališť. Na odkalištích Hötjärn byly nainstalovány

optické kabely pro analýzu teplot v tělesech hrází k již pracujícímu systému měření průsakových množství v drénech a k systému piezometrů.

Situace odkališť Hötjärn



Lokalizace optického kabelu v hrázi odkaliště

(1)Moraine –finer (2)Moraine -fine (3)Filters (4)Upper cable in moraine (5)Cable in filter (6)Cable in drainage

V příspěvku jsou popsány zkušenosti z prvního roku monitorování optickými kabely. Kromě analýzy průsaků je též provedeno srovnání výsledků sledování optickými kabely a výsledky klasického měření průsaků. Kromě běžného měření popisují autoři využití systému s optickými kabely jako součást systému varování v reálném čase. Tato funkce byla testována.

R. 38 FRY, J-J-., VINCENT, S., GUILHEM , O., ROUSSELET, R., DUCHESNE, L., GARANDET, A. (France)

Zkušenosti z realizací podzemních stěn vedených tělesem hrází a jejich podložím

V článku autoři uvádějí zkušenosti z realizací čtyř pozemních stěn v základové půdě tvořené aluviálními sedimenty (Donzère-Mondragon, Cusset, Rhin embankments and La Saulce), tří podzemních stěn v základové půdě ledovcového původu (Pont des Chèvres, Le Verney and Lac mort) a dvou podzemních stěn v prostření zvětralé žuly (Nèpes and Petit Saut), které shrnují do následujících základních poznatků. Přerušení propustných zón naplavených sedimentů je ve Francii společensky stále méně akceptovatelné, důsledkem čehož je potřeba realizovat poměrně detailní průzkum a analýzu filtrace podzemní vody za účelem stanovení hloubky založení podzemní stěny. V základové půdě ledovcového původu jsou šířka podzemní stěny i technologie provádění závislé na maximální průměru kamenů a balvanů.

V prostředí zvětralého, resp. rozvolněného žulového masivu se obvykle kombinuje výstavba podzemní stěny s injektáží, zejména kvůli problémům s utěsněním propustných zón rozvolněné horniny, ve kterých nelze uplatnit technologii hloubení podzemní stěny. V případě podzemních stěn, které nejsou založeny do nepropustného prostředí, a kde existuje oprávněná obava ze vzniku kontaktní eroze nebo sufoze, je zapotřebí provádět technickobezpečnostní dohled spojený s případnou úpravou filtrů a drenážního systému.

R. 39 FRY, J-J., BEGUIN, R., PICAULT, C., MATHIEU, F., ESNAULT FILET, A., MOSSER, J-F. (France)

Analýzy a opatření proti vnitřní erozi: konvenční a nové metody

V článku jsou popsány dvě metody ochrany před vnitřní erozí:

- návrh membrány nebo přitěžovací lavice v místech potenciálního výskytu vnitřní eroze,
- zajištění vodotěsnosti těsnicí stěnou provedenou metodou hloubkového zlepšování vlastností zemin (deep soil mixing).

První část článku se zabývá experimentálním výzkumem průsakové eroze (piping) na velkorozměrném modelu 2 x 8 x 4 m. První testy z roku 2011 se zabývaly vývojem kontaktní eroze (obr. R.39a, R39b).

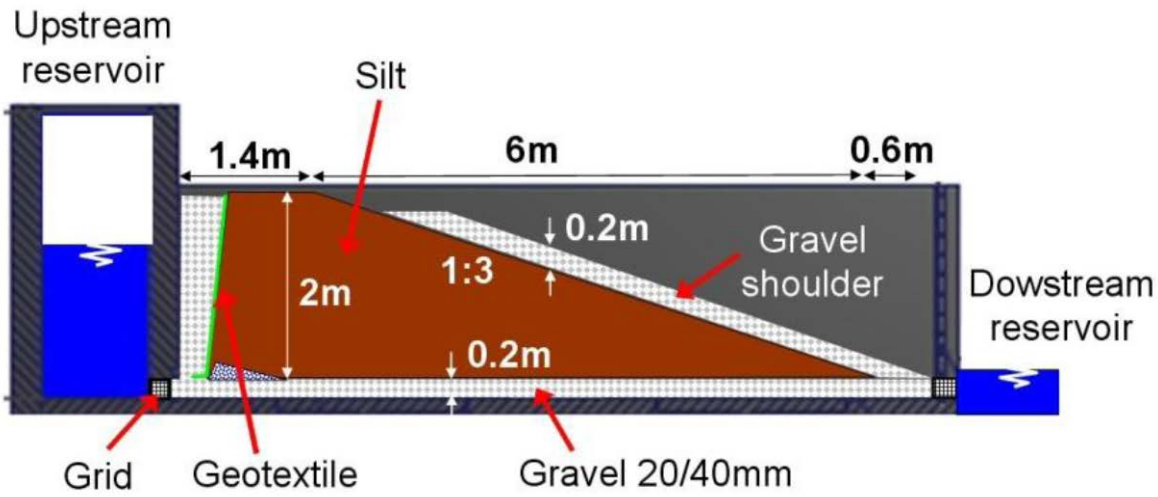


Schéma pokusu kontaktní eroze

Pohled na model

Ukázalo se, že piping se může vyskytnout v případě splnění 3 podmínek:

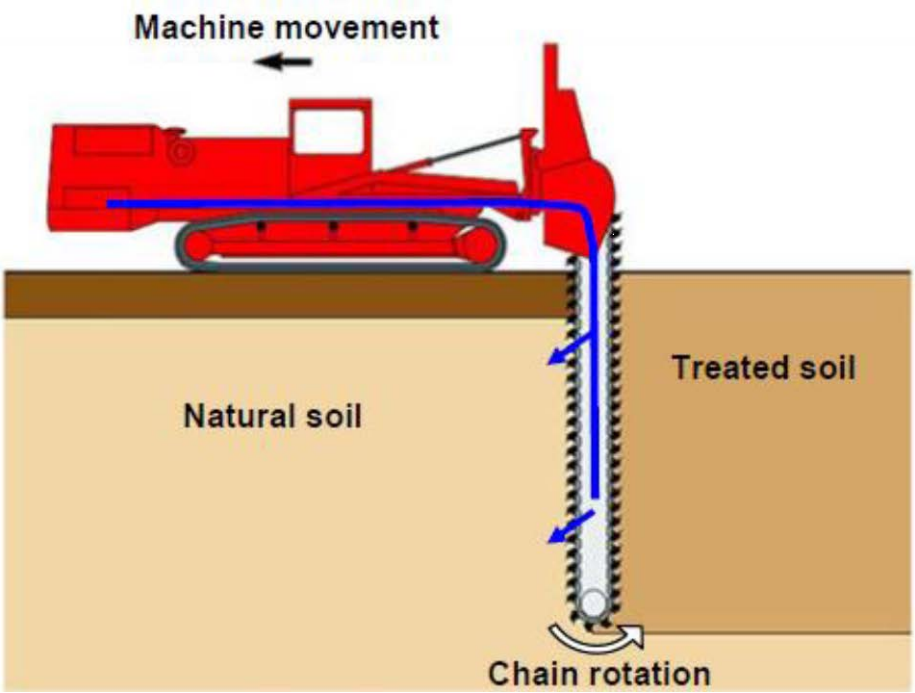
- nesplnění geometrického kritéria mezi jádrem a stabilizační částí (filtrem),
- přítomnost značně erodibilních siltů,
- specifický průsak (filtrační rychlost) přesáhne 2 cm/s.

V letech 2013/2014 byla provedena další skupina experimentů, kdy bylo provedeno modelování pipingu v trhlině v těsnicím jádru. Hydraulický gradient se postupně zvyšoval až do chvíle porušení zemního jádra. Způsob porušení a kritický gradient závisí na sklonu vzdušního svahu hráze a materiálu jádra. Návrh musí zajistit vhodnou gradaci materiálů vzdušní stabilizační části. V případě polopropustného materiálu vzdušní stabilizační části dochází ke zvýšení pórových tlaků, vzniku trhlin a následnému zvýšenému průsaku. Ve všech případech může nastat ztekucení a porušení hydraulickým prolomením.

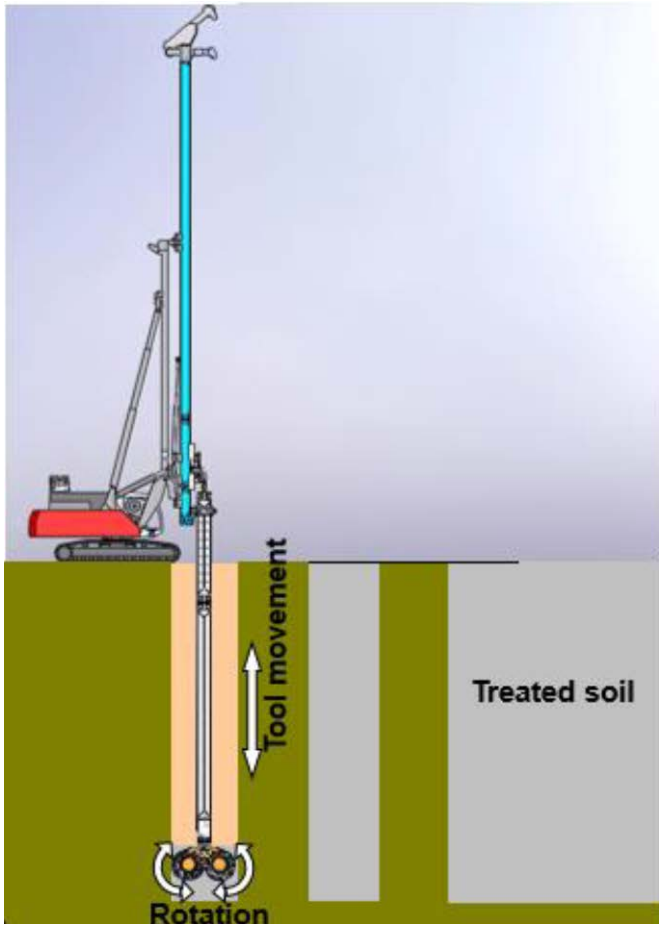
V praxi obvykle nebezpečí vzniku vnitřní eroze vede k návrhu vhodných nápravných opatření. Ta spočívají ve zvýšení odolnosti vzdušního svahu a k omezení průsaků hrází. Článek se zaměřuje na dvě progresívní technologie, kterými jsou:

- vytvoření umělé těsnicí stěny v tělese hráze odstraněním materiálu hráze a jeho nahrazením betonovou, popř. jílocementovou těsnicí stěnou, popř. technologie hloubkového zlepšování vlastností zemin (deep soil mixing). Tato metoda má dvě modifikace:
    - metodu Trenchmix,
    - metodu CSM (obr. R.39d),
- metoda biologické injektáže.

Metody jsou na konci článku demonstrovány na praktických příkladech.



Technologie Trenchmix, hloubka do 10 m



Technologie CSM (Cutter Soil Mixing), rozměr záběru až 2,8 x 0,8 m, hloubka do 33 m

R. 40 FROSSARD, E., NIETO, C., ROBLES, J. (France)

Návrh a výstavba CFRD hráze VD Mazar (Ekvádor) – chování při provozu

Rockfilová hráz VD Mazar v Ekvádoru je cca 166 m vysoká a je vybavena návodním betonovým těsněním. Autoři v článku popisují návrh těsnění a jeho založení na velmi strmém pravém svahu údolí, který byl proveden na základě výsledků výpočtu 3D modelu napětí a přetvoření. Dále jsou v článku uvedeny výsledky měření vertikálních posunů v průběhu výstavby a prvního napuštění v roce 2009 a jejich srovnání s výpočty provedenými při návrhu. Celkového chování hráze ve vazbě na případný vznik trhlin v těsnění je hodnoceno jako vyhovující.

R. 41 FROSSARD, E., NIETO-GAMBOA, C. (France)

Vliv měřítka zrnitých násypů na stabilitu a chování vysokých rockfilových přehrad

V příspěvku je uveden souhrn rozsáhlého souboru průzkumů provedených ve Francii za posledních 10 let. Průzkumy se týkají mechanického chování rockfilu a rockfilových hrází. Byl zjištěn vliv měřítka na smykovou pevnost zrnitých materiálů vztažený k velikosti zrn kamenitého materiálu související s fyzikálními zákony mechaniky trhlin, kterými se řídí rozpad zrn kamene. Tento vliv velikosti částic na smykovou pevnost lze vyjádřit jednoduchým „pravidlem vlivu měřítka“ založeném na obálce smykových pevností. Explicitně lze přitom vyjádřit vliv na stabilitu svahů rockfilových hrází a následně na požadavky návrhu. Ukázalo se také, že vliv velikosti zrn má vliv na na přetvárné charakteristiky jako je modul tuhosti. Podrobné numerické modely zahrnující uvedený vliv velikosti v konstitutivních vztazích ukázaly, že zaznamenané poruchy vysokých rockfilových přehrad opatřených betonovým návodním pláštěm (CFRD) lze vysvětlit z velké části značnými deformacemi tělesa hráze vyvolanými uvedeným vlivem velikosti zrn.

Otázka 99 - Zlepšení a obnova přehrad

Zpracovatelé výběru příspěvků otázky 99:

Ing. Dalibor Kratochvíl (Povodí Odry, státní podnik)
Ing. Pavel Křivka, Ph.D. (Povodí Labe, státní podnik)
Ing. Jiří Poláček (VODNÍ DÍLA - TBD a.s.)

Otázka 99 byla rozdělena do 4 podtémat:

1. Zvýšení koruny hráze nebo provozní hladiny
2. Metody odstraňování sedimentů v nádržích (vyplachování, těžba plovoucím bagrem, těžba při vypuštěné nádrži apod.)
3. Vyřazení vodního díla z provozu: metody, náklady, dopady
4. Zlepšení systému průzkumu poslechem a obnova přístrojového vybavení

Generálním zpravodajem této otázky byl Laurent Mouvet (Switzerland)

V této sekci bylo publikováno 55 příspěvků shrnutých v generální zprávě:

R. 1 IZHAR UL HAQ, SYED TAHIR MANZOOR (Pakistan)
Tarbela Dam Project –Modernizace a automatizace přístrojového vybavení.

R. 2 NORDSTRÖM, E., MALM, R., BLOMDAHL, J., TORNBERG, R., NILSSON, C.O. (Sweden)
Optimalizace měřicího systému pro dlouhé betonové pilířové přehrady

R. 3 KABORE, M., MILLOGO, F., NACANABO, A., VIGNY, J-P. (Burkina Faso)
Instalace betonových stabilních bločků na přelivný práh na přehradě Gaskaye s cílem zvýšit objem nádrže

R. 4 SHARMA, S.K., SHARMA R.P., SINGH, S. (India)
Beas Satluj Link (BSL) projekt v Indii – obnova prostoru vyrovnávací nádrže proplachem a odtěžením naplavenin – případová studie

R. 5 XU TAO, ZHU JUN (China)
Studie těžby sedimentů v konci zátopy nádrže Tři soutěsky založená na modelu proměnného pohybu sedimentu

R. 6 CHRAIBI, A.F. (Maroc)
Obnova přehrady Bablouta

R. 7 RADZICKI, K., SIUDY, A., STOLIŃSKI, M. (Poland)
Inovační 3D systém pro teplotní měření průsaků a erozních procesů a příklad jeho využití při modernizaci systému měření na přehradě Kozlowa Góra v Polsku

R. 8 KAMALIAN, V-A., AHMADI, M. (Iran)
Přestavba provozovaných přehrad

R. 9 NISHIZAWA, Y., YOSHIDA, H., IKEDA, T., YASUDA, N. (Japan)
Posílení povodňové průtočné kapacity přehrady Kanogawa

R. 10 BENLLIURE MORENO, J.M., CARRILLERO AROCA E., DE MEMBRILLERA ORTUÑO, M.G. (Spain)
Přehled modernizace a přestavby péče o bezpečnost na přehradě Contreras

R. 11 TAVAKOLI SHIRAZI, N., AKBARI, G.H., PAHLEVANI, P. (Iran)
Hodnocení měřících systémů na provozovaných přehradách v Iránu

R. 12 HODÁK, J. (Czech Rep.)
Přehrada Karolinka – technickobezpečnostní dohled v průběhu výstavby těsnící stěny

R. 13 NIKOLAJ, M., KASANA, A., HOMOLA, M. (Slovakia)
Operační systém pro sběr, přenos a zpracování dat pro potřeby technickobezpečnostního dohledu

R. 14 RICHTR, D. (Czech Rep.)
Výstavba nové spodní výpusti a stabilizace návodního svahu přehrady Jordán ve městě Tábor v ČR

R. 15 JOHNSON, D., SCHOOLMEESTERS, R.D., DALLAM, B. (USA)
Neštěstí, ke kterému jen těsně nedošlo, když historická dešťová srážka našla slabé místo v nedávno renovované zemní hrázi

R. 16 DUSTIN, J.S., RANDALL, B. (USA)
Systém instrumentace přehrad: řízení rizika prostřednictvím plánování a realizace strategií

R. 17 LIENHART, W., KLUG, F. (Austria)
Nové koncepce pro měření deformací betonových spár hrází v provozu přečerpávacích nádrží

R. 18 SACCARELLO, M., OSAKO, C., NEVES, C.P., COELHO, D.P., SCIENZA, M., VALGOI, P., CORTEZZI, F., MASERA, A. (Italy)
Software MISTRAL pro měřící systém online

R. 19 SPASIC-GRIL, L., GRIGORYAN, K., TONOYAN, M. (UK)
Rizika způsobená nedokončenou stavbouhráze: sanace přehrady Marmarik v Arménii

R. 20 STAHL, H., AMBERG, F. (Switzerland)
Modernizace měřícího systému přehrady Emosson pro stavbu a provoz přečerpávací elektrárny

R. 21 HUGHES, A.K. (UK)
Využití nových technických postupů při zjišťování průsaků k odhadu stupně bezpečnosti a návrhu nápravných opatření

R. 22 VALLOTTON, O. (Suisse)
Zvýšení přehrady Vieux Emosson (Starý Emosson)

R. 23 ÅMDAL, T., VARTDAL, E.A. (Norway)
Náhrada dvou nádrží s pěti starými hrázemi dvěma novými kamenitými hrázemi

R. 24 ASPEN, B., STOKSETH, S., JACOBSEN, T. (Sweden)
Výstavba litinového potrubí DN 1200 mm pod přehradou Bajna v Albánii pro vysokou kapacitu sacího bagrování

R. 25 BRETAS, E.M., JENSSEN, T.A. (Norway)
Modely DEM jako prostředky pro rozbor bezpečnosti tížných hrází

R. 26 JIMÉNEZ, A., FIGUEROA, R., JACOBSEN, T. (Norway)
Těžba soudržných sedimentů sacím rypadlem SediCon v nádrži hydroelektrárny El Canada v Guatemale

R. 27 KONOW, T., LANGAKER, S., EIKEVIK, J.H., EKKJE, S.A., TJELDE, T. (Norway)
Alkalická reakce na norských přehradách – prezentace poruch a sanační práce na 3 přehradách

R. 28 LUND, R., AARDAL, I.B., ENGESVOLL, A.T. (Norway)
Sanace kamenité hráze Tunsbergdalen

R. 29 ROGNES, M., MIDTTØMME, G.H., LIA, L. (Norway)
Vztlak na základové spáře pod betonovou tížnou hrází

R. 30 SAS, G., BRETAS, E.M., LIA, L. (Norway)
Včasný odhad sesouvání hráze Malset: zkoušky a numerická analýza nevymezených spár

R. 31 AUEL, C., HAGMANN, M., ALBAYRAK, I., BOES, R.M. (Switzerland)
Optimalizace udržitelnosti štěrkových obtokových tunelů za účelem ochrany proti zanášení nádrže

R. 32 JIMÉNEZ GARCIA, M., SCUERO, A.M., VASCHETTI, G.L., MACHADO do VALE, J. (Switzerland)
RCC přehrada Miel I výšky 188 m - měření nechráněné geomembrány po 11 letech služby

R. 33 DROZ, P., VALLOTTON, O., MENOUILLARD, T., LEROY, R. (Switzerland)
Kontrolní měření na přehradě zasažené AAR reakcí

R. 34 SEIF, H.R., ROSHDIEH, A., ZAKER, H. (Iran)
Poměr účinnosti jako kritérium pro zvyšování hrází odkaliště – případová studie: Odkaliště měděného dolu Sarcheshmeh

R. 35 SILVA MATOS, D., CUNHA, J. (Portugal)
Náhrada současné hráze napadené AAR reakcí – případ přehrady Alto Ceira

R. 36 MARCOS MÉNDEZ, J.M., DELGADO GONZÁLEZ, J.R., ROJO CABALLERO, S. (Spain)
Modernizace a renovace vybavení přehrady Torre del Aguila (Sevilla, Španělsko)

R. 37 SETRAKIAN, M., ESCUDER-BUENO, I., MORALES-TORRES, A., SIMARRO, D. (Spain)
Investice do bezpečnosti přehrady Horcajo (Španělsko): informace o aplikaci dle doporučení Spancold o rizikové analýze

R. 38 REMESAL GUIJARRO, J.A., DELGADO GONZÁLEZ, J.R., RUIZ BERBEL, A. (Spain)
Optimalizace, zvýšení a modernizace systému přehrad Tinto-Odiel-Piedras

R. 39 GÓMEZ, R., ESTEBAN, F., MERINO, M., SORIANO, A. (Spain)
Zvýšení přehrady Yesa. Zlepšení stability pravého zavázání

R. 40 CARRERAS, M., GÓMEZ, R., SORIANO, A. (Spain)
Zesílení přehrady Valcomuna

R. 41 VÁZQUEZ BREA, F. (Spain)
Návrh, diagnostika a zlepšení pozorovacího a monitorovacích systémů přehrad s metodou rizikové analýzy

R. 42 NUMANO, Y., NAKAMURA, T., KATAYAMA, H. (Japan)
Experimentální studie podmínek pro použití „Metody vertikální víceotvorové násosky“

R. 43 IACOB, I., PECINGINE, M., MATEESCU, O., POPOVICI, A., STEMATIU, D., ILINCA, C. (Romania)
Modernizace monitorovacího systému na přehradě Vidraru – Argeş

R. 44 SEMENOV, I.V., SHCHERBINA, V.I., KOZLOV, R.V., TISHCHENKO, A.A. (Russia)
Modernizace monitoringu přehrady Uglich

R. 45 SUMI,T., YOSHIMURA ,T., ASAZAKI .K., KAKU,M., KASHIWAI, J., SATO,T. (Japan)
Zlepšení a změny v pravidlech manipulace na kaskádě přehrad v povodí řeky Mimikawa s cílem zlepšení převádění sedimentů

R. 46 NORET, C., MILESI, G., PIRON, A., MOREL, F. (France)
Ověření správného napětí aktivních tyčových kotev ve stávajících hrází

R. 47 NORDSTRÖM, E., KOGH, P., NILSSON, O., SJÖDIN, G., STENBERG, R., HAUTAKOSKI, M. (Sweden)
Modernizace přehrad Lossen a Ransaren ve Švédsku

R. 48 ITCOLD Working Group (Italy)
Způsoby řízení zanášení nádrží velkých přehrad v Itálii

R. 49 ARTAZ, L., CANELLA, G., MARTINOTTI, G., MARCELLO, C., MEDA,P., FRIGERIO, A., MAZZA’, G. (Italy)
Částečné odstranění přehrady Beauregard zajišťující prodloužení její funkčnosti

R. 50 CASTEIGTS, C., LALICHE, K., NORET, C., BOURGOUIN, T. (France)
Oprava klenbové hráze přehrady Bimont

R. 51 MERIAUX, P., RASSON, N., SALMI, A. (France)
Odstranění klenbové přehrady Ayrette a revitalizace území

R. 52 PRALONG, J., BOCHETTAZ, M., VALETTE, E., MENU, S., PETEUIL, C., LEVASSEUR, L., REYNAUD, S., FRUCHART, F., CAMENEN, B. (France)
Řešení sedimentů v povodí řeky Rhóny: koncepty a zkušenosti

R. 53 BOUDON, R., REBUT, P., MAURIS, F., FAURE, P-H., TOURNADRE, V., PIERROT-DESEILLIGNY, M. (France)
Nové 3D přístupy k optimalizaci sledování a monitoringu přehrady

R. 54 CRUCHON, P., SESSA, M., HOONAKKER, M., FABRE, J-P. (France)
Historie a modernizace pozorování na přehradě Mont Cenis umístěné na hranicích a pozorované ve francouzsko-italské spolupráci

R. 55 SAUSSE, J., FABRE, J-P., BOUDON, R., HOONAKKER, M. (France)
Návrh a prostředky monitorování přehrad: aktuální vývoj

Komentář generálního zpravodaje k vybraným referátům podtémat otázky Q.99:

1) *Zvýšení koruny hráze nebo provozní hladiny* - R.3 (Burkina Faso), R.12 (Česká rep.)
2) *Metody odstraňování sedimentů* - R.5 (Čína), R.4 (Indie)
3) *Likvidace přehrad*
4) *Modernizace měřícího systému* - R.2 (Švédsko), R.1 (Pakistán), R.7 (Polsko)
5) *Sanační práce s cílem vyhovět legislativě nebo posílení bezpečnosti* - R.6 (Maroko), R.10 (Španělsko), R.14 (Česká republika)

Výběr z nejdůležitějších poznámek generálního zpravodaje

Stojí za zmínku, že 40 z celkem 55 referátů je z evropských zemí, kde je sice vysoký počet provozovaných přehrad, ale výstavba nových děl je velmi omezena.

Skutečnost, že se kongresy ICOLD podobnou problematikou zabývají poměrně často, doložil generální zpravodaj přehledem za posledních 25 let – viz tabulka č. 1:

Tab. 1 - Odborné otázky předchozích kongresů ICOLD

Otázka č.	Název	Kongres
95	Stárnutí a zlepšení přehrad	Kjóto – 2012
90	Vylepšení provozovaných přehrad	Brasilia – 2009
89	Řízení zanášení provozovaných i nových nádrží	Brasilia – 2009
82	Stárnutí a opravy betonových a zděných staveb vč. přidružených hrází a konstrukcí	Montreal – 2003
70	Postupná výstavba, zlepšení a modernizace přehrad	Durban – 1994
68	Hodnocení a posílení provozní bezpečnosti přehrad	Durban – 1994
65	Stárnutí přehrad a metody oprav	Vídeň – 1991

Proč se modernizují a optimalizují provozované přehrady?

Je celá řada odpovědí na tuto otázku, ale 5 z nich se zdá v současné době nejvýznamnějších:

- **Hydrologická nejistota** – možnosti řešení:
  - zvýšení průtočné kapacity doplněním nových mechanizmů nebo zvýšením kapacity stávajících mechanizmů;
  - zvětšení retenčního prostoru zvýšením maximální hladiny, které ale většinou vyžaduje i zvýšení koruny hráze;
  - provozní opatření jako např. preventivní snížení hladiny v nádrži v povodňovém období;
  - realizace retenčních opatření v horní části povodí, např. zřízení protipovodňových nádrží, rekonstrukce přelivů s cílem zvýšení průtočné kapacity apod.
- **Ztráta využitelného objemu nádrže zanesením** sedimenty.
- **Změněné požadavky na účel** vodního díla (např. změny požadavků na závlahy, zásobování vodou, hydroenergetiku apod.).
- **Změny v potřebách ochrany** níže situovaného území (ve vztahu k extrémům – povodně a sucho).
- **Legislativní změny** (vyšší požadavky na TBD, neškodný průtok, varovný a záchranný systém apod.)

Komentář generálního zpravodaje k vybraným referátům podtémat otázky Q.99:

1) *Zvýšení koruny hráze nebo provozní hladiny* - R.3 (Burkina Faso), R.12 (Česká rep.)
2) *Metody odstraňování sedimentů* - R.5 (Čína), R.4 (Indie)
3) *Likvidace přehrad*
4) *Modernizace měřícího systému* - R.2 (Švédsko), R.1 (Pakistán), R.7 (Polsko)
5) *Sanační práce s cílem vyhovět legislativě nebo posílení bezpečnosti* - R.6 (Maroko), R.10 (Španělsko), R.14 (Česká republika)

R. 1 IZHAR UL HAQ, SYED TAHIR MANZOOR (Pakistan)

Tarbela Dam Project –Modernizace a automatizace přístrojového vybavení.

Kolektiv autorů upozorňuje na naléhavou potřebu modernizovat a automatizovat přístroje v měřícím systému přehrady Tarbela, která byla uvedena do provozu v roce 1974. Ze 3000 přístrojů nainstalovaných během výstavby je jich 58 % nefunkčních. Je nutné vypracovat podrobnou studii naměřených dat a rozbor chování hráze. Na základě jejích závěrů se rozhodne o rozsahu obnovy nebo nové instalace různých přístrojů.

R. 2 NORDSTRÖM, E., MALM, R., BLOMDAHL, J., TORNBERG, R., NILSSON, C.O. (Sweden)

Optimalizace měřicího systému pro dlouhé betonové pilířové přehrady

Tento příspěvek je dobrým příkladem modernizace měřícího systému, založeném na příkladech dvou pilířových hrází z 50. let. Analýza rizika ukazuje slabá místa, která mají být lépe monitorovány. Měřící systém byl přizpůsoben k soustředění na tato slabá místa.

R. 3 KABORE, M., MILLOGO, F., NACANABO, A., VIGNY, J-P. (Burkina Faso)

Instalace betonových stabilních bločků na přelivný práh na přehradě Gaskaye s cílem zvýšit objem nádrže

Je zde popsán případ vodního díla s hrází vysokou 3 m a dlouhou 464 m, s objemem nádrže 1,35 mil. m3. Nádrž zajišťuje závlahy na území rozlohy přes 22 ha. Maximální provozní hladinu vymezuje 100 m dlouhá přelivná hrana. Zvýšení výšky hladiny o 30 cm by zvýšilo výrazně objem nádrže a zdvojnásobilo zavlažovanou plochu. Navrhovaným řešením je zvýšit přelivnou hranu v celé délce speciálně osazovanými betonovými bločky výšky 30 cm, které velmi ekonomicky a jednoduše prodlouží přelivnou hranu, aniž by se změnila úroveň koruny hráze.

R. 4 SHARMA, S.K., SHARMA R.P., SINGH, S. (India)

Beas Satluj Link (BSL) projekt v Indii – obnova prostoru vyrovnávací nádrže proplachem a odtěžením naplavenin – případová studie

Referát popisuje indické zkušenosti s rozsáhlým hydroenergetickým rozvojem po roce 1970 na řece Baes. Projekt umožnil převod vody z řeky Baes do řeky Satluj pomocí dvou přívodních štol délky 12 a 13 km a otevřeného koryta délky 11 km. Po 27 letech provozu je využitelný objem nádrže Pandoh výrazně zmenšen zanášením sedimenty. V referátu se polemizuje nad vhodností a ekonomičností metod ke zmírnění zanášení. Protože pravidelné bagrování nádrže je velmi nákladné, je nejlepším způsobem zřízení záchytné nádrže výše na toku, z které se stále těží sedimenty a která tak funguje jako štěrková komora.

R. 5 XU TAO, ZHU JUN (China)

Studie těžby sedimentů v konci zátopy nádrže Tři soutěsky založená na modelu proměnného pohybu sedimentu

Příspěvek představuje velmi zajímavou digitální studii zanášení v horní části nádrže vodního díla Tři soutěsky v Číně. Sedimentace ovlivňuje využitelný objem nádrže, její úlohu

v povodňové ochraně a také plavbu na řece Jang-tse-tiang. Studie řeší výběr 7 potenciálních úseků, na nichž bude zkoušen a vybrán nejvhodnější způsob těžby sedimentů.

R. 6 CHRAIBI, A.F. (Maroc)

Obnova přehrady Bablouta

Autor prezentuje obnovu RCC betonové hráze (z válcovaného betonu), vysoké 55 m. Po prvním napuštění nádrže se objevily silné průsaky jednak tělesem RCC hráze a jednak na styku s podložím. Tyto průsaky byly způsobeny jednak nekvalitním lokálním provedením tělesa RCC, které by mohlo vést až k porušení stability konstrukce a jednak výsledkem seismické události. Bylo přijato nápravné opatření, spočívající v zesílení tělesa RCC ve vzdušní části a zřízení odvodňovacího systému. Byla připravena i injektáž nefunkčních vodorovných spár s cílem zajistit jejich vodotěsnost. Práce byly zahájeny až po vypracování tohoto referátu.

R. 7 RADZICKI, K., SIUDY, A., STOLIŃSKI, M. (Poland)

Inovační 3D systém pro teplotní měření průsaků a erozních procesů a příklad jeho využití při modernizaci systému měření na přehradě Kozlowa Góra v Polsku

Článek ukazuje na přímé uplatnění optických vláken k nepřímému odhalení průsaků pomocí teplotních měření . Metoda byla uvedena do praxe na velmi dlouhé sypané hrázi nádrže k zásobování vodou. Stejně jako při pátrání v podélném směru, jsou v příčných řezech instalovány nesouvisle piezometry a snímače teplot k analýze a přesnému měření.

R. 10 BENLLIURE MORENO, J.M., CARRILLERO AROCA E., DE MEMBRILLERA ORTUÑO, M.G. (Spain)

Přehled modernizace a přestavby péče o bezpečnost na přehradě Contreras

Autoři popisují případ 118 m vysoké hráze Contreras, v provozu od r. 1974. Maximální provozní hladina byla snížena o 18 m ve srovnání s původním projektem, protože se vyskytlo několik geologických a geotechnických problémů. Provedené injekční práce a doplňující průzkumy během několika let vedly k závěru, že utěsnění nádrže by si vyžádalo příliš vysoké náklady bez garance očekávaného úspěchu. Udržování maximální provozní hladiny po dlouhou dobu si vynutilo změnu středního bezpečnostního přelivu. Předpokládá se proto snížení přelivné hrany.

R. 12 HODÁK, J. (Czech Rep.)

Přehrada Karolinka – technickobezpečnostní dohled v průběhu výstavby těsnící stěny

Referát představuje sanační práce na přehradě Karolinka vysoké 61 m. Sypaná hráz se středním těsnicím jílovým jádrem byla vystavena prosakování v letech 1984 – 1986. U koruny hráze byl zaznamenán významný posun ve směru po vodě. V roce 1987 byla maximální provozní hladina snížena o 2 m s cílem zmírnit prosakování. Jako příčina netěsností těsnicího jádra byly označeny špatné podmínky při výstavbě těsnicí stěny, zvláště v horní části. Sanace spočívala ve výstavbě podzemní stěny hloubené z koruny hráze do hloubky 19 m. První zkoušky po plném napuštění nádrže přinesly velmi uspokojivé výsledky, a proto byla hladina vrácena na původní stav.

R. 14 RICHTR, D. (Czech Rep.)

Výstavba nové spodní výpusti a stabilizace návodního svahu přehrady Jordán ve městě Tábor v ČR

Příspěvek popisuje obnovu historického vodního díla Jordán v městě Tábor. Nádrž uvedená do provozu v roce 1492 s výškou hráze 19 m byla dlouho jednou z nejvyšších sypaných hrází v Evropě. K poslednímu vypuštění nádrže došlo podle dobových záznamů v roce 1830. Od té doby zanikla spodní výpust a nádrž nebylo možné vypustit ani manipulovat s hladinou. Proto byla v letech 2011 až 2014 vybudována nová štolová spodní výpust ve skalním prostředí pravého břehu, tj. mimo těleso hráze. Po vypuštění nádrže náročnými technickými prostředky byly odhaleny zajímavé historické dřevěné konstrukce jednak středověkého vodárenského systému a jednak původních dávno zaniklých dřevěných výpustí. V průběhu stavby, která zahrnula i odbahnění nádrže, proběhly dvě povodňové situace, při nichž došlo k neregulovatelnému naplnění a následnému vyprázdnění nádrže. Na základě vzniklých lokálních sesuvů v návodním svahu byla přešetřena stabilita svahu. Nepříznivé výsledky vedly k rozhodnutí o realizaci kamenitého přísypu k zajištění potřebné bezpečnosti.

R. 16 DUSTIN, J.S., RANDALL, B. (USA)

Systém instrumentace přehrad: řízení rizika prostřednictvím plánování a realizace strategií

Příspěvek si klade za cíl seznámit se zásadními principy instrumentace nových a existujících přehrad a poskytnutí koncepčního vodítka pro vlastníky (investory) a projektanty při návrhu systému pro monitoring chování přehrad tak, aby tyto systémy poskytovaly data pro provozní i manažerská rozhodování. Zdůrazněny jsou kroky, které by měly předcházet vlastní instalaci monitorovacích systémů:

1. ve fázi projektové přípravy akce (- co může nebo mělo by být měřeno, - návrh využití dat – redukce měřených dat, - požadavky na rozsahy a přesnosti měření, - výběr měřících čidel, - návrh systému pro měření a kontrolu, - zajištění komunikačních tras a přenosu dat, - napájení)
2. ve fázi realizace projektu (- porozumění omezením vyplývajícím z projektu, - sestavení týmu, - vytvoření funkční pracovní struktury, - vlastní realizace projektu)

Autor dále zdůrazňuje, že rozpočtová položka na instrumentaci díla zařízeními pro monitorování a sledování zpravidla netvoří rozhodující nákladovou položku projektu (výstavba nové přehrady nebo zásadní rekonstrukce), a proto je často při přípravě stavby tato oblast podceňována. Chybně navržený nebo realizovaný systém monitoringu však může mít v delším časovém měřítku vliv na provoz, údržbu i bezpečnost vzdouvací stavby.

R. 17 LIENHART, W., KLUG, F. (Austria)

Nové koncepce pro měření deformací betonových spár hrází v provozu přečerpávacích nádrží

Autor popisuje inovativní využití optických vláken jako senzorů pro sledování pohybů na spárách betonových hrází přehrad v přečerpávacím provozu. Poprvé byl tento systém měření instalován na klenbové přehradě v Rakousku v roce 2013. V porovnání s klasickými elektrickými čidly má měření pomocí optických kabelů nižší náklady na instalaci a vyšší přesnost měření. Při změnách hladiny vody v nádrži v rozmezí 1m je schopen zaznamenat posuny na spárách v řádu několika μm a umožňuje sledování vlivu denní změny teploty

vzduchu. Vyšší přesnosti měření tak poskytují nové pohledy chování betonových konstrukcí hrází přečerpávacích elektráren a mohou poskytnout cenná data pro jejich navrhování.

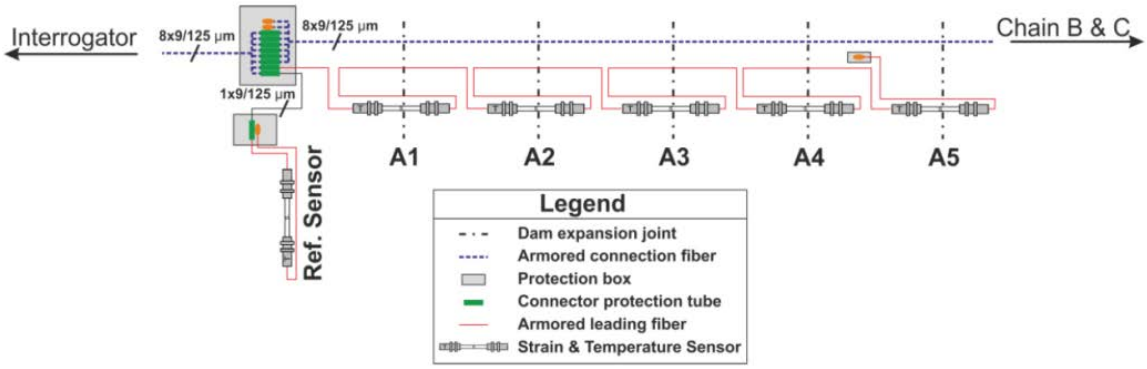


Schéma zapojení řetězce čidel 5x senzor SYLEX SC-01

R. 18 SACCARELLO, M., OSAKO, C., NEVES, C.P., COELHO, D.P., SCIENZA, M., VALGOI, P., CORTEZZI, F., MASERA, A. (Italy)

Software MISTRAL pro měřící systém online

Kolektiv autorů představuje zkušenosti získané za provozování softwaru Mistral, zpracovávajícího data z automatického monitoringu, který posuzuje rizika a používá systém pro pomoc při rozhodování při on-line hodnocení chování mnoha přehrad.

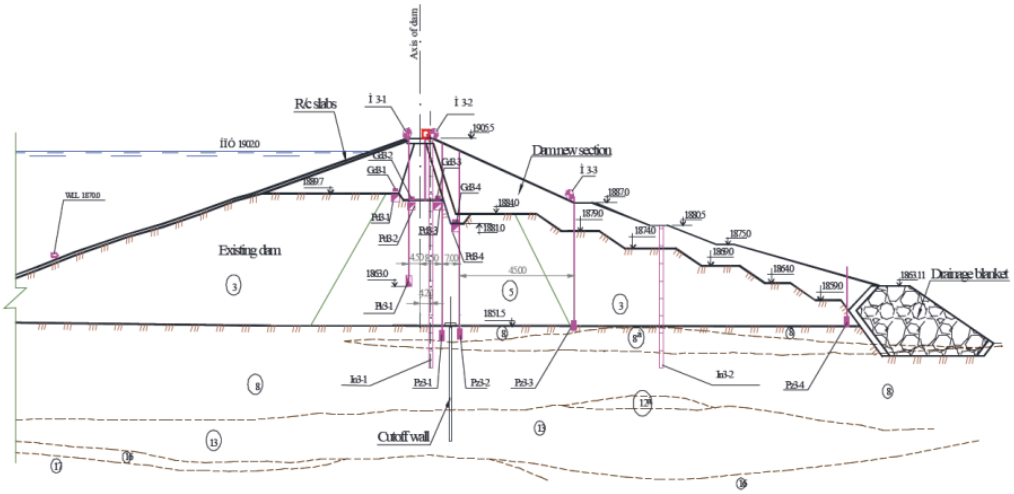
Všechna data z komplexního monitorovacího systému jsou průběžně zpracovávána modulem pro podporu rozhodování, což je jinými slovy on-line zpracování, vyhodnocení a interpretace dat o chování přehrady a jejího podloží. Modul využívá při zpracování filtrování a redukci dat z automatických monitorovacích systémů a porovnává je se teoretickým modelem chování díla a bere v úvahu i spolehlivost měření každého měřícího zařízení.

R. 19 SPASIC-GRIL, L., GRIGORYAN, K., TONOYAN, M. (UK)

Rizika způsobená nedokončenou stavbou hráze: sanace přehrady Marmarik v Arménii

Příspěvek stručně shrnuje aspekty výstavby a provozu přehrad v Arménii s vyhodnocením jejich stavu z hlediska bezpečnosti z celkem 87 přehrad jich 27 bylo vyhodnoceno jako nebezpečných a vláda Arménie problematikou bezpečnosti přehrad zařadila mezi priority. Mezi nejzávažnější nedostatky patřila nedostatečná kapacita přelivů a nestabilita svahů sypaných hrází. V období 2000 až 2009 bylo s využitím prostředků Světové banky rekonstruováno celkem 74 přehrad.

Podrobně příspěvek popisuje situaci na přehradě Marmarik se zemní hrází o výšce 64 m. Přehrada byla dokončena v roce 1974, avšak pouhých 20 dní po uvedení do provozu došlo k sesuvu v oblasti koruny a jejímu snížení o 13,5m. Přehrada nebyla ani napuštěna a byla ponechána v nestabilním stavu více než 30 let. Hlavním nebezpečím po celou dobu bylo ucpání obtokového tunelu a neřízené naplnění nádrže. Dále je v příspěvku popsán návrh opatření a náročná rekonstrukce hráze a objektů včetně zajištění sesuvů v nádrži, která byla dokončena v květnu 2012.



Vzorový příčný řez rekonstruovanou hrází Marmarik

R. 20 STAHL, H., AMBERG, F. (Switzerland)

Modernizace měřícího systému přehrady Emosson pro stavbu a provoz přečerpávací elektrárny

Příspěvek shrnuje zkušenosti s rozšířením monitorovacího systému TBD pro klenbovou přehradu Emosson (výška 180m), která od roku 2008 prochází modernizací spojenou se změnou vyžití ze špičkové hydroelektrárny na elektrárnu přečerpávací. Přečerpávací elektrárna Nant de Drance využívá jako horní nádrž existující nádrže Vieux de Emosson a nádrž Emosson jako spodní nádrž. Součástí stavby je 800m dlouhý přístupový tunel do kaverny podzemní elektrárny, který podchází nádrž Emosson v hloubce asi 260 m pod dnem. Z důvodu možných zvýšených deformací při ražbě tohoto tunelu byl zásadně modernizován i komplex měření a sledování hráze Emosson a jejího okolí, který zahrnoval:

- sledování vzdálenějšího okolí hráze pomocí velmi přesné nivelace a stanic globálních satelitních systémů,
- sledování změn na povrchu terénu v okolí přehrady pomocí automatických totálních stanic,
- doplnění zařízení monitoringu vlastní přehrady Emosson.

R. 21 HUGHES, A.K. (UK)

Využití nových technických postupů při zjišťování průsaků k odhadu stupně bezpečnosti a návrhu nápravných opatření

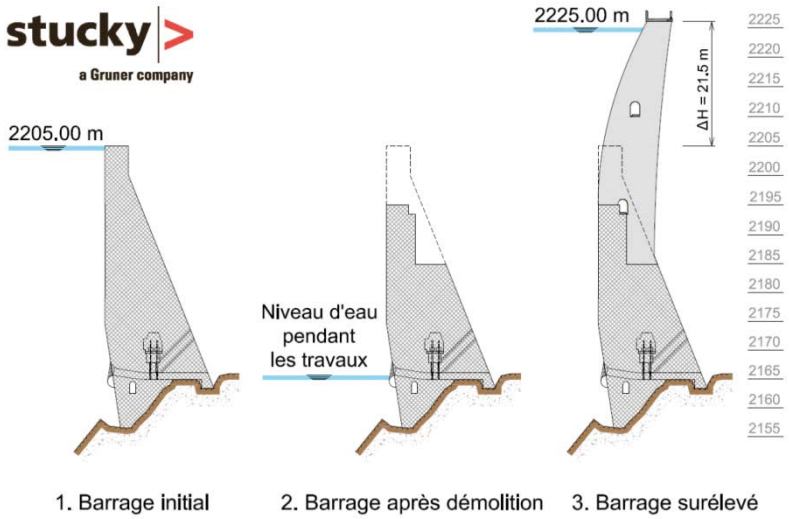
V příspěvku je popsáno využití neinvazivní geofyzikální metody pro zjišťování průsakových cest v tělesech zemních hrází (Willowstick©). Tato metoda využívá sledování průběhu a změn magnetického pole mezi dvěma nabitými elektrodami - nabité těleso (1 elektroda umístěná v nádrži a 1 elektroda v místě průsaku). Metoda umožňuje sledovat lokální průsakové cesty až do hloubek cca 100m pod povrchem terénu. Vyžití metody na existujícíh vodních nádrží v UK a nápravná opatření jsou dokladována dvěma případovými studiemi.

R. 22 VALLOTTON, O. (Suisse)

Zvýšení přehrady Vieux Emosson (Starý Emosson)

Autor v příspěvku popisuje navýšení hráze horní nádrže Vieux Emosson o více než 21 m v rámci projektu přečerpávací vodní elektrárny Nant de Drance. Přečerpávací elektrárna o instalovaném výkonu 900MW využívá 2 soustrojí o celkové kapacitě 360 m^3/s. Navýšením hráze horní nádrže bude zvýšen její objem z 11,2 mil.m3 na 24,6 m3.

Z důvodu zásadní změny geometrických parametrů hráze Vieux Emosson bylo nutné téměř 20m stávající hráze odbourat a takto připraveném základu pak vybetonovat hráz novou. Původní klenbová hráz s jednou křivostí byla nahrazena klenbou s vertikálním i horizontálním zakřivením. V příspěvku je detailně popsána problematika návrhu navýšení hráze jako soubor omezení daných geometrickým parametry stávající hráze a reliéfem terénu a dále i problematika odbourání horní části hráze a napojení nové hráze.



Základní fáze navýšení hráze Vieux Emosson

R. 23 ÅMDAL, T., VARTDAL, E.A. (Norway)

Náhrada dvou nádrží s pěti starými hrázemi dvěma novými kamenitými hrázemi

V období 1930až 1940 byla vybudována hydroelektrárna Skjerka a systém 2 nádrží zahrnující celkem 5 betonových hrází. Důkladnou technickou prověrkou hrází v roce 2006 bylo zjištěno, že ani jedna nevyhovuje současným technickým. Vlastník zvažoval několik variant rekonstrukce, z nich je dále podrobněji popsána varianta nahrazení stávajících 2 nádrží s 5 hrázemi jednou nádrží se 2 vyššími hrázemi a tedy i získání většího akumulačního prostoru. Tato varianta byla vyhodnocena jako ekonomicky nejvýhodněji, i přes to že měla nejvyšší investiční náklady. V současné době probíhá projektová příprava 2 sypaných hrází Skjerkevatn a Heddersvika se středním asfaltovým těsnícím jádrem o výškách 55 m a 35 m.

R. 24 ASPEN, B., STOKSETH, S., JACOBSEN, T. (Sweden)

Zřízení potrubí DN 1200 mm pod přehradou Bajna v Albánii pro kapacitní odsávání sedimentu z nádrže

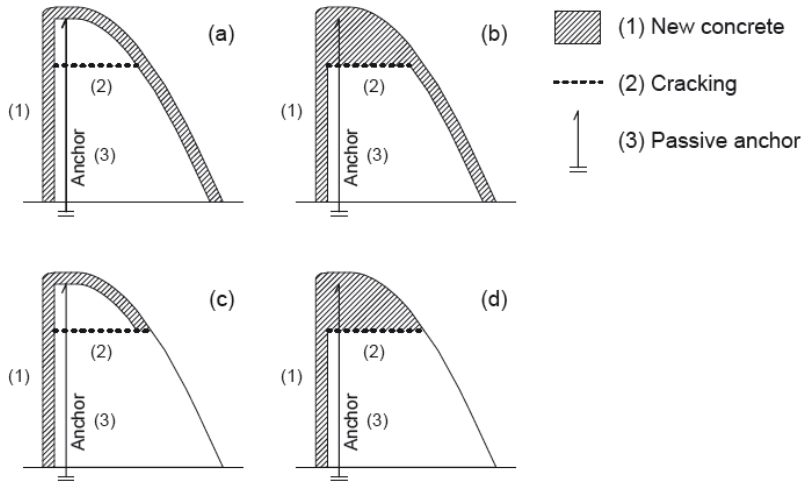
V příspěvku je popsán návrh inovativního systému hydraulického odstraňování sedimentů z nádrže Bajana. Systém spočívá v osazení odolného plášťového potrubí na základovou spáru hráze, které slouží k odvodu sedimentů. Jako zdroj „energie“ se využívá hydraulický pád mezi

hladinou vody v nádrži a podhrázím. Na počátku potrubí v nádrži je vybudován vtokový objekt vybavená pro připojení flexibilního sacího potrubí. Toto potrubí je přes manipulační plovoucí plošinu spojeno s mechanickou rozrušovací hlavou. Systém „SediCon Dredge“ umožňuje „těžbu“ sedimentů do velikosti zrna 350mm. V závěru příspěvku jsou shrnuty zkušenosti z realizovaného projektu v Guatemale.

R. 25 BRETAS, E.M., JENSSEN, T.A. (Norway)

Modely DEM (diskrétních prvků) jako prostředky pro analýzu bezpečnosti tížných hrází

Autor v úvodu příspěvku stručně popisuje stav v oblasti hydroenergetiky a přehradního stavitelství v Norsku. Většina z 3500 registrovaných přehrad byla vybudována v letech 1950 až 1990, tedy často v období, kdy byly mírnější požadavky na jejich bezpečnost. Dále je v příspěvku popsána problematika posuzování nápravných opatření pro tížné betonové a zděné hráze. Praktický příklad posuzování variant nápravných opatření na přehradě Nygårdsvatn s využitím metody diskrétních prvků (DEM) je uveden v závěru.

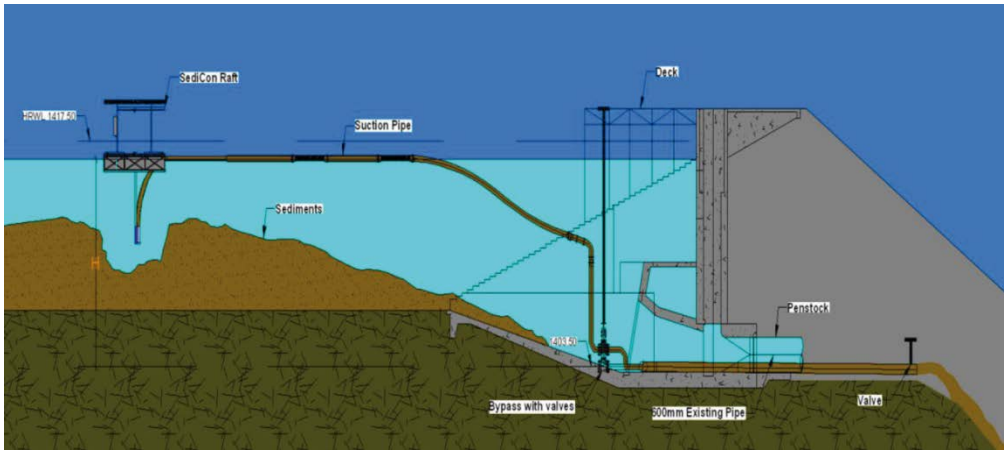


Zvažované a posuzované varianty rekonstrukce přehrady Nygårdsvatn

R. 26 JIMÉNEZ, A., FIGUEROA, R., JACOBSEN, T. (Norway)

Těžba soudržných sedimentů sacím rypadlem SediCon v nádrži hydroelektrárny El Canada v Guatemale

Příspěvek popisuje praktické zkušenosti s těžbou jemných a soudržných usazenin z nádrže špičkové hydroelektrárny El Canadá v Guatemale. Zásobní nádrž je postavena jako neprotékaná nádrž těsněná HDPE folií. Velké množství jemných částic se v této nádrži usazuje a již po dvou letech sedimenty vyplnily 50% z celkového objemu nádrže (200000m3). Po neúspěšných pokusech s menšími dieselovými nebo elektricky poháněnými těžními zařízeními přistoupil vlastník aplikaci technologie SediCon Dredge, která využívá pro odpravu směsi hydraulický potenciál vzduté vody. V příspěvku jsou podrobně popsány technické detaily řešení tohoto konkrétního případu odbahnění.



R. 27 KONOW, T., LANGAKER, S., EIKEVIK, J.H., EKKJE, S.A., TJELDE, T. (Norway)

Alkalická reakce na norských přehradách – prezentace poruch a sanační práce na 3 přehradách

Kolektiv autorů uvádí v úvodu příspěvku problematiku vzniku alkalicko-křemičité reakce betonu (ASR), která vizuálně i strukturálně poškozuje některé betonové konstrukce. Problematika ASR je vyvolávající objemové změny betonu je významná zejména pro subtilnější konstrukce (bloky s hrazenými přeliv, pilířové přehrady). Charakteristická poškození a postup sanace vybraných 3 přehrad je dále podrobněji popsán v příspěvku.

R. 28 LUND, R., AARDAL, I.B., ENGESVOLL, A.T. (Norway)

Sanace kamenité hráze Tunsbergdalen

Všechny přehrady v Norsku musí projít přehodnocením bezpečnosti podle současně platný předpisů. Posudek 43m vysoké a 870m dlouhé přehrady Tunsbergdalen (sypaná kamenitá hráz se středním morénovým těsněním) byl dokončen v roce 2006 se závěrem realizovat nápravné opatření. Hlavním problémem bylo nerovnoměrné založení na skalním podloží a morénových materiálech. Postup rozhodování o napravných opatřeních pro zvýšení stability hráze a zajištění bezpečnosti za povodní je dále podrobněji popsán. Realizace opatření byla plánována na období 2015 až 2016.

R. 29 ROGNES, M., MIDTTØMME, G.H., LIA, L. (Norway)

Vztlak na základové spáře pod betonovou tížnou hrází na skalním podloží

Autoři podrobně popisují problematiku pórových tlaků ve skalním podloží tížných hrází se zaměření na specifika v Norsku, kde je většina přehrad založena na skalním podloží. V příspěvku je obsažen jak teoretický rozbor problematiky vztlaků, tak i porovnání s měřenými hodnotami na konkrétních přehradách. Porovnáním bylo zjištěno, že zejména u hrází s drenážním systémem pro snížení vztlaků jsou teoretické hodnoty vztlaku příznivější než u hodnoty měřené, což v důsledku může vést ke zkreslení výsledků stabilitního posouzení takové hráze. Zdůrazněna je potřeba monitorovat skutečný průběh vztlaků jako relevantní podklad pro posuzování stability tížných hrází.

R. 30 SAS, G., BRETAS, E.M., LIA, L. (Norway)

Pokročilé hodnocení posunutí hráze Målset: zkoušky a numerická analýza nespojených spár

Příspěvek popisuje inovativní kombinaci tradičních výpočetních metod, terénního průzkumu, laboratorního testování materiálů, statistické a numerické analýzy pro posuzování stability betonových hrází proti posunutí. Použité metody byly přizpůsobeny a následně testovány na konkrétních částech pilířové přehrady Målset. Výsledky výzkumu ukázaly, že kombinací více metod lze získat spolehlivější data a odhady výsledného stupně stability v porovnání s tradičně používanými metodami.

R. 31 AUEL, C., HAGMANN, M., ALBAYRAK, I., BOES, R.M. (Switzerland)

Optimalizace udržitelnosti štěrkových obtokových tunelů za účelem ochrany proti zanášení nádrže

Řešení zanášení nádrží sedimenty spočívající v budování tunelů pro převod sedimentů je v současné době nejvíce aplikováno ve Švýcarsku a Japonsku. Postupně se tunely pro převod sedimentů budují i vdalších zemích v horských oblastech se štěrkonosnými toky (Nepal, Tajwan, Ekvádor). Příspěvek popisuje teoretické přístupy řešení a laboratorní tesy proudění suspenze a následné abraze materiálů tunelů pro převádění sedimentů. Při převádění sedimentů je využíváno nadkritické proudění, které eliminuje riziko ucpání profilu, na druhé straně však vyšší rychlosti proudění suspenze kvadraticky roste abrazivní účinek na materiál tunelu popřípadě podloží.

R. 32 JIMÉNEZ GARCIA, M., SCUERO, A.M., VASCHETTI, G.L., MACHADO do VALE, J. (Switzerland)

RCC přehrada Miel I výšky 188 m - měření nechráněné geomembrány po 11 letech služby

Příspěvek popisuje v první části stručně technické řešení zajištění nepropustnosti přehrady Miel I v Kolumbii. Jedná se o 188 m vysokou tížnou hráz z válcovaného betonu, která má návodní líc zatěsněný plošně proinjkektovanou 0,4 m vrstvou válcovaného betonu v kombinaci s PVC geomembránou Carpi. V druhé části příspěvku jsou popsány praktické zkušenosti po 11 letech provozu přehrady, výsledky z detailní prohlídky povrchu návodního líce hráze v roce 2013 a výsledky laboratorních zkoušek materiálů po 11 letech provozu.

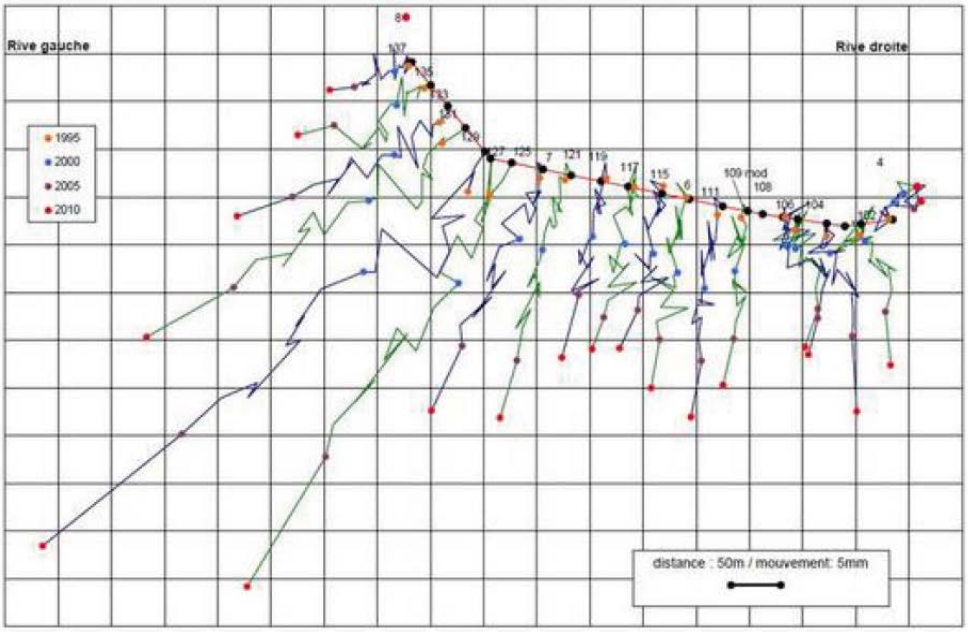
a

Instalace spodní části PVC geomembrány Carpi při stavbě přehrady Miel I.

R. 33 DROZ, P., VALLOTTON, O., MENOUILLARD, T., LEROY, R. (Switzerland)

Kontrolní měření na přehradě zasažené AAR reakcí

Autoři uvádí případovou studii řešení problému AAR reakce betonu na tížné betonové hrázi Salanfe s celkovou délkou v koruně 598m a maximální výškou nad základovou spárou 52m, která byla dokončena v r. 1952. Periodické sledování deformací hráze a zejména pak podrobnější průzkumy v 80-tých letech ukázaly, že příčinou výrazných nevratných deformací je AAR reakce betonu. Dále je v příspěvku popsána realizace nápravného opatření spočívajícího v eliminaci tlakového napětí proříznutím spár v betonu prakticky na celou výšku hráze. V rámci této akce byla doplněna monitorovací zařízení a podrobněji byl sledován vývoj deformací hráze.



Vodorovné posuny kontrolních bodů na koruně hráze Salanfe v období 1995 až 2010

R. 34 SEIF, H.R., ROSHDIEH, A., ZAKER, H. (Iran)

Ukazatel efektivity jako kritérium pro zvyšování hrází odkaliště – případová studie: Odkaliště měděného dolu Sarcheshmeh

Příspěvek uvádí postup řešení variant dalšího ukládání odpadu z měděného dolu Sarcheshmeh v Iránu. Vlastník dolu hodnotí varianty uložení dalšího objemu odpadu buď navýšením hrází stávajícího odkaliště s výškou hráze 110 m nebo vybudování nového odkaliště o vyšší kapacitě, ve vzdálenosti 4,5m od odkaliště stávajícího. Porovnáním poměrů získaného objemu odkaliště a materiálu potřebného pro navýšení nebo vybudování nového dochází k výsledné optimální variantě pro další ukládání odpadu – vybudování nového odkaliště.

R. 35 SILVA MATOS, D., CUNHA, J. (Portugal)

Náhrada současné hráze napadené AAR reakcí – případ přehrady Alto Ceira

Příspěvek popisuje problematiku AAR reakce na klenbovou hráz Alto Ceira v Portugalsku. Přehrada o výšce 49 m byla postavena v roce 1949 a již od prvního naplnění vykazovala známky nestandardního chování, charakteristického pro AAR reakci betonu. V 90-tých letech bylo doplněno zařízení pro pozorování a byly provedeny podrobnější studie hodnotící stav hráze. Stav hráze se stal natolik závažným, že vlastník byl nucen rozhodnout buď o velmi rozsáhlé rekonstrukci stávající hráze, nebo až o jejím odstranění a postavení nové hráze. Na základě výsledků zhodnocení bylo nakonec přistoupeno k odstranění stávající hráze a vystavěna byla hráz nová ve vzdálenosti asi 200 m podhrází původní.

Nová hráz Alto Ceira II a v pozadí patrné zbytky hráze a bezpečnostního přelivu hráze původní

R. 36 MARCOS MÉNDEZ, J.M., DELGADO GONZÁLEZ, J.R., ROJO CABALLERO, S. (Spain)

Rekonstrukce a modernizace vybavení přehrady Torre del Aguila (Sevila, Španělsko)

Hráz přehrady Torre del Aguila je zemní se střední těsnící zděnou stěnou doplněnou o jílové těsnění a pochází ze 60. let. Její kapacita byla zvýšena pomocí navýšení koruny rockfillem z původních 38 m na výšku 42 m. V říjnu 2012 byly zahájeny práce na modernizaci s cílem splnění požadavků kladených ve Španělsku na přehrady. Byly zjištěny trhliny především v horní části zděné těsnící stěny. Mezi hlavní práce patřilo zřízení jílocementové těsnící stěny na návodní straně vytvořené ve výkopu po částech délky 3,8 m a tloušťky 0,6 m. Překryv byl minimálně 0,3 m. Byly také vyměněny piezometry pro kontrolu.

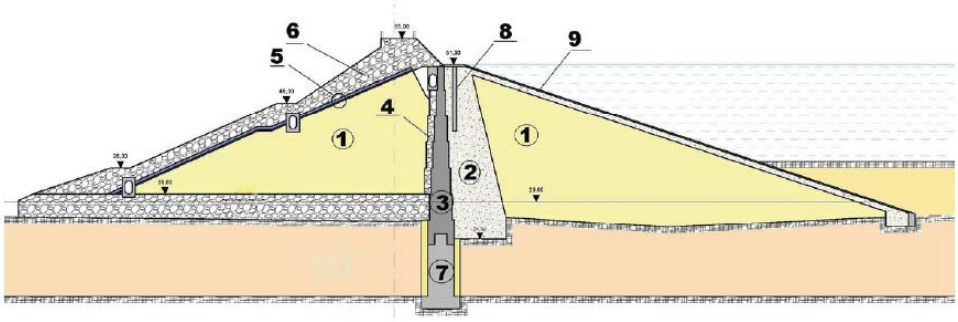


Fig. 1
The highest section of the *Torre del Águila* dam

Součástí byla také rekonstrukce spodních výpustí. Původní betonové průměru 2 m pro spodní výpust a 1,5 m pro dodávku závlahové vody byly kompletně nahrazeny ocelovým potrubím a vyměněny byly všechny uzávěry a regulační prvky. Pro zvýšení kvality závlahové vody byly zřízeny dva plovoucí hladinové odběry napojené na závlahové potrubí. Pro zvýšení bezpečnosti plní jeden z odběrů funkci druhé spodní výpusti napojené přímo na závlahový kanál. Odběry jsou umístěny v odběrné věži mimo těleso hráze. Rekonstrukce byla dokončena v srpnu 2014.

R. 37 SETRAKIAN, M., ESCUDER-BUENO, I., MORALES-TORRES, A.,SIMARRO, D. (Spain)

Investice do bezpečnosti přehrady Horcajo (Španělsko): informace o aplikaci dle doporučení Spancold o rizikové analýze

Přehrada Horcajo je RCC betonovou gravitační hrází výšky 31,5 m s nehrazeným přelivem a dvěmi spodními výpustmi. Hlavním účelem je zásobení vodou a také povodňová ochrana. Hráz je zařazena do kategorie A (nejvyšší) z hlediska TBD. Článek shrnuje zjištění z procesu aplikované rizikové analýzy dle doporučení Spancold.

Významná část hráze, včetně střední a levé strany, je založena na aluviálních různorodých materiálech, které mohou být potenciálně erodovány.

Byla provedena analýza a vytvořeno celkem 5 modelů porušení hráze:

1. Eroze na základové spáře následována strukturálním porušením
2. Usmýknutí po základové spáře
3. Usmýknutí po diskontinuitě v podzákladí
4. Přelití hráze
5. Nestabilita způsobená porušením vývaru

Celkový rizikový model byl vytvořen v software iPresac Calk. Odhadované riziko bylo porovnáno s USBR (2011) doporučeními. Jako nejpravděpodobnějšími scénáři porušení se jeví možnosti 1. a 2. Byla také provedena analýza nejistot ve vstupních datech. Především se jednalo o hydrologická data. Dále byly určeny způsoby snížení rizik zahrnující: Havarijní plán a jeho rozšíření, snížení koruny přelivu (o 1,65 m), modernizace monitorovacího systému a zvýšení nepropustnosti pod základovou sparou hráze.

R. 38 REMESAL GUIJARRO, J.A., DELGADO GONZÁLEZ, J.R., RUIZ BERBEL, A. (Spain)

Optimalizace, zvýšení a modernizace systému přehrad Tinto-Odiel-Piedras.

Hydrografický systém Tinto-Odiel-Piedras zahrnuje 6 přehrad, které jsou různého typu. Přehrada Chanza je betonová tížní, Andévalo a Jarrama jsou zemní a rocaillová, a Piedras, Los Machos a Corumbel jsou zemní s betonovým návodním těsněním. Po letech provozu byly na všech hrázích zjištěny poruchy. Práce na jejich odstranění probíhaly v letech 2012-13.

U přehrady ***Chanza*** byla provedena obnova cementovými výluhy zaneseného drenážního systému. Z části byly drény uvolněny tlakovou vodou nebo mechanicky. Tam, kde to nebylo možné, byly provedeny drenážní vrty nové. Byly provedeny kamerové prohlídky všech vrtů a bylo zjištěno nedodržení kvality při provádění původních vrtů. Dále byly zjištěny kaverny na základové spáře a poškození betonů. Původní délka vrtů činila 420 m. Po provedené rekonstrukci a doplnění je zde 702 m vrtů.

Na přehradě ***Piedras*** byl, z důvodu nových požadavků na bezpečnost, navržen nový přeliv s kapacitou dostatečnou pro převedení $Q_{10\,000}$. Kapacita byla zvýšena prodloužením přelivné hrany o 65 m na 245 m. Tato musela být, z prostorových důvodů zakřivena a posunuta více do nádrže.

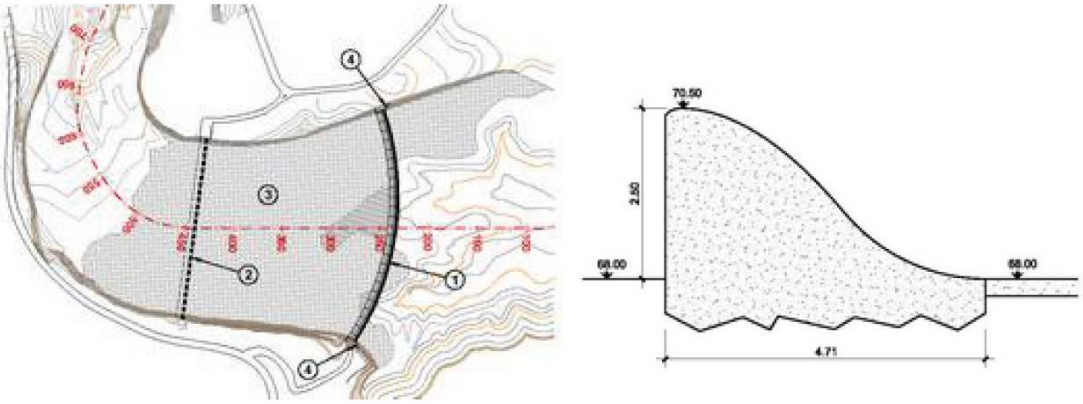


Fig. 1
Map of plant and longitudinal profile of the spillway

Rekonstrukce a modernizace spodních výpustí na přehradách ***Andévalo*** a ***Los Machos*** byla vyvolána postupnou korozí a ztrátou spolehlivosti elektromechanických součástí. Byly provedeny celkové repase koncových rozstřikovacích uzávěrů včetně hydrauliky pohonů a nová korozní ochrana.

Na přehradě ***Andévalo*** je přeliv a skluz umístěn 500m od hráze. Přesto bylo přikročeno k úpravám části skluzu od přelivu v délce cca 150m a následného vyčištění terénu na 500 m tak, aby byl zajištěn odtok vody od přelivu způsobem odpovídajícím požadavkům na bezpečnost hráze.

R. 39 GÓMEZ, R., ESTEBAN, F., MERINO, M., SORIANO, A. (Spain)

Zvýšení hráze přehrady Yesa. Zvýšení stability pravého zavázání.

Stavba původní betonové hráze přehrady Yesa byla zahájena v roce 1928 a dokončena až v roce 1959. Účelem nádrže byla dodávka vody pro závlahy, obyvatelstvo, povodňová ochrana a nalepšování průtoků. Takto přehrada fungovala bez zjevných poruch po 55 let. Nové požadavky na dodávku vody znamenaly zvýšit objem nádrže na téměř dvojnásobek zvýšením koruny hráze o 30 m. Technicky bylo rozhodnuto o realizaci sypané hráze ze štěrků s návodním betonovým těsněním. Původní betonová hráz měla výšku 72 m a délku 400 m. Nová pak výšku 108 m a délku 520 m.

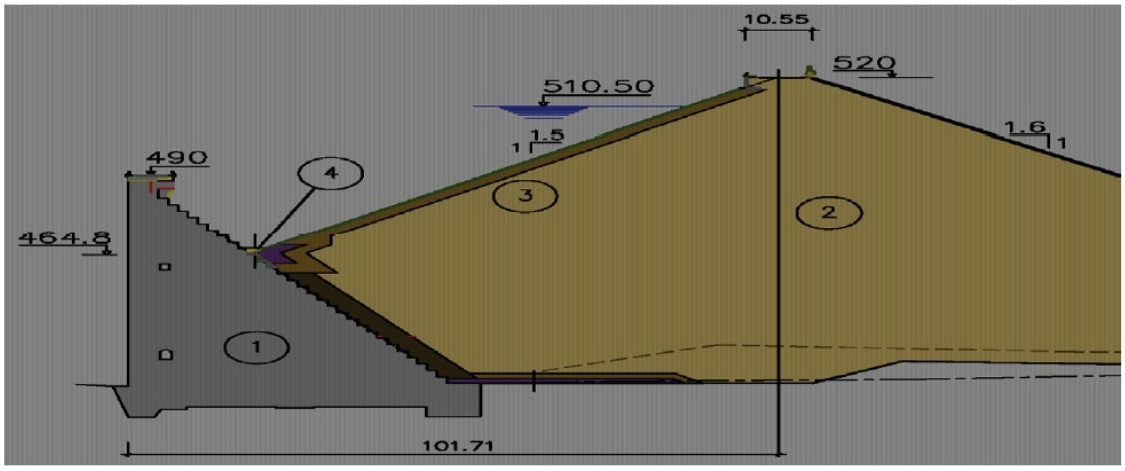


Fig. 1
Central cross section
Profil central

1. Old dam	*1. Ancien barrage*
2. New dam body	*2. Nouveau barrage*
3. Concrete face	*3. Masque amont (béton)*
4. Plinth	*4. Appui du masque*

Již z doby stavby původní hrázy byly zřejmé problémy se stabilitou pravého břehu tvořenou flyšem. Práce na nové hrázi byly zahájeny v roce 2002 vybudováním silnice v pravém břehu. Svah byl zajištěn železobetonovými deskami a krátkými kotvami. Až do roku 2012 nebyly zpozorovány na povrchu žádné pohyby pravého svahu. Osazené inklinometry však identifikovaly pohyb svahu po smykové ploše. Od října 2012 se pohyb pravého svahu projevil také na silnici a došlo k jeho zrychlení. Práce na pravém zavázání byly zastaveny a stanoveny limitní hodnoty rychlosti sesuvu na 2,5cm/týden. Zároveň bylo podrobným geologickým sledováním zjištěno, že oblast byla již dříve postižena sesuvy, což nebylo zjištěno během projektu stavby. Bylo rozhodnuto o těžbě materiálu v horní části sesuvného území a zároveň byly umístěny přitěžovací betonové bloky do prostoru zavázání staré hráze. Tímto byl pohyb svahu zastaven.

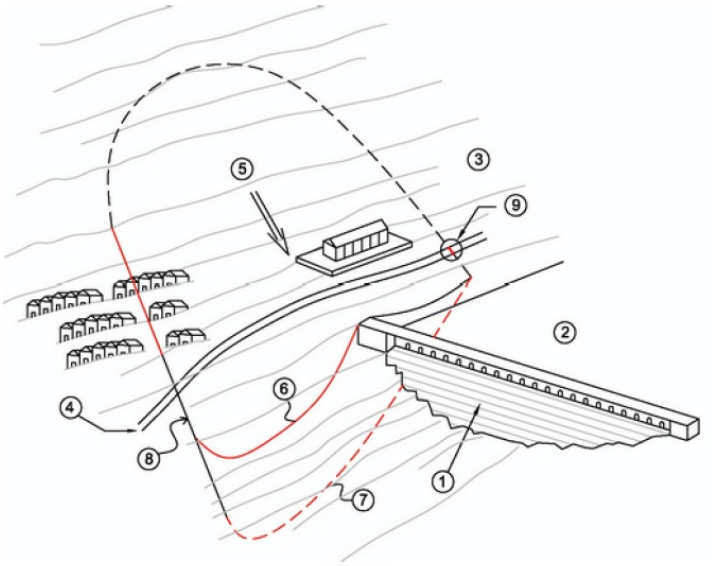


Fig. 3
Sketch of the slide

Do budoucna bylo nutno zajistit stabilitu pravého svahu ovlivněnou hladinou v nádrži. Byly navrženy dva způsoby – těžké a kotvené stěny v místě návodní a povodní strany původní hráze. Dále zřízení jílocementové stěny podél pravého zavázání zabraňující infiltraci vody do svahu a odvodnění svahu pod profil hráze. Výpočtem byl stanoven minimální stupeň bezpečnosti svahu na 1,3. Stavba nadále pokračuje.

R. 40 CARRERAS, M., GÓMEZ, R., SORIANO, A. (Spain)

Zesílení přehrady Valcomuna

Zemní homogenní hráz přehrady Valcomuna je 24m vysoká a voda z nádrže slouží pro závlahy. Hráz byla vybudována v roce 2004 pod tlakem nutnosti rychle zajistit dodávku vody pro závlahy a při návrhu nebyla dostatečně zvážena všechna hydrologická rizika. Hráz je vybavena centrálním drénem, který ale nezasahuje až do prostoru zavázání.

Napouštění nádrže bylo zahájeno v roce 2006 a maximální hladiny bylo dosaženo v roce 2007. Byly pozorovány sedání i posuny na koruně hráze, ale nikoli v nečekaných velikostech. Na konci roku 2008 bylo ale konstatováno, že sedání koruny hráze je v zavázání je vyšší než uprostřed a objevují se trhliny na koruně hráze. Zároveň byly pozorovány průsaky na pravé patě hráze. Přes provedenou injektáž pokračovaly průsaky v pravé patě (0,6 l/s) a objevil se další na patě hráze (1,2 l/s) včetně výnosu jílovitého materiálu. Pórové tlaky v zavázání byly vyšší než ve středu hráze a dokonce vyšší než hladina v nádrži.

Pro zvýšení bezpečnosti hráze bylo navrženo doplnění drenážního systému a přitížení návodního svahu hráze pískem a štěrkem. Dále byla navržena jílocementová stěna, která prozatím nebude realizována stejně jako odlehčovací studny. Po dokončení prací na drénu a návodním svahu v roce 2012 nebyly pozorovány žádné další poruchy.

R. 41 VÁZQUEZ BREA, F. (Spain)

Návrh, diagnostika a zlepšení pozorovacího a monitorovacích systémů přehrad s metodou rizikové analýzy.

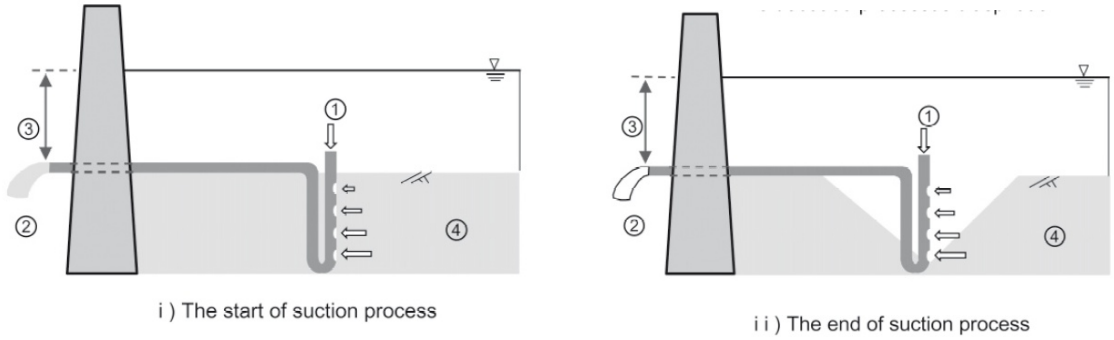
Cílem práce byly následující dva cíle: vytvoření jednoduché metodiky pro diagnostiku a návrh systémů pozorování přehrad a zahrnout jej do programového levného komerčního

vybavení pro podporu zmíněných postupů. Zjednodušené postupy rizikové analýzy jsou použity bez ztráty jejich významu a důležitosti z pohledu nákladů. Metoda je stejná jako jiné používající rizikovou analýzu. Hlavním rozdílem je použití systémů (sběru, přenosu a analýzy) a systemizovanou celého procesu tak, aby byla vyloučena subjektivita pohledu.

R. 42 NUMANO, Y., NAKAMURA, T., KATAYAMA, H. (Japan)

Experimentální studie podmínek pro použití „Metody vertikální víceotvorové násosky“

Metoda je vyvíjena od roku 2001 jako způsob odstraňování sedimentů usazených v nádržích. Víceotvorové potrubí umožňuje odstranění sedimentů z různé hloubky. Transport vždy začíná od nejvýše umístěného otvoru a postupně dochází k odnášení sedimentů umístěných níže.



i) The start of suction process

i i) The end of suction process

V článku jsou popsány 4 laboratorní zkoušky v měřítku 1:10 s různým materiálem a různým počtem otvorů v trubici. Cílem bylo zvolit optimální řešení pro konkrétní nádrž (Yahagi) se známým sedimentovaným materiálem.

Po provedených zkouškách v laboratoři bylo konstatováno, že metoda má své limity. Z hlediska materiálů se zařízení nehodí pro odstraňování jemných nepropustných materiálů s vysokou viskozitou. Pro reálné použití je nutno dořešit instalaci na již vybudovaných dílech a zamezit přísunu větví a jiného materiálu, který zařízení může ucpat. Nezanedbatelným problémem je další nakládání s takto získaným materiálem.

R. 43 IACOB, I., PECINGINE, M., MATEESCU, O., POPOVICI, A., STEMATIU, D., ILINCA, C. (Romania)

Modernizace monitorovacího systému na přehradě Vidraru – Argeş

Vidraru je nejvyšší betonovou klenbovou hrází v Rumunsku o výšce 166 m, která byla zkolaudována v roce 1966. Účel nádrže je především energetické využití (220 MW). Dále slouží pro zásobování Bukurešti vodou a pro závlahy. Hlavním bodem modernizace systému bylo vybudování nových zařízení, zlepšení sběru, přenosu a zpracování naměřených údajů a instalace systému pro automatický dálkový monitoring.

Jsou uvedeny způsoby měření a chování hráze od doby výstavby včetně vlivu zemětřesení a poruch. Nový automatický systém sběru a rádiového přenosu dat začal pracovat v roce 2007. V roce 2010 byl instalovaný integrovaný automatický systém, který přinesl především větší spolehlivost a snížil lidskou pracnost při zpracování dat.

Přesto je zdůrazňováno, že nelze úplně vyloučit pravidelné vizuální kontroly prováděné vyškolenou obsluhou díla. Jejich práce není nahraditelná žádným automatickým měřením.

R. 44 SEMENOV, I.V., SHCHERBINA, V.I., KOZLOV, R.V., TISHCHENKO, A.A. (Russia)

Modernizace monitoringu přehrady Uglich

Přehrada Uglich s hydroelektrárnou byla vybudována v letech 1935-42. Celá soustava se skládá ze7 betonových přelévaných polí, zemní hráze o délce 314 m a výšce 24-27 m a strojovny elektrárny se dvěma soustrojími.

Po 70 letech provozu bylo přistoupeno k modernizaci původně instalovaného systému měření a pozorování. Jednalo se piezometry s automatickým měřením, měření hladin nad a pod hrází. Dále zde byly instalovány prvky pro měření pohybu hráze a dilatometry na sparách. Většina měření byla zakomponována do nového měřícího a kontrolního systému, který umožňuje kontinuální měření oproti původnímu ručnímu s četností 1x za 10dní nebo za měsíc.

Pro měření průsaků byly zřízeny 3 měřící sekce. Pro měření sedání se jednalo o 15 míst kontrolovaných 1x ročně.

R. 45 SUMI,T., YOSHIMURA ,T., ASAZAKI .K., KAKU,M., KASHIWAI, J., SATO, T. (Japan)

Zlepšení a změny v pravidlech manipulace na kaskádě přehrad v povodí řeky Mimikawa s cílem zlepšení převádění sedimentů.

Řeka Mimikawa má délku 95 km a povodí o ploše 884km^2. V letech 1929-61 zde bylo vybudováno 7 přehrad s hydroelektrárnami o instalovaném výkonu 340 MW a roční produkci 900 milionů kWh. V září 2005 tajfun Nabi a s ním související srážky (celkem přes 1300 mm) byly příčinou překročení projektovaných povodňových průtoků. Tyto průtoky způsobily, že bylo řekou transportováno velké množství sedimentů. V roce 2011 byl vytvořen plán nakládání se sedimenty. Příspěvek shrnuje následující:

1. Nezbytnost řešení a stanovení pravidel manipulací na přehradách pro převádění sedimentů
2. Výběr způsobu převádění sedimentů přes přehrady
3. Matematické simulace založené na možnostech převádění sedimentů a stanovení pravidel pro manipulaci
4. Hydraulické modely založené na výše uvedených principech
5. Detaily potřebných úprav na přehradách pro umožnění převádění sedimentů
6. Zhodnocení dopadu na přírodní prostředí pod přehradami v případě převodu sedimentů
7. Přijetí pomocných metod převádění sedimentů

Zásadním pro stanovení nutnosti řešení problému se zanášením byly měření, které zjišťovaly poměry mezi Celkovou kapacitou nádrže / Průměrný roční průtok (CAP/MAR) a Celkovou kapacitou nádrže / Průměrným ročním množstvím sedimentů (CAP/MAS). Tímto způsobem bylo posouzeno všech 7 nádrží. Vysoký poměr CAP/MAS znamenal potřebu řešení problému zanášení.

Jedním ze způsobu převádění sedimentů přes hráz přehrady bylo snížení hladiny v nádrži tak, aby sedimenty byly transportovány proudící vodou co nejblíže k profilu hráze a úpravou manipulace byly výpustmi převáděny pod hráz.

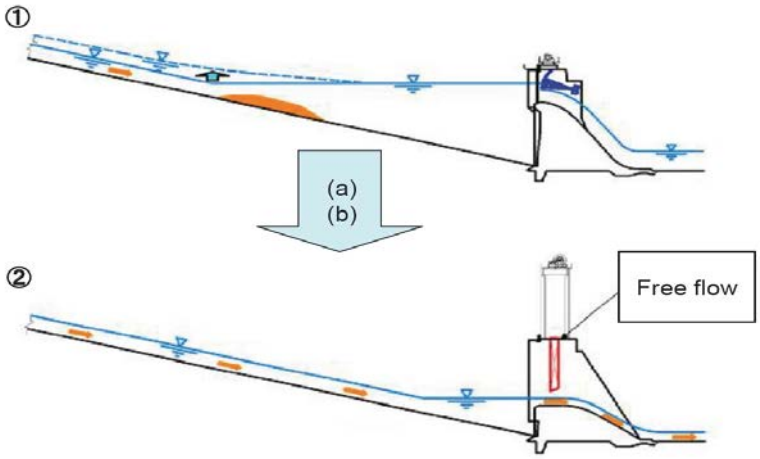
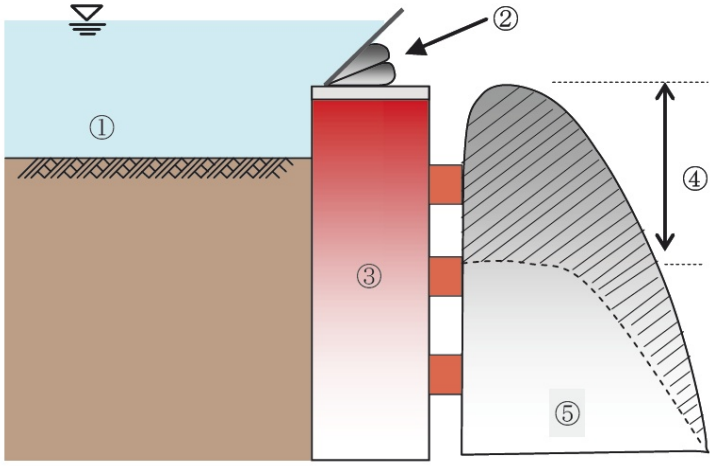


Fig .5
Sediment Sluicing

Toto však není možné vždy. Na přehradách Yamasubaru a Saugou bylo proto poprvé na existující přehradě v Japonsku, 80 let od uvedení do provozu proveden zásah do přivných bloků tak, aby bylo možno sedimenty převádět. Jednalo se o snížení přelivné hrany jednoho nebo dvou bloků hrazených přelivů. Práce byly prováděny pod ochranou dočasných hrází.



Dopady převádění sedimentů na povodí pod přehradami budou dlouhodobě sledovány a porovnávány.

Uvedeným proplachováním však nelze převádět hrubozrnné sedimenty jako štěrky a dále také naplaveniny dřevní hmoty. V těchto případech je nezbytné použití klasického odtěžení za pomocí sacích bagrů nebo rypadel.

R. 46 NORET, C., MILESI, G., PIRON, A., MOREL, F. (France)

Ověření správného napětí aktivních tyčových kotev ve stávajících hrází

Používání kotev pro zpevnění stávajících přehrad je používáno od poloviny 20. století. Tyto technologie se však od roku 1980 zásadně zlepšily především v oblasti korozní ochrany a trvalým měřením napětí v kotvách, které je osazeno již při instalaci.
První příklad uvádí použití na tenkostěnné klenbové hrázi výšky 33 m, kde po instalaci byly kotvy opakovaně dopínány na předepsané předpětí 67 tun. Bez tohoto dodatečného kotvení nebyla o hráze dosažena dostatečná stabilita při maximální hladině.

Druhý příklad uvádí 50m vysokou klenbovou hráz vybudovanou v letech 1956-7 kde bylo následně v 1992-3 doplněno 66 šikmých kotev a 15 svislých kotev pro zvýšení stability. Při inspekci v roce 2009 bylo podrobně 15 kontrolováno. Nebyla zjištěna koroze hlav kotev a byla obnovena korozní ochrana.

Dalším příkladem je dodatečné kotvení levého břehu a přelivu na přehradě z roku 1926 a to 19 kotvami v roce 1997.

R. 47 NORDSTRÖM, E., KOGH, P., NILSSON, O., SJÖDIN, G., STENBERG, R., HAUTAKOSKI, M. (Sweden)

Modernizace přehrad Lossen a Ransaren ve Švédsku

Společnost WRE (Water Regulation Enterprises) je zodpovědný regulační úřad na šesti největších řekách v severním Švédsku. Na těchto řekách se nachází přibližně 130 nádrží s roční výrobou 17 TWh el.energie. Za posledních 6 let zde byla provedena rekonstrukce více než 10 přehrad a zahrnovala opravu opevnění vzdušného líce, přelivů, monitorovacího systému a dalších. V současné době probíhají rekonstrukce na dvou uvedených nádržích, které jsou v nejvyšší kategorii z hlediska bezpečnostního dohledu. Rekonstrukce se týkají přelivu, opevnění vzdušného líce, monitorovacího systému a nové paty hráze.

Přehrada Lossen byla vybudována v letech 1959-62. Případné porušení hráze by způsobilo ztráty na lidských životech a také havárie přehrad umístěných níže na toku až po ústí do Baltského moře. Jedná se o 1600 m dlouhou a 28 m vysokou sypanou hráz. Přeliv je hrazený šachtový. Další možnost zvýšení kapacity přináší roztavitelné a odplavitelné hradící bloky na pravé části hráze. Riziko zpětné eroze je však neúměrně velké. Průchod návrhové povodně $Q_{10\,000}$ s kulminací 560 m^3/s znamená překročení maximální retenční hladiny o 17 cm, což se u sypané hráze jeví jako nepřijatelné. Po posouzení různých návrhů bylo zvoleno vybudování nového segmentem hrazeného přelivu nalevo od hráze, čímž bylo sníženo riziko porušení paty násypu hráze. Pro snížení rizika ucpání byl volen přeliv o dvou polích, každé s šířkou 13 m. Dalším objektem rekonstrukce je rozšíření koruny hráze ze stávajících 4 m na 5 m. Předpokládaná cena rekonstrukce 240 mil.SEK.

Přehrada Ransaren byla dokončena v roce 1956 a jedná se o 480 m dlouhou a 16m vysokou zemní hráz. Těsnění je vnitřní šikmé z jílového moreinového materiálu. Převod vody je opět řešen věžovým objektem se čtyřmi výpustmi propojenými do jediného tunelu a šachtovým přelivem. Navrhovaná rekonstrukce předpokládá vybudování nového hrazeného přelivu s kapacitou 365 m^3/s ($Q_{10\,000}$), zlepšení opevnění vzdušného líce rovnaninou, rozšíření koruny hráze o 1m a zlepšení monitoringu. Předpokládaná cena prací dosahuje 160 mil.SEK.

R. 48 ITCOLD Working Group (Italy)

Způsoby řízení zanášení nádrží velkých přehrad v Itálii.

Po provedení posouzení stavu zanášení 472 nádrží v Itálii bylo rozhodnuto, že se jedná o strategický úkol, jak toto zanášení řešit. Obecně platí, že méně jsou zanášeny nádrže umístěné výše s malou rozlohou povodí oproti údolním nádržím. Italové také iniciovali přes Evropský klub průzkum pravidel, kterými se řídí jednotlivé evropské země v manipulacích na přehradách s cílem minimalizovat usazování sedimentů v nádržích. Přestože tento průzkum není doposud ukončen, lze konstatovat, že většina zemí nemá připravené plány manipulací.

Uvedené ukázkové příklady řešení zanášení se týkají nádrže Campo Tartano v Alpách, kde došlo jednak k těžení sedimentů a dále k vybudování nového výpustného zařízení pro

proplachování sedimentů pod přehradu. Proplachování sedimentů trvalo 20dní na jaře roku 2010 a bylo důsledně monitorováno včetně dopadu na povodí pod hrází. Celkem bylo převedeno asi 61 000 m^3, což znamenalo obnovení 30 % prostoru v nádrži pro využití na výrobu el.energie.

Dalším příkladem byl monitoring manipulací na 10 nádržích v Lombardii. Dále v případě nádrže Occhito bylo konstatováno, že se zanášení týká pouze mrtvého prostoru nádrže. Byl však připravem projekt na odstranění sedimentů z prostoru před spodními výpustmi pomocí sacího bagru a transportu materiálu do geotextilních vaků umístěných na břehu. Pokud by došlo k zanesení spodních výpustí, jednalo by se o závažný problém z hlediska bezpečnosti.

R. 49 ARTAZ, L., CANELLA, G., MARTINOTTI, G., MARCELLO, C., MEDA,P., FRIGERIO, A., MAZZA', G. (Italy)

Částečné odstranění přehrady Beauregard zajišťující prodloužení její funkčnosti.

Přehrada Beauregard byla dostavěna v roce 1958. Jedná se o 132 m vysokou betonovou obloukovou tížní hráz s délkou koruny 132 m umístěnou v nadmořské výšce 1770 m n.m.. Hlavním úkolem je výroba el.energie. Dlouhodobým problémem je pohyb levého svahu o ploše 6 km^2 s rozdílem výšek 1000 m. Toto území zasahuje profil hráze. Přesto, že byl tento problém znám, nebyl zvolen vhodnější typ hráze.

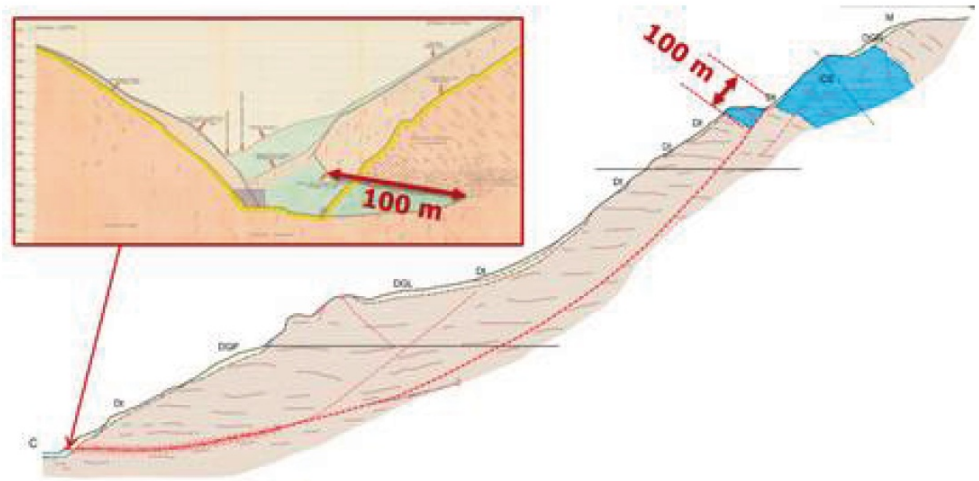


Fig. 3
Cross section showing the total displacement of the Beauregard DSGSD

Za posledních 12 000let došlo k posunu o 100 m a aktuální rychlost pohybu je 3-10 mm/rok. Již od doby výstavby je svah monitorován a měření na původních 3 bodech udávalo rychlost pohybu v letech 1957-67 15-19 mm/rok. Od roku 1992 je zde osazeno kontinuální měření. Posuny svahu vyvolávají tvorbu trhlin především na vzdušné straně hráze. Od roku 1965 byla hladina v nádrži snížena o 4 0m a po kontrole v roce 1969 o dalších 20 m. Přes toto snížení hladině nedošlo ke snížení vyráběné el.energie, kterou je zásobováno 16 300 lidí.

Pro prognózu dalšího chování sesuvu a deformací hráze bylo přistoupeno ke zpracování trojrozměrného numerického modelu. Výsledky modelu ukazují na nutnost přijetí opatření k prodloužení bezpečnosti a životnosti hráze. Neustále se zvyšující tlak působící na oblouk hráze je navrženo řešit dvěma způsoby – buď provedením svislých 5 řezů diamantovým lanem, nebo částečné snížení hráze v její střední části.

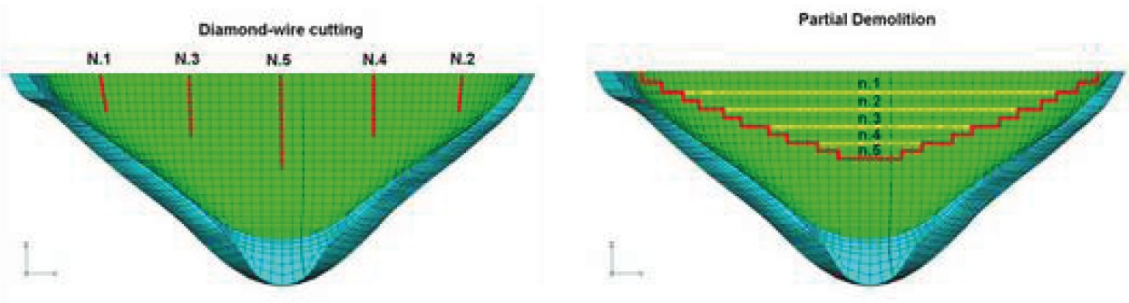


Fig. 12
Two of the possible long-term solutions for the rehabilitation of Beauregard dam

Nakonec byla zvolena varianta s částečným odbouráním hráze, kdy byla celá koruna snížena z 1772 na 1720 m n.m..

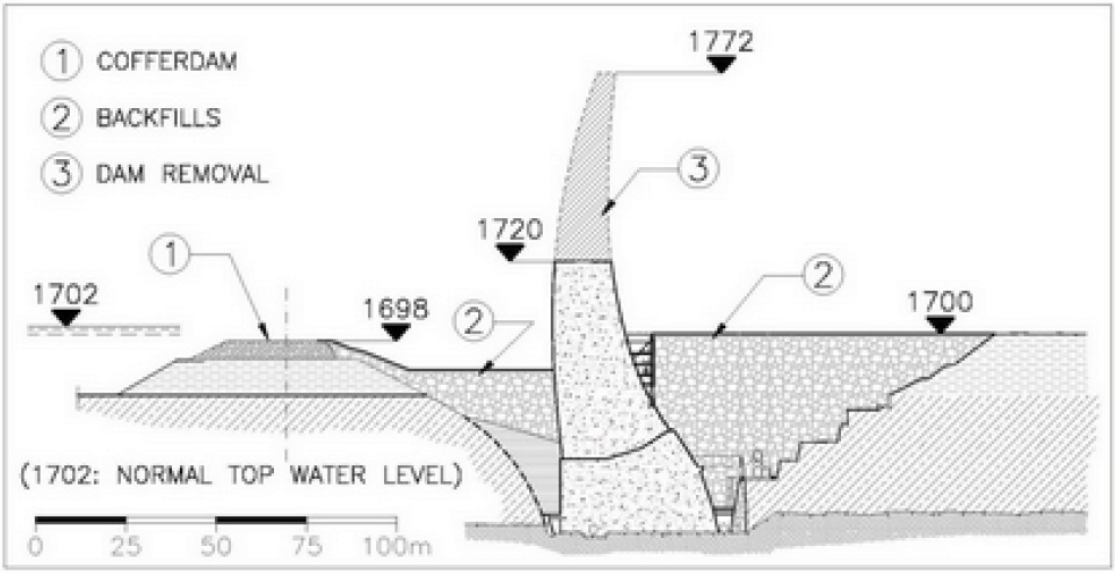


Fig. 13
Cross section of the dam: final configuration after the demolition

Samotné práce na rekonstrukci byly zahájeny v roce 2011 vybudováním ochranné hráze. Veškerý využitelný materiál z demolice byl uložen na vzdušné patě hráze s cílem zvýšení stability svahu a hráze. Také bylo nutno dořešit přístupy k inspekčním chodbám a novým spodním výpustem. Vlastní bourací práce probíhaly 2013-14 a znamenaly bourání 160 000 m^3 betonu za pomoci řízených odstřelů. Práce byly ukončeny v roce 2015 odstraněním ochranné hráze.

R. 50 CASTEIGTS, C., LALICHE, K., NORET, C., BOURGOUIN, T. (France)

Oprava klenbové hráze přehrady Bimont

Klenbová přehrada Bimont je postižena bobtnáním betonu v některých blocích pravého břehu, které způsobuje výskyt trhlin a snížení pevnosti konstrukce. Numerickým modelem a průzkumy byla zjištěna přítomnost paralelních trhlin na líci hráze.

Cílem prací bude zmonolitnění konstrukce tak, aby bylo možno zvýšit hladinu vody v nádrži. Budou prováděny cementové injektáže trhlin a spár. Pro zajištění těsnosti bude na návodní

straně v pravém zavázání bloků 1-7 instalována geomembrána, bude doplněna clona a pro zvýšení stability a bezpečnosti při zemětřesení pak aktivní svislé kotvy. Předpokládá se provádění po dobu 2 let při vypuštěné nádrži, kdy voda bude převáděna přes profil hráze nově vybudovanými obtoky.

R. 51 MERIAUX, P., RASSON, N., SALMI, A. (France)

Odstranění klenbové přehrady Ayrette a revitalizace území.

Klenbová přehrada Ayrette vysoká 26 m byla vybudována v letech 1959-60. Během léta roku 2013 byla zbourána a lokalita revitalizována. Důvodem byl nedostatečný monitoring během své existence a minimálně jeden zásadní problém se založením hráze, který si vyžádal doplnění injektáže podloží a měřícího systému. V letech 1983-85. Od roku 2000 pozbyla nádrž svou funkci zásobení vodou, když byla nahrazena jiným zdrojem. Jiný způsob využití narážel na nutnost doplnění systému měření a zásadním bodem byla porucha na uzávěru spodních výpustech během jejich zkoušení v prosinci 2012. Tato porucha znamenala nekontrolované vypuštění nádrže. V následujícím období bylo rozhodnuto o celkovém odstranění hráze a to přes skutečnost, že cena byla dvojnásobná ve srovnání s opravou uzávěrů. K demolici došlo během letních měsíců roku 2013 a materiál byl uložen v prostoru nádrže.

R. 52 PRALONG, J., BOCHETTAZ, M., VALETTE, E., MENU, S., PETEUIL, C., LEVASSEUR, L., REYNAUD, S., FRUCHART, F., CAMENEN, B. (France)

Řešení sedimentů v povodí řeky Rhóny: koncepty a zkušenosti

Protože nádrže více nebo méně fungují jako past na transportované sedimenty je nutné hledat řešení již při návrhu hrází přehrad jak tyto sedimenty propláchnout a tím dosáhnout v ideálním případě rovnováhy mezi přísunem a převodem sedimentů pod hráz. Příspěvek uvádí na dvou studiích z jihovýchodní Francie možné řešení. Tyto příklady ukazují, jak každá z frakcí sedimentů má rozdílné chování a vyžaduje proto rozdílný přístup k řešení.

R. 53 BOUDON, R., REBUT, P., MAURIS, F., FAURE, P-H., TOURNADRE, V., PIERROT-DESEILLIGNY, M. (France)

Nové 3D přístupy k optimalizaci sledování a monitoringu přehrady

Vývoj 3D sledovacích bezkontaktních technik jako je laserovágrametrie a fotogrammetrie ve spojení s autokorelacím vyhodnocením umožňuje získat data pro 3D zpracování rychle a s velkou přesností. U konstrukcí, které nejsou monolitické nebo vykazují vyšší deformace je vždy vyšší riziko nepřesnosti měření.

První část příspěvku shrnuje běžně používané sledovací postupy a uvádí nové trojrozměrné modely povrchu. Druhá část zahrnuje charakteristiky vstupních dat pro měření povrchů se zaměřením na přesnost měření a hustotu parametrů před zahrnutím do modelu a srovnávacích metod. Ne dvou příkladech jsou uvedeny výhody a možnosti do budoucnosti pro použití metod měření. EDF prezentovalo experimentální měření na tížní hrázi a CNR pak uvedlo aplikaci na liniové hrázi. Prezentované metody dosahovaly centimetrových přesností na uzavřených plochách a 3 cm přesnosti na liniové stavbě.

R. 54 CRUCHON, P., SESSA, M., HOONAKKER, M., FABRE, J-P. (France)

Historie a modernizace pozorování na přehradě Mont Cenis umístěné na hranicích a pozorované ve francouzsko-italské spolupráci.

Zemní hráz přehrady Mont Cenis byla vybudována koncem 60-tých let ve spolupráci projektantů Francie (EDF) a Itálie (ENEL). Pozorování těsnícího jádra hráze a svahu nádrže se sesuvným územím Lamet bylo zajištěno do roku 2012 tradičními způsoby za použití jednak ručního měření (piezometry, měření průsaků, dálkoměry). Některé z měření byly automatizované (piezometry, extenzometry, inklinometry…) umožňující kontinuální pozorování sesuvu. Mezinárodní komise rozhodla o implementaci dálkového monitoringu. Zkušební období ukázalo výhody a odolnost těchto měření také v zimním období. Použití automatických měření a dálkových přenosů údajů umožnily vynechat trvalou přítomnost obsluhy na díle. Pravidelné kontroly na místě jsou však nadále potřebné a v některých případech je zajištěna kontinuální přítomnost obsluhy. Hlavním přínosem osazení automatického měření a přenosu naměřených hodnot je trvalá dostupnost těchto údajů týmům specialistů na pozorování přehrad.

R. 55 SAUSSE, J., FABRE, J-P., BOUDON, R., HOONAKKER, M. (France)

Návrh a prostředky monitorování přehrad: aktuální vývoj

Samotný návrh instrumentace vyžaduje někdy zvláštní přístup. Například bobtnání betonu s sebou přináší tlakové namáhání, které je obtížně měřitelné a vyžaduje novou instrumentaci v zavázání klenbové hráze. Měření vztlaků na kontaktu beton-skalní podloží znamená také nové přístupy ke způsobu měření. Pro posouzení bezpečnosti staré betonové hráze je základem měření na piezometrech. Toto umožňuje jednak optimalizovat návrh zvýšení stability a dále posouzení účinku po realizaci.

Vnitřní eroze, která může nastat velmi rychle, znamená osazení kontinuálního monitoringu a alarmu na průsacích. Instalace nových způsobů měření jako jsou optická vlákna mohou zlepšit monitoring dlouhých hrází nebo plošně rozsáhlých sesuvných území.

A konečně fyzikálně statistické modely chování založené na měřených datech a upravené a verifikované na jednotlivé typy přehrad a měřených veličin mohou být přínosem pro lepší dohled nad přehradami.

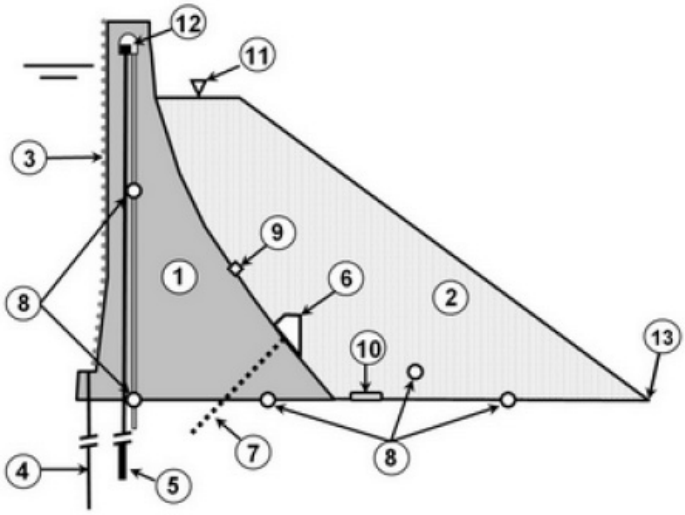


Fig. 3
Auscultation typique sur barrages-poids confortés
Typical monitoring on reinforced gravity dams

1	Barrage en maçonnerie	*1*	*Masonry dam*
2	Remblai aval en enrochements	*2*	*Downstream rockfill*
3	Géomembrane	*3*	*Geomembrane*
4	Voile d'injection	*4*	*Grout curtain*
5	Tirant précontraint	*5*	*Prestressing ground anchor*
6	Galerie	*6*	*Gallery*
7	Drains	*7*	*Drains*
8	Cellules de pression interstitielle	*8*	*Pore pressure cell*
9	Cellules de pression totale	*9*	*Total pressure cell*
10	Cellule tassométrique	*10*	*Settlement cell*
11	Nivellement	*11*	*Levelling*
12	Capteur de tension du tirant	*12*	*Prestressing cell*
13	Mesures de fuites	*13*	*Seepage mesurements*